

“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR DE LAS AVENIDAS BARRIENTOS
ORTUÑO, BOLÍVAR Y LUIS DE FUENTES DE LA
CIUDAD DE BERMEJO”**

Por:

PATRIC ZENTENO

Proyecto de grado presentado a consideración de la **“UNIVERSIDAD AUTONOMA
JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el grado académico

Licenciatura en Ingeniería Civil

SEMESTRE II 2024

TARIJA – BOLIVIA

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

**“ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR DE LAS AVENIDAS BARRIENTOS
ORTUÑO, BOLÍVAR Y LUIS DE FUENTES DE LA
CIUDAD DE BERMEJO”**

Por:

PATRIC ZENTENO

SEMESTRE II 2024

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mi madre Ramona Zenteno Carmona, y a mi abuela Isabel Carmona Avendaño, a mis hermanos, a mi pareja e hijos, tíos, compañeros y amigos. Con el apoyo de mi madre y abuela fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional no hay palabras en este mundo para agradecerte mamá y abuela.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

	Pág.
1.1. Introducción	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Planteamiento del problema.....	3
1.3.1. Situación problemática.....	3
1.3.2. Formulación del problema	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivos generales	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Planteamiento de la hipótesis y sus variables	4
1.5.1. Formulación de la hipótesis	4
1.5.2. Conceptualización y operacionalización de variables.....	4
1.6. Alcance de la investigación.....	5

CAPÍTULO II

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DEL ESTUDIO DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO VEHICULAR

	Pág.
2.1. Definición de tráfico vehicular.....	8
2.2. La ingeniería de tráfico	8
2.3. Objetivos y alcance de la ingeniería de tráfico	8
2.4. Solución al problema de tránsito.....	9
2.4.1. Solución integral	10
2.4.2. Solución parcial de alto costo	10
2.4.3. Solución parcial de bajo costo.....	10
2.5. Elementos de la ingeniería de tránsito	10
2.5.1. El usuario	11
2.5.1.1. El peatón	11
2.5.1.2. El conductor	11
2.5.2. El vehículo	11

2.5.2.1. Clasificación y características del vehículo	12
2.5.2.1.1. Los vehículos livianos.....	12
2.5.2.1.2. Los vehículos pesados.....	13
2.5.2.2. Pesos brutos máximos permitidos por ejes y grupos de ejes	13
2.5.2.3. Distancia para detener un vehículo	14
2.6. La vía o vialidad.....	15
2.6.1. Clasificación de las vías.....	15
2.7. Características del tránsito	15
2.7.1. Velocidad vehicular	15
2.7.2. Velocidad de punto	16
2.7.3. Velocidad media temporal	16
2.7.4. Velocidad media espacial.....	16
2.7.5. Velocidad de recorrido, global o de viaje	16
2.7.6. Velocidad de marcha.....	17
2.7.7. Velocidad de proyecto	17
2.7.7.1. Métodos para determinar la velocidad	17
2.8. Volúmenes de tránsito absolutos o totales	18
2.9. Volúmenes de tránsito promedio diarios (T.P.D.)	18
2.9.1. Trafico promedio diario anual (T.P.D.A.).....	18
2.9.2. Trafico promedio diario mensual (T.P.D.M.)	18
2.9.3. Trafico promedio diario semanal (T.P.D.S.).....	18
2.10. Volúmenes de tránsito promedio horario (T.P.H.).....	19
2.10.1. Volumen horario máximo anual (V.H.M.A.).....	19
2.10.2. Volumen horario de máxima demanda (V.H.M.D.)	19
2.10.3. Volumen horario de proyecto.....	19
2.11. Variación de los volúmenes de tráfico	19
2.12. Volumen directriz	20
2.13. Densidad.....	20
2.14. Aforos de volumen	21
2.14.1. Métodos de aforo	21
2.15. Periodo de aforo de tránsito vehicular	22
2.16. Alternativas de aforo	23
2.17. Intersección	23
2.17.1. Intersecciones a nivel	23

2.17.1.1. Intersecciones controladas	24
2.17.2. Intersecciones a desnivel.....	24
2.18. Media aritmética de la muestra	24
2.19. Desviación estándar	25
2.20. Varianza	25
2.21. Capacidad vehicular	25
2.21.1. Tipos de vía para capacidad vehicular	26
2.22. Nivel de servicio	28
2.23. Señalización	31
2.23.1. Señalización vertical	31
2.23.2. Señalización horizontal	40
2.24. Semáforos.....	47
2.24.1. Definición.....	47
2.24.2. Función.....	47
2.24.3. Tipos de Semáforos.....	47
2.24.4. Definiciones sobre los componentes del semáforo	48
2.24.5. Clasificación de semáforos	50
2.24.6. Ventajas y desventajas de los semáforos	51
2.24.7. Componentes del semáforo	52
2.24.8. Elementos principales de la cabeza del semáforo	54
2.24.9. Tipos de semáforo para tránsito vehicular	55
2.24.10. Semáforos de tiempos fijos	55
2.24.11. Parámetros básicos de control.....	56
2.24.12. Requisitos básicos para la instalación de semáforos.....	56
2.24.13. Características de los semáforos para el control del tránsito de vehículos ..	58
2.24.14. Ubicación de los semáforos	59
2.24.15. Características de los semáforos vehiculares	60
2.24.16. Condiciones de instalación.....	60
2.24.17. Cruce de peatones	60

CAPÍTULO III
APLICACIÓN PRÁCTICA DE LAS AVENIDAS BARRIENTOS ORTUÑO,
BOLÍVAR Y LUIS DE FUENTES

	Pág.
3.1. Ubicación del proyecto	61
3.2. Características de las avenidas en estudio.....	63
3.3. Metodología de aforo	65
3.4. Obtención de parámetros de tráfico vehicular en la zona en estudio	69
3.4.1. Procesamiento de volumen vehicular.....	69
3.4.1.1. Resumen de resultados de volúmenes vehiculares.....	73
3.4.2. Distancias de los accesos	74
3.4.3. Lectura de tiempos de los accesos	75
3.5. Cálculos de los parámetros de tráfico en estudio	75
3.5.1. Capacidad vehicular método HCM.....	75
3.5.2. Calculo de la velocidad de punto	82
3.5.3. Calculo de densidad	83
3.5.4. Calculo nivel de servicio.....	85
3.5.5. Calculo de la semaforización	88
3.5.6. Determinación de la señalización.....	94
3.5.7. Alternativas de solución al tráfico vehicular en la ciudad de Bermejo.....	95

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pág.
4.1. Conclusiones	97
4.2. Recomendaciones.....	98

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO I HOJAS DE CÁLCULO

ANEXO II IMÁGENES DEL LUGAR DE ESTUDIO

ANEXO III PLANOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1. Definición de variables independientes	4
Tabla N° 2. Definición de variables dependientes.....	5
Tabla N° 3. Clasificación de vehículos.....	12
Tabla N° 4. Pesos brutos máximos permitidos por ejes y grupos de ejes	13
Tabla N° 5. Rango de ancho de sección de llanta y peso bruto total.....	14
Tabla N° 6. Ubicación transversal de señales verticales (distancia y altura)	33
Tabla N° 7. Volumen vehicular mínimo	57
Tabla N° 8. Volumen vehicular mínimo	57
Tabla N° 9. Volumen mínimo de vehículos y peatones	58
Tabla N° 10. Clases de vehículos considerados en el estudio	65
Tabla N° 11. Volumen de aforo hora pico intersección 2 (S-N).....	66
Tabla N° 12. Volumen de aforo hora pico intersección 2 (N-S).....	67
Tabla N° 13. Volumen de aforo (veh/hr.) de una semana intersección 2	68
Tabla N° 14. Promedio de aforo de las tres horas (TPH)	68
Tabla N° 15. Ejemplo aforo primera semana.....	70
Tabla N° 16. Ejemplo aforo segunda semana	70
Tabla N° 17. Ejemplo aforo tercera semana	71
Tabla N° 18. Ejemplo aforo cuarta semana	71
Tabla N° 19. Procesamiento de datos de volumen vehicular.....	72
Tabla N° 20. Resultados de volúmenes vehiculares	73
Tabla N° 21. Resultados de las distancias de accesos	74
Tabla N° 22. Tiempos aforados de cada acceso.....	75
Tabla N° 23. Resumen de capacidad real	81
Tabla N° 24. Resumen de velocidad de punto	82
Tabla N° 25. Resumen de densidades de accesos	83
Tabla N° 26. Resumen de densidad de intersección más critica.....	84
Tabla N° 27. Niveles de servicio	85
Tabla N° 28. Resumen nivel de servicio.....	86
Tabla N° 29. Tiempos de ciclo aforados.....	88
Tabla N° 30. Resumen de tiempos de los semáforos.....	91
Tabla N° 31. Restricción de placas	95

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1. Nivel de servicio A.....	29
Figura N° 2. Nivel de servicio B.....	29
Figura N° 3. Nivel de servicio C.....	29
Figura N° 4. Nivel de servicio D.....	30
Figura N° 5. Nivel de servicio E.....	30
Figura N° 6. Nivel de servicio F.....	30
Figura N° 7. Retrorreflexión	32
Figura N° 8. Ubicación transversal de señales verticales – distancia y altura	32
Figura N° 9. Ubicación de señales preventivas de restricción	35
Figura N° 10. Clasificación de señales preventivas	36
Figura N° 11. Clasificación de señales reglamentarias	37
Figura N° 12. Clasificación de señales informativas	39
Figura N° 13. Clasificación de señales informativas	39
Figura N° 14. Diseño de líneas discontinuas.....	41
Figura N° 15. Ejemplo de líneas continuas dobles.....	41
Figura N° 16. Dimensiones de demarcación continua	42
Figura N° 17. Línea de detención ceda el paso	43
Figura N° 18. Demarcación en cruce regulado señal ceda el paso.....	43
Figura N° 19. Señalización horizontal en cruce regulado señal pare.....	44
Figura N° 20. Demarcación en cruce peatonal regulado por semáforo.....	45
Figura N° 21. Largo paso peatones frente a un alto flujo peatonal	46
Figura N° 22. Resalto	47
Figura N° 23. Cara de un semáforo.....	48
Figura N° 24. Unidad óptica de un semáforo con el sistema para evitar el efecto..	48
Figura N° 25. Unidad de control o controlador.....	49
Figura N° 26. Diagrama de programación de tiempos del semáforo y ciclo	50
Figura N° 27. Semáforo suspendido por cables	52
Figura N° 28. Semáforo suspendido en ménsula sujeta a poste lateral.....	53
Figura N° 29. Semáforo en poste o ménsula corta.	53
Figura N° 30. Cabeza del semáforo.....	54
Figura N° 31. Disposición de los lentes en la cara de un semáforo	55
Figura N° 32. Posición de lentes en un semáforo vertical de cinco lentes.....	58
Figura N° 33. Ilustración de los intervalos de una fase del semáforo	59

Figura N° 34.	Color y posición de los lentes.....	59
Figura N° 35.	Cruce de peatones.....	60
Figura N° 36.	Ubicación geográfica del municipio de Bermejo	61
Figura N° 37.	Barrios de la ciudad de Bermejo	62
Figura N° 38.	Área de estudio de las 30 intersecciones	62
Figura N° 39.	Lugar más transitado avenida Luis de Fuentes.....	63
Figura N° 40.	Falta de señalización horizontal	63
Figura N° 41.	Señalización vertical.....	64
Figura N° 42.	Vehículos mal estacionados	64
Figura N° 43.	Señalización vertical.....	94
Figura N° 44.	Señalización horizontal	94
Figura N° 45.	Primera alternativa de solución Av. Luis de Fuentes	95
Figura N° 46.	Ejemplo señalización vertical.....	96
Figura N° 47.	Ejemplo señalización horizontal.....	96

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N° 1. Capacidad vías interrumpidas un acceso	27
Gráfico N° 2. Capacidad vías interrumpidas dos accesos.....	28
Gráfico N° 3. Volumen de aforo hora pico	66
Gráfico N° 4. Volumen de aforo hora pico	67
Gráfico N° 5. Volumen de aforo de una semana	69
Gráfico N° 6. Ábaco capacidad teórica en vías interrumpidas un solo acceso	77
Gráfico N° 7. Densidad de intersección más critica	85
Gráfico N° 8. Tiempo de ciclo aforado.....	89