

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“COMPORTAMIENTO DEL TRAFICO VEHICULAR Y
SIMULACION DEL PUENTE 4 DE JULIO DE LA CIUDAD DE
TARIJA”**

Por:

TEJERINA FLORES YESHIKA GABRIELA

Trabajo 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 II-2022
TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación primeramente a Dios quien me ayuda diariamente. Asimismo, se la dedico a mi querido padre, mi querida madre y hermanos por constituir el pilar fundamental en mi recorrido profesional y con su confianza sobre mi capacidad, me motivan a salir adelante, cuando las fuerzas para cumplir mis metas me abandonan. Ellos con su comprensión me dan el apoyo para cumplir con todo lo que me propongo en la vida.

INDICE

CAPITULO I INTRODUCCION

	Página
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Introducción.....	2
1.3. Planteamiento del problema	3
1.3.1. Situación problemática.....	3
1.3.2. Formulación del problema	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivos General.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Justificación	5
1.6. Metodología.....	6
1.6.1. Tipo de investigación o estudio	6
1.6.2. Población y muestra	6
1.6.3. Muestreo.....	6
1.6.4. Métodos.....	7
1.6.5. Técnicas.....	7
1.6.6. Instrumentos	7
1.7. Alcance del proyecto	9

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEORICO DEL TRAFICO VEHICULAR

	Página
2.1. Elementos del transito	10
2.1.1. Usuario	10
2.1.2. Vehículo	11
2.1.3. Vía o viabilidad	14
2.2. Parámetros de trafico	17
2.2.1. Velocidad	17

2.2.2.	Densidad de trafico	19
2.2.3.	Volúmenes de transito.....	19
2.2.4.	Características de volumen de trafico	20
2.3.	Métodos de aforo de volumen.....	22
2.4.	Capacidad y niveles de servicio.....	24
2.4.1.	Capacidad vehicular	24
2.4.2.	Nivel de servicio	27
2.5.	Señalización vial.....	29
2.5.1.	Definición y función de la señalización vial.....	29
2.5.2.	Señales	30
2.5.3.	Marcas en el pavimento	31
2.5.3.1.	Clasificación.....	31
2.5.3.2.	Significado de formas y colores	31
2.5.4.	Línea en el pavimento	32
2.5.4.1.	Líneas centrales	32
2.5.4.2.	Líneas limitadoras de calzada.....	32
2.5.4.3.	Líneas separadoras de carril.....	33
2.5.4.4.	Líneas canalizadoras.....	34
2.5.4.5.	Línea de parada.....	35
2.5.4.6.	Línea de cruce de peatones.....	36
2.5.4.7.	Línea de aproximación de obstáculos.....	36
2.5.5.	Marcas reguladoras para uso de carriles	37
2.5.6.	Marcas de estacionamiento	38
2.5.6.1.	Marca de estacionamiento permitido.....	38
2.5.6.2.	Marca de estacionamiento no permitido.....	39
2.6.	Semaforización	39
2.6.1.	Definición y funciones de los semáforos	39
2.6.2.	Componentes de los semáforos.....	40
2.6.3.	Tipos de semáforos para tránsito de vehículos	41
2.6.3.1.	Semáforos tiempos fijos	41
2.6.3.2.	Semáforos variables.....	41

2.6.3.3.	Semáforos para paso de peatones	43
2.6.4.	Parámetros de tiempos	43
2.7.	Intersecciones	45
2.7.1.	Intersección a nivel	46
2.7.1.1.	Clasificación de las intersecciones a nivel	47
2.7.1.2.	Intersección simple	48
2.7.1.3.	Isleta de tránsito	49
2.7.1.4.	Carriles de aceleración y desaceleración	50
2.7.1.5.	Intersección a nivel en “T” o “Y”	52
2.7.1.6.	Cruce de 4 ramales	58
2.7.1.7.	Intersección rotatoria	61
2.7.1.8.	Tipos de intersección rotatoria	64
2.7.2.	Intersección a desnivel	67
2.7.2.1.	Tipos de intersecciones a desnivel	68
2.8.	Simulación	72
2.8.1.	Modelo PTV VISSIM	72
2.8.1.1.	Modelo de flujo de tráfico y control de semáforos	73
2.8.2.	Principios de operación del programa de seguimiento	73
2.8.4.	Definición de los parámetros de modelo Wiedemann 74	76

CAPITULO III

APLICACIÓN PRACTICA SOBRE LA CIRCULACIÓN VEHICULAR Y SIMULACIÓN DEL PUENTE 4 DE JULIO

	Página	
3.1.	Enfoque de la aplicación	77
3.1.1.	Ubicación de los tramos de aplicación	77
3.2.	Características físicas y operacionales del área de estudio	78
3.3.	Encuesta de transporte vial	80
3.3.1.	Determinación de la muestra	81
3.3.2.	Respuestas de las encuestas	82
3.4.	Medición de volúmenes, velocidades en el área de estudio	88
3.4.1.	Procedimiento	88

3.4.2.	Aforos.....	89
3.4.3.	Resultados	89
3.4.3.1.	Resultado horas pico.....	89
3.4.3.2.	Resultados volúmenes de trafico	91
3.4.4.	Resultados de velocidad.....	97
3.4.4.1.	Velocidad de punta	97
3.4.4.2.	Velocidad de recorrido	98
3.4.4.3.	Velocidad de cruceo	99
3.4.5.	Medición de los tiempos de ciclo y fases en semáforos.....	101
3.4.5.1.	Procedimiento.....	101
3.4.5.2.	Resultados.....	102
3.4.6.	Determinación de la capacidad vehicular y nivel de servicio	104
3.4.6.1.	Procedimiento.....	104
3.4.6.2.	Resultados capacidad y nivel de servicio	106
3.5.	Volúmenes y nivel de servicio futuros	115
3.6.	Análisis de Resultados.....	118
3.7.	Análisis de comportamiento por simulación	124
3.7.1.	Simulación del área de estudio.....	124
3.7.1.1.	Armado del modelo de simulación	124
3.7.2.	Diseño del puente 4 de Julio	138
3.7.3.	Simulación del tránsito actual en el puente San Martin	140
3.7.4.	Evaluación de alternativas.....	142
3.7.4.1.	Alternativa 1	142
3.7.4.2.	Alternativa 2	145
3.7.5.	Análisis de precios entre las alternativas presentadas	147
3.7.6.	Cuadro de ventajas y desventajas de cada alternativa.....	148

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página	
4.1.	Conclusiones.....	150
4.2.	Recomendaciones	152

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ANEXO 1 FOTOGRAFIAS DE RESPALDO

ANEXO 2 CALCULO DE LAS HORAS POCO EN LA ROTONDA MÁS CRITICA,
“ROTONDA DEL PUENTE SAN MARTIN”

ANEXO 3 AFORO DE VOLUMENES VEHICULAR EN LOS ACCESOS

ANEXO 4 AFORO DE VOLUMEN DEL AREA DE ESTUDIO

ANEXO 5 CORRECCION DE VOLUMENES

PLANOS

PLANO 1 PLANO GENERAL – AFORO DE VOLUMENES VEHICULARES

PLANO 2 PLANO GENERAL – ALTERNATIVAS DE ACCESO DE ROTONDAS

PLANO 3 PLANO GENERAL – ALTERNATIVAS DE CIRCULACION EN EL
PUENTE 4 DE JULIO

Índice de imágenes

	Página
Imagen 1: Diseño de las franjas limitadoras de calzada	33
Imagen 2: Carril pintado con líneas discontinuas	34
Imagen 3: Ejemplo de líneas canalizadoras	35
Imagen 4: Ejemplo de línea de parada	36
Imagen 5: Ejemplo de líneas de aproximación	37
Imagen 6: Ejemplo de marcas reguladoras para uso de carriles	38
Imagen 7: Ejemplo de marcas de estacionamiento permitido.....	39
Imagen 8: Componentes de un semáforo.....	40
Imagen 9: Ejemplo de semáforo variable	42
Imagen 10: Semáforo para paso de peatones	43
Imagen 11: Grafica de los movimientos en una intersección con semáforos	44
Imagen 12: Fases en una intersección con semáforos.....	44
Imagen 13: Esquema A	53
Imagen 14: Esquema B	53
Imagen 15: Esquema C	54
Imagen 16: Esquema D.....	54
Imagen 17: Esquema A (Con isleta para giro).....	55
Imagen 18: Esquema B (Con dos isletas para giro)	55
Imagen 19: Esquema C (Con isleta separadora)	55
Imagen 20: Esquema D (Con isleta separadora, guidoras y carril adicional)	56
Imagen 21: Esquema A (No recomendable sin señalización).....	56
Imagen 22: Esquema B (No recomendable sin señalización).....	57
Imagen 23: Esquema C (No recomendable sin señalización).....	57
Imagen 24: Esquema D (No recomendable sin señalización).....	58
Imagen 25: Plano del área de estudio.....	78
Imagen 26: Volúmenes Rotonda San Martin.....	92
Imagen 27: Volúmenes Rotonda Parada San Andrés	93
Imagen 28: Volúmenes rotonda mercado San Martin.....	94
Imagen 29: Volúmenes rotonda Plaza de la Juventud	95

Imagen 30: Volúmenes Rotonda Av. La Banda	96
Imagen 31: Volúmenes totales	96
Imagen 32: Imagen del plano de acceso de la rotonda San Martin.....	102
Imagen 33: Imagen del plano de acceso de la rotonda Plaza Juventud	103
Imagen 34: Abaco para determinar la Capacidad Básica	104
Imagen 35: Imagen del plano de acceso de la rotonda San Martin.....	106
Imagen 36: Imagen del plano de acceso de la rotonda San Andrés	108
Imagen 37: Imagen del plano de acceso de la rotonda mercado San Martin	110
Imagen 38: Imagen del plano de acceso de la rotonda Plaza Juventud	112
Imagen 39: Imagen del plano de acceso de la rotonda Av. La Banda	114
Imagen 40: Vista Lateral del puente 4 de julio	138
Imagen 41: Vista Lateral del puente 4 de julio	138
Imagen 42: Sección transversal del bloque de fundación del puente 4 de Julio	139
Imagen 43: Captura de pantalla de la red del puente San Martin	141
Imagen 44: Captura de pantalla de Vissim, simulación de vehículos.....	142
Imagen 45: Captura de pantalla, Alternativa 1	144
Imagen 46: Captura de pantalla, detalle del funcionamiento de la alternativa 1.....	144
Imagen 47: Captura de pantalla, Alternativa 2	146
Imagen 48: Captura de pantalla, Detalle de la alternativa 2, paso a desnivel	146

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Clasificación de vehículos según el Servicio Nacional de Caminos.....	13
Tabla 2: Clasificación de las carreteras según la velocidad de diseño	16
Tabla 3: Longitudes mínimas recomendables de los carriles de aceleración.....	52
Tabla 4: Longitudes mínimas recomendables de los carriles de desalacion	52
Tabla 5: Pregunta 1: Tipo de vehículo	82
Tabla 6: Respuesta Pregunta 2	83
Tabla 7: Respuestas pregunta 3.....	84
Tabla 8: Respuesta de pregunta 4	85
Tabla 9: Respuesta de pregunta 5	86
Tabla 10: Resultado de Pregunta 6	87
Tabla 11: Detalle de horas pico.....	89
Tabla 12: Cuadro de resultados de velocidad	97
Tabla 13: Resultados velocidad de recorrido Tramo 1	98
Tabla 14: Resultados velocidad de recorrido Tramo 2	99
Tabla 15: Resultados Velocidad de cruceo Tramo 1	100
Tabla 16: Resultados Velocidad de cruceo Tramo 2	101
Tabla 17: Tiempos de ciclo y tiempo de fase en la rotonda San Martín	102
Tabla 18: Tiempos de ciclo y tiempo de fase en la rotonda Plaza Juventud.....	103
Tabla 19: Tabla de capacidad básica.....	106
Tabla 20: Tabla de capacidad real.....	107
Tabla 21: Tabla de nivel de servicio	107
Tabla 22: Tabla de capacidad básica.....	108
Tabla 23: Tabla de capacidad real.....	109
Tabla 24: Tabla de nivel de servicio	109
Tabla 25: Tabla de capacidad básica.....	110
Tabla 26: Tabla de capacidad real.....	111
Tabla 27: Tabla de nivel de servicio	111
Tabla 28: Tabla de capacidad básica.....	112
Tabla 29: Tabla de capacidad real.....	113

Tabla 30: Tabla de nivel de servicio	113
Tabla 31: Tabla de capacidad básica.....	114
Tabla 32: Tabla de capacidad real.....	115
Tabla 33: Tabla de nivel de servicio	115
Tabla 34: Tabla de nivel de servicio futuro	116
Tabla 35: Tabla de nivel de servicio futuro	117
Tabla 36: Tabla de nivel de servicio futuro	117
Tabla 37: Tabla de nivel de servicio futuro	118
Tabla 38: Tabla de nivel de servicio futuro	118
Tabla 39: Tabla de nivel de servicio futuro	119
Tabla 40: Tabla de nivel de servicio futuro	120
Tabla 41: Tabla de Nivel de servicio Futuro	121
Tabla 42: Tabla de Nivel de servicio Futuro	122
Tabla 43: Tabla de nivel de servicio futuro	123

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Esquema de vehículos según norma de diseño	14
Figura 2: Puntos de conflicto en la intersección	46
Figura 3: Puntos de conflicto en la intersección	47
Figura 4: Abertura en la faja central para el cruce de caminos transversales	48
Figura 5: Carril de aceleración.....	50
Figura 6: Carril por desaceleración.....	51
Figura 7: Carril de refugio para dar vuelta a la izquierda	51
Figura 8: Esquema de 5 cruces y cuatro ramales canalizados	59
Figura 9: Esquema B	59
Figura 10: Esquema C	60
Figura 11: Esquema D	60
Figura 12: Esquema E.....	61
Figura 13: Términos empleados en el proyecto de rotondas	62
Figura 14: Intersección rotatoria de tres ramas.....	65
Figura 15: Intersección rotatoria de cuatro ramas.....	65
Figura 16: Intersección rotatoria de cinco ramas.....	66
Figura 17: Esquema Base Intersección a Desnivel Tipo “Trompeta” en carreteras no divididas	68
Figura 18: Esquema Base Intersección a Desnivel Tipo “Trompeta” en Carreteras Divididas	69
Figura 19: Esquema Base Intersección a Desnivel Tipo “Trébol” en carreteras no divididas	70
Figura 20: Intersección en Diamante Elemental	71
Figura 21: Intersección tipo Diamante en Vías Rurales	71
Figura 22: Intersección a Desnivel Direccional.....	72
Figura 23: Modelo de seguimiento de Wiedemann 74	74
Figura 24: Esquema de trabajo con el simulador.....	124

Figura 25: Captura de pantalla Vissim 2022, network objects	125
Figura 26: Captura de pantalla Vissim 2022, atributos de las calles	125
Figura 27: Captura de pantalla Vissim 2022, atributos de conectores.....	126
Figura 28: Captura de pantalla de Google Earth, fondo de la intersección.....	127
Figura 29: Captura de pantalla Vissim 2022, Red recreada en Vissim.....	128
Figura 30: Captura de pantalla Vissim 2022, lista de las calles generadas en Vissim .	128
Figura 31: Captura de pantalla Vissim 2022, Network Objects	129
Figura 32: Captura de pantalla Vissim 2022, Volúmenes horarios ingresados	130
Figura 33: Captura de pantalla Vissim 2022, Categorías de tipos de vehículos	130
Figura 34: Captura de pantalla Vissim 2022, Rutas de decisión y el porcentaje de vehículos que toma esta ruta	131
Figura 35: Captura de pantalla Vissim 2022, una ruta de decisión, ingreso al puente 4 de Julio.	132
Figura 36: Captura de pantalla Vissim 2022, Network Objects	133
Figura 37: Captura de pantalla Vissim 2022, detalle de donde se aplica las rutas de prioridad, Salida del Puente 4 de Julio.....	133
Figura 38: Captura de pantalla Vissim 2022, detalle de donde se aplica la ruta de prioridad, en la rotonda al ingreso del puente 4 de Julio.	134
Figura 39: Captura de pantalla Vissim 2022, menú Signal Controllers.....	134
Figura 40: Captura de pantalla, ventana de edición de semáforos.....	135
Figura 41: Captura de pantalla Vissim 2022, Ventana de creación de archivos.....	136
Figura 42: Reparto de verde de los semáforos en la intersección.....	136
Figura 43: Captura de pantalla Vissim, Network Objects	137
Figura 44: Captura de pantalla Vissim 2022, designación de semáforos	137