

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE CONGESTIONAMIENTO DE  
VEHÍCULOS LIVIANOS EN LA CIUDAD DE TARIJA”**

**Por:**

**PAOLA CECILIA COPAS TERAN**

Proyecto 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**

**“ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE CONGESTIONAMIENTO DE  
VEHÍCULOS LIVIANOS EN LA CIUDAD DE TARIJA”**

**Por:**

**PAOLA CECILIA COPAS TERAN**

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502  
PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN VÍAS**

**Semestre II - 2024**

**TARIJA-BOLIVIA**

### **DEDICATORIA:**

A mis padres David y Emma, que me enseñaron a salir adelante. A mis hijas Antonela e Isabella y mi esposo que me inspiran ser mejor cada día. A mis abuelos Oscar Copas y Herminia Irahola, mis hermanos y tíos que forman parte de mi vida. A mi madrina Lucia Salvatierra por el constante apoyo, fuerza y confianza, brindándome su apoyo incondicional y a todas las personas que en esta etapa de mi vida son fuente de apoyo e inspiración.

### **AGRADECIMIENTO:**

Agradecimiento a Dios, por iluminarme, por guiar mi mente y mi camino para llegar a la meta. A todas las personas, familiares, docentes que de alguna manera me ayudaron a culminar esta etapa académica de la mejor manera.

## ÍNDICE

ADVERTENCIA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	PÁGINA
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 SITUACIÓN PROBLÉMICA.....	2
1.2.1 Problema .....	3
1.2.2 Relevancia y factibilidad del problema.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 Objetivo general .....	4
1.4.2 Objetivos específicos .....	5
1.5 HIPÓTESIS.....	5
1.6 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	5
1.6.1 Variable 1 .....	5
1.6.2 Variable 2 .....	6
1.7 IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	7
1.8 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....	7

**CAPÍTULO II**  
**ASPECTOS GENERALES SOBRE CONGESTIONAMIENTO EN VÍAS**  
**URBANAS**

	PÁGINA
2.1 INGENIERÍA DE TRÁFICO.....	9
2.2 PARÁMETROS DE TRÁFICO .....	9
2.2.1 Transito promedio diario (TPD).....	9
2.2.1.1 Transito promedio horario (TPH).....	10
2.2.1.2 Volumen directriz.....	10
2.2.1.3 Composición del volumen.....	10
2.2.1.4 Variación de los volúmenes de trafico .....	11
2.2.2 Recuento de volúmenes de tráfico.....	11
2.2.2.1 Recuento automático.....	11
2.2.2.2 Recuento manual .....	12
2.2.2.3 Periodo de recuento .....	12
2.2.2.3.1 Recuentos permanentes.....	13
2.2.2.3.2 Recuento periódico .....	13
2.2.2.3.3 Recuento de tiempo especifico.....	13
2.2.3 Velocidad de trafico .....	14
2.2.3.1 Velocidad de punto .....	14
2.2.3.2 Método de medición .....	15
2.2.3.2.1 El método del cronometro.....	15
2.2.3.2.2 El método del enoscopio .....	15
2.2.3.2.3 El método del radar métrico.....	15
2.2.3.3 Velocidad de recorrido total .....	16
2.2.3.4 Formas de medición de distancias de recorrido total.....	17
2.2.3.5 Velocidad de crucero.....	17
2.2.3.6 Velocidad directriz o de proyecto .....	18
2.3 ELEMENTOS DE TRÁFICO .....	18
2.3.1 Elemento usuario .....	19
2.3.1.1 Conductor.....	19
2.3.1.2 El peatón.....	20
2.3.2 Elemento vehículo .....	21

2.3.3	Elemento camino .....	23
2.4	CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR.....	23
2.5	CAUSAS DEL CONGESTIONAMIENTO .....	25
2.6	RELACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO CON PARÁMETROS DE TRÁFICO.....	26
2.7	EFFECTOS DEL CONGESTIONAMIENTO .....	28
2.7.1	Una visión renovada de las autoridades frente a la congestión .....	30
2.8	SOLUCIONES AL PROBLEMA DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR.....	31
2.8.1	Sistema de cobro.....	31
2.8.2	Carriles exclusivos.....	31
2.8.3	Cambio en el uso del suelo, medidas de planeación urbana .....	31
2.8.4	Inversión en infraestructura.....	31
2.8.5	Mejoras en los sistemas actuales de transporte .....	32
2.8.6	Restricción de la circulación .....	32
2.8.7	Modificaciones en los horarios de trabajo .....	32
2.8.8	Incentivo en el uso de modos alternos de transporte .....	33
2.9	MANEJO DEL SOFTWARE PTV VISSIM 2024 .....	33

**CAPÍTULO III**  
**APLICACIÓN PRACTICA SOBRE LOS EFECTOS DEL**  
**CONGESTIONAMIENTO EN LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD**  
**DE TARIJA**

	PÁGINA	
3.1	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO..... 39	
3.2	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	40
3.3	PARÁMETROS DE TRAFICO EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	45
3.3.1	PARÁMETRO VELOCIDAD .....	49
3.3.1.1	AFOROS DE VELOCIDAD DE PUNTO .....	49
3.3.1.2	RESULTADOS.....	50
3.3.2	PARÁMETRO VOLUMEN.....	52
3.3.2.1	AFORO DE VOLUMEN .....	53
3.3.2.2	RESULTADOS.....	53

3.3.3	DEPURACIÓN DE VOLÚMENES.....	57
3.3.3.1	RESULTADOS.....	59
3.4	ESTACIONAMIENTO EN EL ÁREA DE ESTUDIO .....	60
3.4.1	DETERMINACIÓN DE LA OFERTA DE ESTACIONAMIENTO.....	60
3.5	CONGESTIONAMIENTO EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	75
3.5.1	Congestionamiento por velocidad de circulación.....	75
3.5.2	Congestionamiento por volumen de circulación .....	76
3.5.3	Congestionamiento por presencia de Estacionamiento .....	78
3.6	INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS EN CONGESTIÓN.....	79
3.6.1	Velocidad y volumen en congestión .....	79
3.7	PLANTEAMIENTO DE ACCIONES QUE DISMINUYAN LA CONGESTIÓN.....	97
3.7.1	Acciones Operacionales .....	97
3.7.2	Acciones Físicas .....	98
3.8	APLICACIÓN DEL SOFTWARE PTV VISSIM 2024.....	99

## **CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

		PÁGINA
4.1	CONCLUSIONES.....	106
4.2	RECOMENDACIONES .....	109

### BIBLIOGRAFÍA

### ANEXOS

ANEXO 1: AFORO DE VELOCIDADES DE PUNTO

ANEXO 2: VOLUMEN DE TRÁFICO

ANEXO 3: RESUMEN DEL AFORO DE VOLUMEN

ANEXO 4: DEPURACIÓN DE VOLÚMENES DE TRÁFICO

ANEXO 5: CONGESTIÓN RESPECTO A LA VELOCIDAD

ANEXO 6: CONGESTIÓN RESPECTO AL VOLUMEN DE TRÁFICO

ANEXO 7: CONGESTIÓN RESPECTO AL ESTACIONAMIENTO

ANEXO 8: VELOCIDAD Y VOLUMEN EN CONGESTIÓN



ANEXO 9: VELOCIDAD Y ESTACIONAMIENTO

ANEXO 10: VOLUMEN ESTACIONAMIENTO

ANEXO 11: FOTOGRAFÍAS

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1 Distribución del parque automotor por tipo de servicio 2023 .....	3
Figura 2.1 Congestionamiento vehicular .....	24
Figura 2.2 Representación esquemática del concepto de la congestión de tránsito ...	27
Figura 2.9.1: Ubicación del área en estudio .....	33
Figura 2.9.2: Editor de cada tramo .....	34
Figura 2.9.3: Dibujo del tramo en estudio.....	34
Figura 2.9.4: Unión de intersecciones.....	35
Figura 2.9.5: Dibujo del conector .....	35
Figura 2.9.6: Composición de vehículos.....	36
Figura 2.9.7: Dibujo de la ruta de circulación .....	36
Figura 2.9.8: Dibujo de semáforos .....	37
Figura 2.9.9: Tiempo de ciclo.....	37
Figura 2.9.10: Aplicación de PTV VISSIM Versión Estudiantes .....	38
Figura 3.1 Ubicación del Proyecto .....	39
Figura 3.2 Zona en Estudio .....	40
Figura 3.3 Punto 1 C/Sucre entre Ingavi y Bolívar .....	40
Figura 3.4 Punto 2 C/Sucre entre 15 de Abril y La Madrid .....	41
Figura 3.5 Punto 3 C/ General Trigo entre Ingavi y Bolívar.....	41
Figura 3.6 Punto 4 C/ General Trigo entre 15 De Abril y La Madrid.....	41
Figura 3.7 Punto 5 C/ General Trigo entre Virginio Lema y 15 De Abril.....	42
Figura 3.8 Punto 6 C/Campero entre Bolívar y Domingo Paz.....	42
Figura 3.9 Punto 7 C/Campero entre Ingavi y Bolívar .....	42
Figura 3.10 Punto 8 C/Campero entre Virginio Lema y 15 de Abril.....	43
Figura 3.11 Punto 9 C/Juan Misael Saracho entre Bolívar y Domingo Paz .....	43
Figura 3.12 Punto 10 C/Juan Misael Saracho entre Bolívar e Ingavi.....	43
Figura 3.13 Punto 11 C/Juan Misael Saracho entre La Madrid y 15 De Abril.....	44
Figura 3.14 Punto 12 C/Juan Misael Saracho entre 15 de Abril y Virginio Lema .....	44

Figura 3.15 Punto 13 C/Ballivián entre Ingavi y Bolívar .....	44
Figura 3.16 Punto 14 C/Ballivián entre La Madrid e Ingavi.....	45
Figura 3.17 Punto 15 C/Ballivián entre 15 De Abril Y La Madrid.....	45
Figura 3.18 Histograma de horas pico .....	47
Figura 3.20 Congestión respecto a la velocidad.....	75
Figura 3.21 Congestión respecto al volumen de trafico .....	77
Figura 3.22 Congestión respecto al estacionamiento.....	78
Figura 3.23 Velocidad y Volumen en congestión .....	80
Figura 3.24 Velocidad y estacionamiento .....	81
Figura 3.25 Volumen y estacionamiento .....	82
Figura 3.8 Situación Actual de la Calle Sucre.....	100
Figura 3.8.1 Parque automotor 2022 .....	101
Figura 3.8.2 Parque automotor 2023 .....	101
Figura 3.8.3 Distribución vehicular 2023 .....	102
Figura 3.8.4 Simulación Pico y Placa de la Calle Sucre .....	104
Figura 3.8.5 Restricción De Vehículos Por Dia.....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1.1 Variable de Congestión Vehicular.....	5
Tabla 1.2 Variable del Efecto en el Comportamiento Vehicular.....	6
Tabla 2.1 Dimensión de automóviles.....	22
Tabla 2.2 Dimensión de camiones .....	22
Tabla 2.3 Dimensión de autobuses .....	23
Tabla 3.1 Datos para determinar el horario pico .....	46
Tabla 3.2 Puntos de Aforo .....	48
Tabla 3.3 Velocidad del Punto 1 .....	50
Tabla 3.4 Velocidad Promedio Total .....	52
Tabla 3.5 Aforo de Volumen.....	53
Tabla 3.6 Resumen del Aforo de Volumen del Punto1 .....	57
Tabla 3.7 Resumen Volúmenes Finales.....	57
Tabla 3.8 Depuración de volúmenes de tráfico P1 .....	59
Tabla 3.9 Resumen Volúmenes Finales Depurados .....	59

Tabla 3.10 Inventario de Placas Punto 2 .....	61
Tabla 3.11 Inventario de Placas Punto 4 .....	62
Tabla 3.12 Inventario de Placas Punto 5 .....	63
Tabla 3.13 Inventario de Placas Punto 6 .....	64
Tabla 3.14 Inventario de Placas Punto 7 .....	65
Tabla 3.15 Inventario de Placas Punto 8 .....	66
Tabla 3.16 Inventario de Placas Punto 9 .....	67
Tabla 3.17 Inventario de Placas Punto 10 .....	68
Tabla 3.18 Inventario de Placas Punto 11 .....	70
Tabla 3.19 Inventario de Placas Punto 12 .....	71
Tabla 3.20 Inventario de Placas Punto 13 .....	72
Tabla 3.21 Inventario de Placas Punto 14 .....	73
Tabla 3.22 Inventario de Placas Punto 15 .....	74
Tabla 3.23 Resumen de Oferta y Demanda de estacionamientos.....	74
Tabla 3.6.3 Tiempos de fases.....	84
Tabla 3.6.4 Tiempos de fases en las intersecciones en estudio .....	95
Tabla 3.8 RESTRICCIÓN PICO Y PLACA.....	104
Tabla 3.8.1 RESTRICCIÓN DE VEHÍCULOS POR DIA.....	105