

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



**“ESTUDIO DE SEMAFORIZACIÓN Y SEÑALIZACIÓN EN EL SECTOR DE**  
**LA ROTONDA DEL MÁSTIL”**

Por:

**JEFFREY MAURICIO CASTRO ARENAS**

**Semestre II - 2022**  
**TARIJA-BOLIVIA**

**Dedicatoria:**

El presente trabajo se lo dedico a Dios y mi familia.

A Dios por permitirme llegar hasta este momento, por guiarme, corregirme y no soltarme de su mano.

A mi familia, mi madre por su esfuerzo, mi padre por su sacrificio y mis hermanas por su apoyo y confianza depositada en mí.

**ÍNDICE GENERAL**  
**CAPÍTULO I**  
**DISEÑO TEÓRICO Y METODOLÓGICO**

	Página
1.1	Introducción ..... 1
1.2	Justificación ..... 2
1.3	Planteamiento del problema..... 2
1.3.1	Problema ..... 2
1.4	Objetivos ..... 3
1.4.1	Objetivo general ..... 3
1.4.2	Objetivos específicos ..... 3
1.5	Diseño metodológico ..... 4
1.5.1	Métodos y técnicas empleadas..... 4
1.6	Hipótesis ..... 4
1.7	Población..... 4
1.8	Muestra ..... 4
1.9	Alcance ..... 5

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTO TEÓRICO**

	Página
2.1	Definición de rotonda ..... 6
2.1.1	Importancia de las rotondas ..... 6
2.1.2	Aspectos generales de una rotonda ..... 7
2.2	Ingeniería de tráfico vehicular ..... 7
2.2.1	Factores que influyen en el flujo vehicular ..... 8
2.2.2	Factor de hora pico..... 8
2.2.3	Duración del período de análisis ..... 8
2.3	Factores de un estudio de tráfico vehicular..... 8

2.3.1	Volumen.....	8
2.3.2	Estacionamientos.....	10
2.3.3	Semaforización.....	11
2.3.4	Señalización .....	19
2.3.5	Métodos de aforos vehiculares.....	25
2.3.6	Niveles de servicio de una intersección .....	26
2.3.7	Intersecciones semaforizadas .....	28
2.3.8	Capacidad vehicular de una rotonda .....	38
2.3.9	Intersecciones no semaforizadas .....	42

### **CAPÍTULO III**

#### **APLICACIÓN PRÁCTICA**

	Página	
3.1	Determinación de parámetros del tráfico vehicular de la rotonda del mastil..	46
3.1.1	Recolección de datos de campo .....	46
3.2	Selección de la zona de análisis .....	47
3.3	Determinación de horas pico .....	49
3.3.1	Aforos de tráfico .....	50
3.4	Determinación de aforos vehiculares en el sector de la rotonda del mástil ....	51
3.5	Resultados del estudio de la capacidad de estacionamientos.....	70
3.5.1	Oferta de estacionamientos .....	71
3.5.2	Demandas de estacionamientos.....	73
3.6	Semáforos .....	76
3.7	Señalización .....	80
3.8	Capacidad.....	81
3.9	Niveles de servicio .....	87
3.10	Paradas de transporte .....	90
3.11	Sector Gremial .....	91

3.12	Surtidor Agrupa en la rotonda del mástil.....	93
3.13	Alternativas de solución.....	93

**CAPÍTULO IV**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

		Página
4.	Conclusiones y Recomendaciones .....	99
4.1	Conclusiones .....	99
4.2	Recomendaciones .....	110

**Bibliografía**

**ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO I	Aforo vehicular
ANEXO II	Cálculo en intersecciones semaforizadas
ANEXO III	Cálculo en intersecciones no semaforizadas
ANEXO IV	Semaforización
ANEXO V	Planos a detalle

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Volúmenes mínimos .....	16
Tabla 2. Volúmenes mínimos por demoras en calle secundaria .....	16
Tabla 3. Volumen mínimo de vehículos y peatones .....	17
Tabla 4. Datos requeridos para las intersecciones señaladas .....	29
Tabla 5. Criterios para las intersecciones señaladas .....	32
Tabla 6. Factores de ajuste para la tasa de flujo de saturación .....	36
Tabla 7. Criterios de nivel de servicio para intersecciones AWSC .....	45
Tabla 8. Puntos de estudio del sector de la rotonda del mástil .....	48
Tabla 9. Factores de equivalencia de vehículos .....	50
Tabla 10. Comparativa de aforos finales en el sector de la rotonda del mástil.....	51
Tabla 11. Comparativa de aforos finales en el sector de la rotonda del mástil.....	54
Tabla 12. Comparativa de aforos finales en el sector de la rotonda del mástil.....	56
Tabla 13. Coeficientes intersección 3 .....	59
Tabla 14. Coeficientes intersección 4 .....	59
Tabla 15. Coeficientes intersección 8 .....	59
Tabla 16. Coeficientes intersección 10 .....	60
Tabla 17. Promedio de índices .....	60
Tabla 18. Aforos finales 7:00 – 8:00 am.....	60
Tabla 19. Aforos finales 12:00 – 13:00 pm. ....	63
Tabla 20. Comparativa de aforos finales 17:00 – 18:00 pm. ....	65
Tabla 21. Aforos finales promedio - tres horarios .....	68
Tabla 22. Oferta de estacionamientos .....	71
Tabla 23. Demanda de estacionamientos .....	73
Tabla 24. Tiempo de ciclo de semáforos .....	76
Tabla 25. Condiciones para semáforos .....	78
Tabla 26. Señalización existente .....	80
Tabla 27. Capacidad (veh/hr).....	81
Tabla 28. Comparativa de la capacidad vehicular y la capacidad en uso .....	84

Tabla 29. Niveles de servicio.....	87
Tabla 30. Tiempo de ciclo de semáforos .....	95
Tabla 31. Señalizaciones.....	96
Tabla 32. Nivel de servicio sin solución en el horario 17:00 - 18:00 am. ....	97
Tabla 33. Niveles de servicio.....	99
Tabla 34. Demanda de estacionamientos.....	102
Tabla 36. Señalizaciones a ser implementadas .....	106
Tabla 37. Capacidad (veh/hr).....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Descripción de la Rotonda.....	6
Figura 2. Tipos de semaforización.....	12
Figura 3. Semáforos peatonales .....	13
Figura 4. Significado de los colores del semáforo .....	15
Figura 5. Tiempo determinado de ciclos de semáforos .....	19
Figura 6. Señales de tráfico preventivas .....	23
Figura 7. Señales de tráfico preventivas .....	24
Figura 8. Señalización preventiva.....	24
Figura 9. Niveles de servicio.....	27
Figura 10. Metodología de intersecciones semaforizadas .....	31
Figura 11. Casos de análisis para las intersecciones de parada total .....	44
Figura 12. Zona de estudio sector de la rotonda del mástil.....	46
Figura 13. Mapa de la zona de estudio e intersecciones de estudio.....	47
Figura 14. Diagrama espacio tiempo intersección 3 .....	76
Figura 15. Diagrama espacio tiempo intersección 5.....	76
Figura 16. Diagrama espacio tiempo intersección 9.....	77
Figura 17. Diagrama espacio tiempo intersección 10.....	77



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
Gráfica 1: Horas pico (vehículos) - 5 de octubre .....	49
Gráfica 2.Ingreso a la rotonda.....	90
Gráfica 3.Ingreso a la rotonda desde la parada del norte .....	90
Gráfica 4. Antes de intersección 5 .....	91
Gráfica 6. Ingreso Intersección 6 .....	92
Gráfica 7. Ingreso Intersección 8 .....	92
Gráfica 8. Surtidor Agrupa.....	93