

FACULTAD DE “CIENCIAS Y TECNOLOGIA”
CARRERA DE “INGENIERIA CIVIL”
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION



**INFLUENCIA DEL NIVEL DE SERVICIO A PARTIR DE LA
SEMAFORIZACION DE INTERSECCIONES APLICADA AL AREA CENTRAL
DE LA CIUDAD DE TARIJA**

Por:

PABLO ANTONIO COPA MAMANI

Tesis presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISHAEL SARACHO”**, como requisito para optar el grado académico de la Licenciatura en Ingeniería Civil.

Semestre I - 2020

Tarija - Bolivia

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE “CIENCIAS Y TECNOLOGIA”
CARRERA DE “INGENIERIA CIVIL”

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION

“INFLUENCIA DEL NIVEL DE SERVICIO A PARTIR DE LA SEMAFORIZACION
DE INTERSECCIONES APLICADA AL AREA CENTRAL DE LA CIUDAD DE
TARIJA”

Por:

PABLO ANTONIO COPA MAMANI

PROYECTO DE GRADO II – CIV 502

Semestre I - 2020

Tarija - Bolivia

.....
M.Sc. Ing. Ernesto R. Álvarez Gozalvez

DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGIA

.....
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGIA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Oscar Chávez Calla

.....
Ing. Marcelo Pacheco Núñez

.....
Ing. Marcelo Segovia Cortez



Instituto de Formación Integral

AUTORIZADO POR EL MINISTERIO DE EDUCACION CON RES. MIN. No. 483
SECRETARIADOS - ADMINISTRACION - IDIOMAS : INGLES - PORTUGUES - ESPAÑOL
Calle Carlos Paz No. 1266 - Esq. Avda. Membrillos - Teléfono 6631021
TARIJA - BOLIVIA

CERTIFICADO DE CORRECCIÓN GRAMATICAL

La suscrita Prof. Daysi Cassasola M. de la Sección de Lenguaje del Instituto de Formación Integral, de esta ciudad.-----

C E R T I F I C A :

Que revisado el Proyecto de Grado "Influencia del Nivel de Servicio a Partir de la Semaforización de Intersecciones Aplicada al Área Central de la Ciudad de Tarija", correspondiente al Universitario de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho", Sr. COPA MAMANI PABLO ANTONIO, está correctamente redactado y sin ningún error ortográfico de acuerdo a la Lengua Castellana.

Es cuanto informo en honor a la verdad y para los fines consiguientes.

Tarija, Marzo de 2020



Daysi Cassasola
As.Ped. Daysi Cassasola M.
PROFESORA DE LENGUAJE

DEDICATORIA

A DIOS

Por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional y por ser mi guía en el largo camino de la vida.

A MIS PADRES:

SR. PABLO COPA V.

SRA. ROSMERY MAMANI A.

Por haberme dado fortaleza, buenas enseñanzas, consejos y valores, por brindarme su cariño y apoyo incondicional que necesite para realizar este objetivo en mi vida profesional.

A MIS HERMANOS:

PAOLA

CARLOS

Por estar siempre a mi lado y apoyarme en todo momento, por compartir momentos significativos conmigo y por el gran cariño que nos une.

AGRADECIMIENTO

A MIS PADRES Y FAMILIARES

Que me han apoyado en los buenos y malos momentos, por su fortaleza y motivación durante mis años de estudio.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEEL SARACHO Y DOCENTES

Por haberme acogido en sus aulas y haberme brindado una buena formación académica a través de cada uno de los docentes, quienes de manera desinteresada compartieron sus conocimientos y quienes han sido siempre un ejemplo de superación tanto en el campo profesional como personal.

A MIS AMIGOS

Por sus ánimos y compañía durante estos y tantos años, y a todos aquellos que de una u otra manera me apoyaron para que pueda cumplir esta meta.

A TODOS ELLOS MUCHAS GRACIAS.

INDICE

RESUMEN

CAPITULO I INTRODUCCION

	Pág.
1.1. Justificación	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.2.1. Situación problemática	3
1.2.2. Problema	4
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Diseño metodológico	5
1.4.1. Componentes	5
1.4.2. Métodos y técnicas empleadas	7
1.4.3. Proceso de aplicación	9
1.5. Alcance	11

CAPITULO II

DEFINICIONES BASICAS Y CONCEPTOS DE LA INGENIERIA DE TRAFICO

	Pág.
2.1. Definición de tránsito	12
2.2. Objetivos y alcance de la ingeniería de tráfico	12
2.2.1. Características del tránsito	13
2.2.2. Reglamentación del tránsito	13
2.2.3. Señalamiento y dispositivos de control	13
2.2.4. Planificación vial	13
2.3. Variables importantes	14
2.4. Elementos básicos de tránsito	16
2.4.1. El usuario	17
2.4.2. El vehículo	18

2.4.3. La vía	19
2.5. Intersecciones viales	21
2.5.1. Intersección a nivel	22
2.5.2. Tipos de intersecciones a nivel	22
2.6. Diseño geométrico de intersecciones	24
2.6.1. Composición de tránsito	24
2.6.2. Criterios generales para el diseño de intersecciones	24
2.7. Dispositivos para el control de tránsito	25
2.8. Capacidad vial y niveles de servicio	27
2.8.1. Capacidad vial	28
2.8.2. Nivel de servicio	30
2.9. Semaforización	32
2.9.1. Semáforos de tiempo fijo	33

CAPITULO III

METODOLOGIA HCM 2000 (Manual de capacidad de carreteras)

	Pág.
3.1. Generalidades de la metodología	40
3.2. Criterios de los niveles de servicio (LOS)	43
3.3. Metodología de análisis operacional	44
3.3.1. Parámetros de entrada “modo automóvil	44
3.3.2. Agrupación de carriles y tasas de flujo de demanda	50
3.3.3. Tasa de flujo de saturación	52
3.3.4. Capacidad “c” y relación volumen-capacidad “V/c	58
3.3.5. Medidas de efectividad	60

CAPITULO IV

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

	Pág.
4.1. Ubicación y definición de intersecciones	65
4.2. Zonificación	66

4.3.	Características de la intersección	67
4.4.	Ficha de aforo vehicular	67
4.5.	Análisis de parámetros obtenidos en campo	69
4.5.1.	Análisis de volumen de tráfico vehicular	69
4.5.2.	Análisis de velocidades	71
4.5.3.	Análisis de ciclos semafórico	72
4.6.	Parámetros de entrada	74
4.7.	Cálculo de los módulos de análisis para la condición actual	76
4.8.	Modelo de microsimulación software vissim	79
4.8.1.	Señales de control	80
4.9.	Resultados de intersecciones estudiadas	81
4.10.	Propuestas de mejoras	82
4.10.1.	Análisis de ciclo semafórico óptimo	82
4.10.2.	Análisis de volumen vehicular por hora	85
4.10.3.	Longitudes de colas	86
4.10.4.	Comparación de resultados	87
4.10.5.	Demoras vehiculares	89
4.10.6.	Análisis de proyección de volúmenes vehiculares	90

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

		Pág.
5.1.	Conclusiones	94
5.2.	Recomendaciones	96

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ANEXO 1 DESCRIPCION DE INTERSECCIONES

ANEXO 2 VOLUMEN VEHICULAR DE LA INTERSECCIONES (Hora pico y promedio)

ANEXO 3 REGISTRO DE VELOCIDADES EN LAS VIAS

ANEXO 4 REGISTRO DE CICLOS SEMAFORIZADOS

ANEXO 5 PLANILLAS DE PARAMETROS DE ENTRADAS

ANEXO 6 PLANILLAS DE RESULTADOS DEL NIVEL DE SERVICIO EN LAS INTERSECCIONES

ANEXO 7 CALCULO DEL TIEMPO OPTIMO SEMAFORICO

ANEXO 8 COMPARACIÓN DEL VOLUMEN VEHICULAR (Volumen en campo, 1ra. alternativa y 2da. alternativa)

ANEXO 9 RESULTADOS DE LONGITUD MAXIMA DE COLAS EN LAS INTERSECCIONES

ANEXO 10 COMPARACION DE DEMORAS (Situación existente, 1ra. alternativa y 2da. alternativa)

ANEXO 11 PLANOS

ANEXO 12 PANEL FOTOGRAFICO

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Factores que afectan al conductor	17
Tabla 2: Dimensiones máximas permitidas	19
Tabla 3: Nivel de servicio	31
Tabla 4: Niveles de servicio LOS	43
Tabla 5: Parámetros de entrada para el analizar los grupos de carriles	44
Tabla 6: Relación pelotón y tipo de llegadas	48
Tabla 7: Grupos de carriles y grupos de movimientos	51
Tabla 8: Valores recomendados de I para cada grupo de carriles	62
Tabla 9: Descripción de las intersecciones en estudio	67
Tabla 10: Clase de vehículos considerados en el estudio	68
Tabla 11: Volumen vehicular hora pico de la intersección Colón – La Madrid	70
Tabla 12: Análisis estadístico del volumen vehicular	71
Tabla 13: Registro de tiempos de recorrido de la calle Sucre	71
Tabla 14: Registro de ciclo semafórico en la intersección Colón – 15 de Abril	73
Tabla 15: Planilla de parámetros de entrada de la intersección Colón – 15 de Abril	75
Tabla 16: Módulo de ajuste de volumen intersección Colón – 15 de Abril	76
Tabla 17: Módulo de flujo de saturación intersección Colón – 15 de Abril	77
Tabla 18: Módulo de análisis de capacidad intersección Colón – 15 de Abril	77
Tabla 19: Demora por cola inicial total, intersección Colón – 15 de Abril	78
Tabla 20: Módulo de nivel de servicio, intersección Colón – 15 de Abril	78
Tabla 21: Resultados obtenidos por el método HCM 2000 y el software PTV Vissim	81
Tabla 22: Intervalos de cambio de fases en la intersección Colón – Bolívar	83
Tabla 23: Tiempos de ciclo óptimo para las seis intersecciones modificadas	84
Tabla 24: Nueva distribución de los tiempos o fases de la longitud de ciclo	84
Tabla 25: Volúmenes producto de las mejoras	85
Tabla 26: Longitud de cola máxima, intersección Campero – Bolívar	86
Tabla 27: Análisis y comparación de resultados de alternativas	88

Tabla 28: Incremento de volumen vehicular a lo largo de la calle Sucre en las intersecciones semáforizadas	90
Tabla 29: Tasas de crecimiento vehicular anual 2010 – 2019	91
Tabla 30: Tasa de crecimiento vehicular anual estimada	92
Tabla 31: Cálculo de demoras y nivel de servicio luego de la proyección y redistribución al 2024 del volumen vehicular en las intersecciones	92

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Croquis de puntos a estudiar	6
Figura 2: Representación esquemática de intersecciones a nivel y desnivel	22
Figura 3: Diagrama de fases en una intersección con semáforos	34
Figura 4: Esquema de intervalo de cambio de fase	35
Figura 5: Modelo básico del flujo de saturación	36
Figura 6: Tres enfoques de evaluación	42
Figura 7: Movimientos y numeración del tráfico	42
Figura 8: Asignación de fases y tipos de movimiento	43
Figura 9: Esquema metodológico para el análisis de intersecciones con semáforos	44
Figura 10: Zonas de conflicto entre peatones y vehículos	56
Figura 11: Ubicación geográfica del proyecto	65
Figura 12: Recorrido del área en estudio	66
Figura 13: Formato para aforo de tráfico vehicular	68
Figura 14: Variación horaria del volumen total, intersección Colón – La Madrid	70
Figura 15: Velocidad promedio de la calle Sucre en cada intersección	72
Figura 16: Fase de semáforo en la intersección Colón – 15 de Abril	73
Figura 17: Fase de semáforo en la intersección Campero – Ingavi	73
Figura 18: Fase de semáforo en la intersección Campero – Corrado	74
Figura 19: Elaboración de los carriles en el software Vissim	79
Figura 20: Simulación de una intersección	80
Figura 21: Configuración de los sistemas semafóricos calle Sucre	80
Figura 22: Ciclo semafórico de la alternativa propuesta 1 en PTV Vissim 2020	85
Figura 23: Volumen de vehículos en la calle Sucre con la propuestas	86
Figura 24: Evaluación comparativa de longitudes máxima de colas	87
Figura 25: Evaluación comparativa de demoras en la calle Sucre	89
Figura 26: Gráfico de tendencia, cantidad de vehículos vs. cantidad de años	91