

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**



**“ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL TRANSPORTE PÚBLICO  
NO SINDICALIZADO EN LAS RUTAS CRÍTICAS DE LA  
CIUDAD DE TARIJA”**

**Por:**

**IVETTE MARIEL ROMERO APARICIO**

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 I – 2022**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**

**“ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL TRANSPORTE PÚBLICO  
NO SINDICALIZADO EN LAS RUTAS CRÍTICAS DE LA  
CIUDAD DE TARIJA”**

**Por:**

**IVETTE MARIEL ROMERO APARICIO**

**Proyecto elaborado en la asignatura:**

**CIV-502 PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II**

**SEMESTRE I – 2022**

**TARIJA – BOLIVIA**

## ***DEDICATORIA***

*A mis padres por haberme forjado como la persona que hoy en día soy y por su apoyo incondicional.*

*A todas las personas que a lo largo de esta etapa han formado parte de mi vida, por haber sido una fuente de inspiración, apoyo y hacer de todo este tiempo de estudio una época inolvidable.*

## ÍNDICE DE CONTEIDO

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

	Página
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.3.1. Situación problemática.....	3
1.3.2. Problema .....	4
1.4. OBJETIVOS DE PROYECTO DE APLICACIÓN .....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. HIPÓTESIS.....	5
1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES.....	5
1.6.1. Variables independientes .....	5
1.6.2. Variables dependientes .....	5
1.6.3. Operacionalización de variables .....	5
1.7. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS Y LA INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	6
1.8. ALCANCE DEL ESTUDIO DE APLICACIÓN .....	9

### CAPÍTULO II

#### ASPECTOS GENERALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

	Página
2.1. DEFINICIÓN.....	11
2.2. ALCANCES DE LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO .....	11
2.3. PROBLEMAS DE TRÁNSITO Y SU SOLUCIÓN .....	14
2.3.1. Factores que intervienen en el problema de tránsito.....	14

2.3.2. Tipos de solución .....	15
2.3.3. Bases para la solución .....	17
2.3.3.1.La ingeniería de tráfico.....	18
2.3.3.2.Educación vial.....	18
2.3.3.3.Normas y reglamentos adecuados.....	18
2.3.3.4.Vigencia y control policial.....	18
2.3.4. Metodología .....	19
2.4. ELEMENTOS DEL TRÁNSITO .....	20
2.4.1. El usuario .....	20
2.4.1.1.El peatón .....	20
2.4.1.2.El conductor.....	20
2.4.2. El vehículo .....	22
2.4.2.1.Clasificación y características del vehículo de proyecto.....	22
2.4.2.2.Vehículos ligeros de proyecto.....	22
2.4.2.3.Vehículos pesados de proyecto.....	23
2.4.2.4.Clasificación de vehículos según norma de diseño.....	23
2.4.3. La vialidad o vía.....	24
2.4.4. Ruta crítica.....	24
2.4.4.1.Rutas críticas en la ciudad de Tarija.....	25
2.5. PARÁMETROS DE INGENIERÍA DE TRÁFICO .....	25
2.5.1. Velocidad .....	25
2.5.2. Consideraciones generales.....	26
2.5.3. Velocidad de punto.....	27
2.5.3.1.Estudios de velocidad de punto.....	27
2.5.4. Velocidad de recorrido .....	30
2.5.4.1.Estudios de velocidad de recorrido .....	30
2.5.5. Velocidad de marcha.....	30
2.5.6. Velocidad de proyecto.....	31
2.6. VOLUMEN DE TRÁNSITO .....	31
2.6.1. Características de los volúmenes de tránsito .....	31
2.6.2. Distribución y composición del volumen de tránsito.....	32

2.6.3. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda .....	32
2.6.4. Estudio de volúmenes de tránsito.....	33
2.6.5. Aforos.....	34
2.6.6. Métodos de aforo.....	35
2.6.6.1.Métodos manuales.....	35
2.6.6.2.Métodos automáticos.....	36
2.7. CAPACIDAD VIAL.....	37
2.7.1. Principios y conceptos generales .....	37
2.7.1.1.Capacidad vial.....	37
2.7.2. Capacidad en vías interrumpidas .....	37
2.7.2.1.Capacidad teórica .....	38
2.7.2.2.Capacidad práctica .....	39
2.7.2.3.Capacidad real.....	39
2.7.2.4.Factores de reducción.....	39
2.7.3. Capacidad en intersecciones con semáforo .....	41
2.8. NIVEL DE SERVICIO.....	42
2.8.1. Niveles de servicio en intersecciones con semáforo .....	46
2.8.2. Criterios de análisis de capacidad y nivel de servicio .....	48
2.8.3. Determinación del nivel de servicio.....	51
2.9. TRANSPORTE PÚBLICO.....	52
2.9.1. Calidad y eficiencia del transporte público .....	53
2.9.2. Clasificación del transporte público.....	53
2.9.3. Transporte público urbano .....	54
2.9.3.1.Autobús.....	54
2.9.3.2.Taxi.....	54
2.9.3.3.Transporte público informal .....	55
2.9.4. Ventajas y desventajas del transporte público .....	56
2.10. TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE TARIJA.....	58
2.10.1. Generalidades.....	58
2.10.2. Transporte habitual usado .....	58

## CAPÍTULO III

### APLICACIÓN PRÁCTICA

	Página
3.1. IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	60
3.2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	62
3.3. ESTUDIOS DE TRÁFICO EN EL ÁREA DEFINIDA.....	62
3.3.1. Determinación de las horas pico .....	62
3.3.2. Volumen de tráfico.....	64
3.3.3. Capacidad y nivel de servicio .....	69
3.3.3.1. Tiempos de semáforo .....	72
3.3.4. Velocidad .....	73
3.4. DETERMINACIÓN DE LA INCIDENCIA DEL TRANSPORTE PÚBLICO NO SINDICALIZADO .....	75
3.4.1. Volumen .....	76
3.4.2. Capacidad .....	77
3.4.3. Nivel de servicio .....	78
3.4.4. Velocidad .....	81
3.5. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE CIRCULACIÓN VEHICULAR .....	83

## CAPÍTULO IV

### ASPECTOS GENERALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

	Página
4.1. CONCLUSIONES.....	89
4.2. RECOMENDACIONES.....	94

### BIBLIOGRAFÍA

## **ANEXOS**

ANEXO I TABULACIÓN DE DATOS

ANEXO II VOLÚMENES TOTALES

ANEXO III TIEMPOS DE CICLO

ANEXO IV CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

ANEXO V VELOCIDAD

ANEXO VI ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA

ANEXO VII OPTIMIZACIÓN DE SEMÁFOROS

ANEXO VIII RESTRICCIÓN DE ESTACIONAMIENTOS

ANEXO IX ADECUACIÓN DE TIEMPOS DE FASE

ANEXO X RESTRICCIÓN VEHICULAR POR PLACA

ANEXO XI PLANOS



## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Operacionalización de variables .....	6
Tabla 2: Clasificación se vehículos según el Servicio Nacional de Caminos .....	23
Tabla 3: Medidas de eficiencia.....	51
Tabla 4: Niveles de servicio en intersecciones con semáforos.....	51
Tabla 5: Niveles de servicio en intersecciones sin semáforos.....	52
Tabla 6: Puntos de estudio .....	61
Tabla 7: Datos tabulados (7:00 - 8:00) intersección Corrado - Colón.....	65
Tabla 8: Datos tabulados (12:00 - 13:00) intersección Corrado - Colón.....	66
Tabla 9: Datos tabulados (18:00 - 19:00) intersección Corrado - Colón.....	67
Tabla 10: Volúmenes totales intersección Corrado - Colón .....	68
Tabla 11: Cálculo de la capacidad y nivel de servicio intersección Corrado - Colón .....	71
Tabla 12: Tiempos de ciclo intersección Av. La Paz y Av. Jaime Paz .....	72
Tabla 13: Velocidad media de circulación.....	74
Tabla 14: Incidencia de taxis informales en volumen, capacidad y nivel de servicio .....	80
Tabla 15: Incidencia de taxis informales no sindicalizado en velocidad.....	81
Tabla 16: Coordinación de semáforos intersección Av. La Paz - Av. Belgrano.....	84
Tabla 17: Restricción de estacionamientos .....	85
Tabla 18: Adecuación de tiempos de fase.....	86
Tabla 19: Restricción vehicular por placa.....	87
Tabla 20: Intersecciones más críticas .....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Tipos de soluciones parciales de alto costo.....	16
Figura 2: Solución parcial de bajo costo.....	17
Figura 3: Ruta crítica .....	24
Figura 4: Ruta crítica en la ciudad de Tarija .....	25
Figura 5: Variación del volumen en la hora de máxima demanda .....	33
Figura 6: Contador manual electrónico TMC/48 .....	36
Figura 7: Capacidad teórica para accesos de dos sentidos .....	38
Figura 8: Capacidad teórica para accesos de un sentido .....	39
Figura 9: Nivel de servicio A .....	43
Figura 10: Nivel de servicio B.....	44
Figura 11: Nivel de servicio C.....	44
Figura 12: Nivel de servicio D .....	45
Figura 13: Nivel de servicio E.....	45
Figura 14: Nivel de servicio F.....	46
Figura 15: Taxi sindicalizado y taxi no sindicalizado .....	59
Figura 16: Intersecciones de estudio.....	62
Figura 17: Histograma de horas pico .....	63
Figura 18: Aforo vehicular intersección Colón - Ingavi .....	64
Figura 19: Medición ancho de acceso calle Ingavi.....	70
Figura 20: Medición ancho de acceso calle O'Connor .....	70
Figura 21: Medición fases de semáforo intersección Av. La Paz - Av. Jaime Paz .....	72
Figura 22: Medición tiempos de recorrido Av. La Paz.....	73
Figura 23: Volumen con y sin taxis informales.....	76
Figura 24: Incidencia de volumen .....	76
Figura 25: Capacidad vehicular .....	77
Figura 26: Incidencia del nivel de servicio por acceso .....	78
Figura 27: Incidencia del nivel de servicio por intersección.....	79
Figura 28: Velocidad media de circulación.....	82
Figura 29: Velocidad media de taxis informales .....	82

Figura 30: Restricción del transporte público no sindicalizado .....	83
Figura 31: Accesos con estacionamientos restringidos .....	85
Figura 32: N.S con restricción por placa de dos dígitos .....	88
Figura 33: N.S. con restricción por placa de cinco dígitos .....	88
Figura 34: Incidencia del N.S. por accesos .....	89
Figura 35: Incidencia del N.S. por intersección .....	89
Figura 36: Composición del tráfico .....	90
Figura 37: Composición del transporte público .....	91
Figura 38: Composición del transporte público liviano (taxis) .....	91
Figura 39: Incidencia de taxis informales en las rutas analizadas .....	91
Figura 40: Niveles de servicio críticos.....	92