

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



**“EVALUACIÓN DEL TRAFICO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DE AVENIDA
INTEGRACIÓN Y AVENIDA GUADALQUIVIR”**

Por:

SAMUEL JUNIOR SANDOVAL VARGAS

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 II 2022

TARIJA – BOLIVIA

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

**“EVALUACIÓN DEL TRAFICO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DE AVENIDA
INTEGRACIÓN Y AVENIDA GUADALQUIVIR”**

Por:

SAMUEL JUNIOR SANDOVAL VARGAS

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 II 2022

TARIJA – BOLIVIA

El tribunal calificador del presente proyecto, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo las mismas únicamente responsabilidades del autor.

DEDICATORIA:

A mi padre Samuel porque siempre está apoyando a pesar de que fallamos y nos impulsa a seguir adelante.

A mi madre Rosario que siempre nos dedicó su tiempo y bueno nos hizo lo que somos ahora.

A mis hermanos Brigham, Pablo, Sergio, Marcelo y Mauri que siempre están ahí a pesar de las circunstancias y me respaldan en cada paso que doy y ahora por cumplir un objetivo más.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por dar una oportunidad de vida.

A mi familia por su apoyo incondicional, y que siempre confiaron en mi para poder lograr cada uno de mis objetivos a lo largo de esta vida.

A mis amigos que están ahí sin recibir nada a cambio y que siempre cuento con ellos.

A docentes por inculcarnos sus conocimientos y experiencias en cada materia cursada.

PENSAMIENTO:

El éxito no está en vencer siempre sino en no desanimarse nunca.

Napoleón Bonaparte

INDICE GENERAL

CAPITULO I DISEÑO TEORICO Y METODOLOGICO

	Página
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 JUSTIFICACION	2
1.4 SITUACION PROBLEMICA	3
1.4.1 Conceptualización puntual del objeto de estudio.	3
1.4.2 Descripción del fenómeno ocurrido.	4
1.4.3 Breve explicación de la perspectiva de solución.	4
1.5 OBJETIVOS	4
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos	4
1.6 ALCANCE	5
1.7 HIPÓTESIS	5
1.7.1. Identificación de variables	6
1.7.2 Conceptualización y operacionalización de las variables	7

CAPITULO II ESTADO DE CONOCIMIENTO

	Página
2.1 MARCO CONCEPTUAL	8
2.1.1 Definición de ingeniería de tráfico	8
2.1.1.1 Características del tránsito	8

2.1.1.2 Señalamiento y dispositivos de control	8
2.1.1.3 Planificación vial	8
2.1.2 Elementos fundamentales del tráfico	9
2.1.2.1 El conductor (usuario)	9
2.1.2.2 Vehículo	9
2.1.2.3 La vía	10
2.1.3 Características del tránsito	10
2.1.3 Volúmenes de tránsito absolutos o totales	10
2.1.3.1 Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios (TPD)	11
2.1.3.2 Volúmenes de Tránsito Horarios (VH)	12
2.1.3.3 Volumen Horario Máximo Anual (VHMA)	12
2.1.3.4 Volumen Pico Horario (VPH)	12
2.1.3.5 Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)	13
2.1.3.6 Volumen horario-décimo (10vh), vigésimo (20vh), trigésimo anual (30vh)	13
2.1.3.7 Volumen horario de proyecto	13
2.1.4 Uso específico de los volúmenes de tránsito	13
2.1.4.1 Los volúmenes de tránsito anual (TA)	13
2.1.4.2 Los volúmenes de Tránsito Promedio Diario (TPD)	13
2.1.4.3 Los volúmenes de Tránsito Horario (TH)	14
2.1.4.4 Las tasas de flujo (q)	14
2.1.5 Métodos de aforo	14
2.1.5.1 Método manual	14
2.1.5.2 Método automático	14
2.1.6 Velocidad	16

2.1.6.1 Velocidad de punto	17
2.1.6.2 Velocidad de recorrido	17
2.1.6.3 Velocidad de cruce	17
2.1.6.4 Velocidad de proyecto	18
2.1.7 Capacidad	18
2.1.8 Niveles de servicio	18
2.1.9 Semaforización	21
2.1.10 Señalización	28
2.1.10.1 Significado de formas y colores	29
2.1.11 Estacionamientos	29
2.1.12 Congestionamiento vehicular	32
2.1.12.1 Elementos de un sistema de filas de espera	34
2.1.13 Transporte público	36
2.2 MARCO NORMATIVO	36
2.3 MARCO REFERENCIAL	37
2.4 ANÁLISIS Y TENDENCIA	37

CAPITULO III

DISEÑO METODOLOGICO Y RELEVAMIENTO DE LA INFORMACION

	Página
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO	39
3.1.1 Unidad de estudio, población y muestra	39
3.1.1.1 Unidad de estudio o muestreo	39
3.1.1.2 Población	39
3.1.1.3 Muestra	39

3.1.1.4 Tamaño de muestra	39
3.2 ZONA DE ESTUDIO	42
3.3 CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO	44
3.3.1 Intersección 1: Av. Integración y av. Panamericana	45
3.3.2 Intersección 2: Av. Integración y calle 8 de marzo	45
3.3.3 Intersección 3: Av. Integración y calle 27 de mayo	46
3.3.4 Intersección 4: Av. Integración y calle Virgen del Rosario	46
3.3.5 Intersección 5: Av. Integración y calle Prof. Adolfo Piñeiro	47
3.3.6 Intersección 6: Av. Integración y av. Mauro Molina	47
3.3.7 Intersección 7: Av. Integración y calle Jerusalén	48
3.3.8 Intersección 8 Av. Integración y calle Emaús	48
3.3.9 Intersección 9: Av. Integración y calle Centro América	49
3.3.10 Intersección 10: Av. Panamericana y av. Integración (altura mástil)	49
3.3.11 Intersección 11: Av. Panamericana y av. Guadalquivir	50
3.3.12 Intersección 12: Av. Guadalquivir y calle 8 de marzo	50
3.3.13 Intersección 13: Av. Guadalquivir y calle 27 de mayo	51
3.3.14 Intersección 13: Av. Guadalquivir y calle Virgen del Rosario	51
3.4 RELEVAMIENTO DE DATOS PARA EL ESTUDIO	52
3.5 AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR	52
3.5.1 Procesamiento de datos de aforo	52
3.5.2 Determinación de horas pico	52
3.5.3 Aforo de volúmenes de tráfico en intersecciones	54
3.6 VELOCIDAD	56

3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	57
3.8 CÁLCULOS y RESULTADOS	58
3.8.1 Procesamiento de datos	58
3.8.2 Depuración de datos	58
3.8.3 Cálculo de volúmenes, determinación de tipo de vehículos	59
3.8.3.1 Intersección 1	60
3.8.4 Cálculo de velocidades	63
3.8.4.1 Cálculo de velocidades de punto	63
3.8.4.2 Presentación de los datos de velocidad de punto	65
3.8.4.3 Velocidad de cruceo y de recorrido	66
3.8.4.3.1 Velocidad cruceo	66
3.8.4.3.2 Velocidad de recorrido	70
3.8.5 Capacidad vehicular y nivel de servicio en los accesos	74
3.8.5.1 Capacidad y nivel de servicio en intersecciones no semaforizadas	75
3.8.5.2 Capacidad con intersecciones con semáforos	76
3.8.5.3 Capacidad y nivel de servicio en las intersecciones de estudio	79
3.8.6 Señalización	80
3.8.7 Semaforización	81
3.8.8 Estacionamiento	91
3.8.8.1 Avenida Integración altura de oficinas de Tránsito y el colegio Aniceto Arce	92
3.8.9 Congestionamiento	99
3.8.10 Transporte público	100
3.9 ANÁLISIS DE RESULTADO	103
3.9.1 Volúmenes de aforo	103

3.9.2 Velocidades	104
3.9.2.1 Velocidad de punto	104
3.9.2.2 Velocidad de recorrido	105
3.9.3 Capacidad	106
3.9.4 Nivel de servicio	106
3.9.4.1 Calculo del nuevo nivel de servicio en intersecciones con semáforo	107
3.9.5 Semaforización	107
3.9.6 Estacionamiento	115
3.9.7 Congestionamiento	115
3.9.8 Transporte publico	116
3.9.9 Estadística inferencial	117
3.10 PROPUESTA DE SOLUCION	120
3.10.1 Velocidad máxima	120
3.10.2 Semaforización	120
3.10.3 Señalización	121

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1 CONCLUSIONES	124
4.2 RECOMENDACIONES	131

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ANEXO 1: AFORO DE VOLUMENES

ANEXO 2: AFORO DE VELOCIDADES

ANEXO 3: CAPACIDAD

ANEXO 4: SEMAFORIZACION

ANEXO 5: SEÑALIZACION

ANEXO 6: CONGESTIONAMIENTO

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Conceptualización y operacionalización de las variables	7
Tabla 2: Velocidades máximas	16
Tabla 3: Nivel de servicio	20
Tabla 4: Nivel de servicio para intersección por demora	20
Tabla 5: Volúmenes mínimos	23
Tabla 6: Volúmenes mínimos por demoras en calle secundaria	24
Tabla 7: Volumen mínimo de vehículos y peatones	24
Tabla 8: Tabla de apoyo al cálculo del tamaño de una muestra por niveles de confianza	37
Tabla 9: Prueba de hipótesis	38
Tabla 10: Coordenadas UTM	42
Tabla 11: Formato de aforo	52
Tabla 12: Determinación de horas pico	53
Tabla 13: Aforo de volúmenes.	54
Tabla 14: Equivalencias de vehículos	55
Tabla 15: Aforo de velocidades	56
Tabla 16: Volúmenes totales en intersección 1	60
Tabla 17: Media de medias	61
Tabla 18: Porcentajes en intersección 1	61
Tabla 19: Volumen en intersecciones	62
Tabla 20: Datos para determinar las velocidades intersección 1	63
Tabla 21: Velocidades en intersección 1	64
Tabla 22: Velocidad en intersección 1	65

Tabla 23: Velocidad crucero av. Integración	66
Tabla 24: Velocidad crucero av. Integración	67
Tabla 25: Velocidad crucero av. Guadalquivir	68
Tabla 26: Velocidad crucero av. Guadalquivir	69
Tabla 27: Velocidad de recorrido av. Integración	70
Tabla 28: Velocidad de recorrido av. Integración	71
Tabla 29: Velocidad de recorrido av. Guadalquivir	72
Tabla 30: Velocidad de recorrido av. Guadalquivir	73
Tabla 31: Datos para determinar la capacidad y nivel de servicio	75
Tabla 32: Cálculo de la capacidad en la intersección	76
Tabla 33: Niveles de servicio	76
Tabla 34: Nivel de servicio	76
Tabla 35: Cálculo de capacidad y nivel de servicio en intersecciones con semáforo	76
Tabla 36: Flujo de saturación	77
Tabla 37: Capacidad	78
Tabla 38: Cálculo de demora de colas	78
Tabla 39: Nivel de servicio	78
Tabla 40: Capacidad	79
Tabla 41: Nivel de servicio	80
Tabla 42: Señalización en intersecciones	80
Tabla 43: Volumen mínimo de vehículos	81
Tabla 44: Análisis 1ra condición	81
Tabla 45: 2da Condición de demoras en el tráfico	82
Tabla 46 Análisis 2da condición	83

Tabla 47: 3ra Condición mínima de peatones	84
Tabla 48: Análisis de 3ra condición	84
Tabla 49: 4ta condición	85
Tabla 50: Análisis de 5ta condición	86
Tabla 51: Estacionamiento en av. Integración de 7:00 a 8:00	92
Tabla 52: Estacionamiento en av. Integración de 12:00 a 13:00	93
Tabla 53: Estacionamiento en av. Integración de 18:00 a 19:00	94
Tabla 54: Detalle de estacionamientos	96
Tabla 55: Dimensiones mínimas para los pasillos	97
Tabla 56: Demoras en intersecciones	99
Tabla 57: Demoras en intersecciones con semáforo	99
Tabla 58: Transporte público	100
Tabla 59: Transporte público	101
Tabla 60: Transporte público en Avenida Integración	101
Tabla 61: Transporte público en Avenida Guadalquivir	102
Tabla 62: Velocidad de punto av. Integración	104
Tabla 63: Velocidad de punto en av. Guadalquivir	105
Tabla 64: Velocidad de recorrido	105
Tabla 65: Capacidad en av. Integración	106
Tabla 66: Capacidad en av. Guadalquivir	106
Tabla 67: Nivel de servicio	107
Tabla 68: Ciclo actual del semáforo	109
Tabla 69: Nuevo ciclo de semáforos	111
Tabla 70: Cálculo de capacidad y nivel de servicio en intersecciones con semáforo	112

Tabla 71: Flujo de saturación	112
Tabla 72: Capacidad	113
Tabla 73: Cálculo de demora de colas	113
Tabla 74: Nivel de servicio	114
Tabla 75: Tabla de nivel de servicio	114
Tabla 76: Índice de rotación y ocupación	115
Tabla 77: Demoras	116
Tabla 78: Nivel de servicio actual	118
Tabla 79: Frecuencia	118
Tabla 80: Error de los datos	119
Tabla 81: Ciclos de semáforo actual	120
Tabla 82: Propuesta de señalización	121
Tabla 83: Velocidad máxima en avenidas de estudio	126
Tabla 84: Ciclo de semáforo	131

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Significado de los colores del semáforo	22
Figura 2: Estacionamiento de parada corta	29
Figura 3: Estacionamiento de parada larga	30
Figura 4: Sistema de filas en espera	35
Figura 5: Prueba de hipótesis	38
Figura 6: Mapa geográfico de Bolivia	43
Figura 7: Mapa geográfico de Tarija	43
Figura 8: Ubicación de la zona de estudio	44
Figura 9: Intersección 1	45
Figura 10: Intersección 2	45
Figura 11: Intersección 3	46
Figura 12: Intersección 4	46
Figura 13: Intersección 5	47
Figura 14: Intersección 6	47
Figura 15: Intersección 7	48
Figura 16: Intersección 8	48
Figura 17: Intersección 9	49
Figura 18: Intersección 10	49
Figura 19: Intersección 11	50
Figura 20: Intersección 12	50
Figura 21: Intersección 13	51
Figura 22: Intersección 14	51

Figura 23: Determinación de horas pico	53
Figura 24: Capacidad para acceso de un solo sentido	74
Figura 25: Capacidad para acceso de dos sentidos	75
Figura 26: Área de estacionamiento Cine Center	97
Figura 27: Dimensiones mínimas para estacionamientos de automóviles	97
Figura 28: Vista en planta y detalle de los cajones de estacionamiento	98
Figura 29: Porcentaje de vehículos que pasan por la av. Integración	103
Figura 30: Porcentaje de vehículos que pasa por la av. Guadalquivir	104
Figura 31: Vehículos de servicio público en porcentaje	117
Figura 32: Vehículos de servicio público en porcentaje	117
Figura 33: Histograma de situación actual	119
Figura 35: Volumen total en la zona de estudio	124
Figura 36: Porcentaje total de vehículos públicos	125
Figura 37: Porcentaje total de vehículos privados	125
Figura 38: Velocidades de punto	126
Figura 39: Velocidad de recorrido	126
Figura 40: Velocidad crucero	127
Figura 41: Velocidades de punto	127
Figura 42: Velocidad de recorrido	127
Figura 43: Velocidad crucero	128
Figura 44: Nivel de servicio intersección: 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 14	128
Figura 45: Nivel de servicio intersección: 6, 7, 8, 9, 10	129
Figura 46: Prueba de hipótesis	130