

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TRABAJO DIRIGIDO

**“PROPUESTA DE UN DISEÑO DE CICLOVÍA ENTRE
BARRIOS 6 DE AGOSTO Y VILLA FÁTIMA”**

Postulante: Héctor Roman Diaz

Tutor: Ing. Joel Albaro Mora Baldiviezo

AGOSTO - 2020

TARIJA-BOLIVIA

Dedicatoria:

A Dios por permitirme concluir este trabajo.

A Mis padres por su permanente cariño y apoyo para seguir adelante en mis proyectos.

A mis hermanos Paula, Cesar y Tania aliados incondicionales que me alentaron en todo momento.

A mi familia por su comprensión para terminar mis estudios

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Formulación de pregunta de investigación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Justificación.....	4
1.6 Definición de Términos.....	5

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1 Problemática del transporte.....	7
2.2 La densificación vehicular y sus efectos.....	8
2.2.1 Accidentes de Tránsito.....	9
2.2.2 Contaminación Ambiental.....	15
2.2.3 Relación de espacio ocupado.....	18
2.2.4 Sobrepoblación del parque automotor.....	19
2.3 Movilidad Urbana.....	22
2.3.1 Un nuevo enfoque de movilidad urbana.....	23
2.3.2 Pirámide de prioridad en inversión y equidad del transporte....	25
2.3.3 Tránsito calmado o pacificación del tráfico.....	27
2.4 La bicicleta como alternativa de transporte amigable.....	32
2.4.1 Beneficios de andar en bicicleta.....	35
2.4.1.1 Medio Ambiente.....	36
2.4.1.2 Ahorro Económico.....	37
2.4.1.3 Salud.....	38
2.4.1.4 Eficiencia.....	39

2.4.1.5 Espacio Público.....	40
2.5 Marco Legal.....	41

CAPÍTULO 3 ENCUESTAS SOBRE CICLOVÍAS Y ESTUDIO DEL TRÁNSITO EN LA ZONA

3.1 Diagnóstico de la situación.....	47
3.1.1 Estructura existente de ciclovía en la ciudad.....	48
3.1.2 Área del proyecto.....	50
3.2 Diseño Metodológico.....	51
3.2.1 Listado de variables.....	51
3.2.2 Operacionalización de variables.....	52
3.3 Encuestas.....	53
3.3.1 Población.....	53
3.3.2 Tamaño de la muestra.....	53
3.3.3 Modelo de encuesta.....	54
3.3.4 Puntos de muestreo.....	57
3.3.5 Análisis de datos obtenidos.....	57
3.4 . Datos de tráfico.....	65
3.4.1 Conceptos de Ingeniería de Trafico.....	65
3.4.1.1 Volumen de tráfico.....	66
3.4.1.2 Capacidad.....	69
3.4.1.3 Método de aforo.....	69
3.4.1.4 Análisis de datos obtenidos.....	71
3.4.1.5 Velocidad.....	77
3.4.1.5.1. Tipos de Velocidad.....	78
3.4.1.5.2. Método de medición.....	81
3.4.1.5.3. Análisis de datos obtenidos.....	84

CAPÍTULO 4 DISEÑO DE LA PROPUESTA DE CICLOVÍA

4.1 Criterios de Diseño de ciclovías.....	90
4.1.1 Requisitos para una infraestructura de ciclovía.....	91
4.1.2 Tipos de ciclovías.....	94
4.1.2.1 Carril de uso compartido.....	94
4.1.2.2 Carril exclusivo con delimitación.....	95
4.1.2.3 Carril exclusivo con segregación.....	97
4.1.3 Criterios de elección del tipo de ciclovía.....	99
4.2 Diseño Geométrico de la ciclovía.....	102
4.2.1 El usuario.....	105
4.2.2 El vehículo.....	106
4.2.3 Ancho de carril.....	111
4.2.4 Velocidad de diseño.....	115
4.2.5 Pendientes.....	116
4.2.6 Peralte.....	119
4.2.7 Radio de curvatura.....	120
4.2.8 Distancia de Visibilidad.....	123
4.2.9 Pavimentos.....	125
4.2.10 Intersecciones.....	131
4.3 Señalización.....	132
4.3.1 Señalización Horizontal.....	133
4.3.2 Señalización Vertical.....	136
4.4 Equipamiento para Ciclovías.....	142
4.4.1 Elementos separadores.....	142
4.4.2 Parqueos.....	146
4.4.3 Iluminación.....	149
4.4.4 Desagüe pluvial.....	156
4.5 Presupuesto.....	158
4.5.1 Actividades Requeridas para el proyecto.....	158

4.5.2	Especificaciones técnicas.....	159
4.5.3	Cómputos métricos.....	228
4.5.4	Análisis de precios unitarios.....	231
4.5.5	Presupuesto general.....	252

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES

5.1	Conclusiones.....	253
5.2	Recomendaciones.....	254

ANEXOS

- A. Encuestas realizadas.
- B. Aforo de Volúmenes de tráfico y velocidades.
- C. Plano topográfico - planimetría.
- D. Plano de perfil longitudinal.
- E. Plano de perfiles transversales.
- F. Reporte de diseño de curvas horizontales y verticales.
- G. Plano de señalización vertical-horizontal.
- H. Plano de volúmenes acumulados (curva masa).

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número de accidentes en Tarija por gestión.....	11
Figura 2. Número de víctimas fatales en Tarija por gestión.....	12
Figura 3. Número de personas heridas en accidentes de tránsito en Tarija por gestión	13
Figura 4. Promedios anuales de PM10 por estación y gestión, Tarija	15
Figura 5. Promedios anuales de NO ₂ por estación y gestión, Tarija.....	16
Figura 6. Promedios anuales de O ₃ por estación y gestión, Tarija.....	17
Figura 7. Comparación de la demanda de espacio por persona según modo de transporte.....	18
Figura 8. Cantidad total de vehículos en porcentaje registrados en la ciudad de Tarija según clase (2016).....	20
Figura 9. Cantidad total de vehículos en porcentaje registrados en la ciudad de Tarija según servicio (2016).....	20
Figura 10. Repartición Modal del Transporte en la ciudad de Tarija.....	23
Figura 11. Componentes de la estrategia Evitar-Cambiar-Mejorar.....	24
Figura 12. Jerarquización de la movilidad urbana.....	26
Figura 13. Delimitación de una zona 30 como Célula de Movilidad o Área Ambiental.....	31
Figura 14. Evolución de la bicicleta.....	33

Figura 15. Beneficios de la movilidad no motorizada.....	36
Figura 16. Comparación de tiempo requerido para realizar un trayecto urbano según el medio de transporte.....	39
Figura 17. Modelo de la Encuesta a realizar.....	56
Figura 18. Datos del encuestado (Género).....	57
Figura 19. Datos del encuestado (Rango de edad).....	58
Figura 20. Datos del encuestado (Barrio).....	59
Figura 21. Medio de transporte más usado.....	59
Figura 22. Posee bicicleta.....	60
Figura 23. Motivo de uso de la bicicleta.....	61
Figura 24. Causas de no uso de la bicicleta.....	62
Figura 25. Más “Día del Peatón” en nuestra ciudad.....	63
Figura 26. Más espacios para circular en bicicleta.....	64
Figura 27. Disposición del observador y el enoscopio en un acceso a una intersección.....	82
Figura 28. Carril de uso compartido.....	94
Figura 29. Carril exclusivo con delimitación.....	96
Figura 30. Carril exclusivo con segregación.....	97
Figura 31. Relación entre la velocidad de un vehículo y la posibilidad de colisión.....	99
Figura 32. Relación entre la velocidad y el campo visual.....	100

Figura 33. Recomendaciones para decidir segregación o integración de acuerdo al tráfico y velocidad.....	101
Figura 34. Intersección Avda. H. Arce y 4 de octubre.....	103
Figura 35. Intersección Avda. H.Arce y Mercedes Sánchez R.....	103
Figura 36. Bicicleta de Montaña.....	107
Figura 37. Bicicleta BMX.....	108
Figura 38. Bicicleta Urbana o Turismo.....	109
Figura 39. Triciclo de carga con caja frontal.....	110
Figura 40. Componentes de una sección de carril unidireccional para ciclovía.....	111
Figura 41. Espacio requerido para una vía unidireccional con adelantamiento.....	112
Figura 42. Espacio requerido para una vía bidireccional con adelantamiento.....	112
Figura 43. Distancia adecuada entre vehículos motorizados y ciclistas.....	113
Figura 44. Ancho de carril elegido para el proyecto.....	114
Figura 45. Factores que influyen el valor de la velocidad de diseño.....	115
Figura 46. Pendientes máximas en función al desnivel a superar.....	117
Figura 47. Radios de curvatura en función del peralte y la velocidad de diseño.....	119
Figura 48. Campo de visión libre de obstáculos en una intersección.....	132

Figura 49. Demarcación para una vía unidireccional carril exclusivo.....	133
Figura 50. Demarcación para una vía bidireccional sin rebase carril exclusivo con segregación.....	134
Figura 51. Demarcación para una vía bidireccional con rebase carril exclusivo con segregación.....	134
Figura 52. Demarcación para una ciclovia en intersección con calle.....	135
Figura 53. Demarcación para la separación de ciclovia carril exclusivo con calle.....	135
Figura 54. Señales Restrictivas o Reglamentarias.....	137
Figura 55. Señales Preventivas.....	138
Figura 56. Señales Informativas.....	141
Figura 57. Bordillos de plástico traspasable y no traspasable	144
Figura 58. Tacha o segregador vial.....	145
Figura 59. Hitos o Bolardos.....	146
Figura 59. Estructura de cicloparqueo “U invertida o universal”.....	147
Figura 61. Estructura de cicloparqueo “U invertida o estante de Sheffield”...	148
Figura 62. Estructura de cicloparqueo “Vertical o Colgante”.....	148
Figura 63. Componentes luminaria.....	153
Figura 64. Sentido de una rejilla pluvial para ciclovia.....	157
Figura 65. Actividades para la ejecución del proyecto de ciclovia.....	158

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Bolivia: accidentes de tránsito registrados, según departamento y gestión.....	10
Tabla 2. Bolivia: número de víctimas fatales por accidente de tránsito, según departamento y)	12
Tabla 3. Bolivia: número de personas heridas por accidente de tránsito, según departamento y gestión.....	13
Tabla 4. Cantidad de vehículos registrados en municipio de Cercado Tarija, según clase y servicio (2016).....	19
Tabla 5. Resumen de la capacidad de una calle en función del número de carriles y sentidos de circulación.....	29
Tabla 6. Criterios para la reducción del ancho de los carriles en calles principales.....	30
Tabla 7. Ventajas e inconvenientes entre un área de tránsito mixto y una zona.....	32
Tabla 8. Operacionalización de Variables.....	52
Tabla 9. Ventajas e inconvenientes a considerar de vías unidireccional o bidireccionales.....	104
Tabla 10. Velocidad de diseño en función de la pendiente de descenso.....	116
Tabla 11. Pendientes según longitud máxima permitida del tramo.....	117
Tabla 12. Radio mínimo para el trazado de curvas en tramos de vías ciclistas.....	121
Tabla 13. Valoración de soluciones según tipo de superficie rodadura.....	126

Tabla 14. Granulometría para base en ciclovías.....128

Tabla 15. Recomendaciones para instalaciones de iluminación.....150

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Calle Domingo Paz, zona central Tarija.....7

Imagen 2. Barrio de la zona central de Tarija.....11

Imagen 3. Avda. Víctor Paz E. zona central Tarija.....14

Imagen 4. Comparación de espacio requerido por un vehículo respecto a una bicicleta.....41

Imagen 5. Área donde tendrá lugar el día de la convivencia.....46

Imagen 6. Ciclovía zona San Jacinto.....49

Imagen 7. Ciclovía en Avda. Jaime Paz Zamora.....49

Imagen 8. Área del proyecto.....50

Imagen 9. Tramo calle Humberto Arce entre Calle Patria y Calle Santa Cruz...84

Imagen 10. Tramo calle Humberto Arce entre Pje Arce y Calle Andrés Zamora
.....85

Imagen 11. Tramo calle Humberto Arce entre Calle Mercedes Sánchez-Avda La Paz.....86

Imagen 12. Tramo calle Humberto Arce entre Calle Andrés Zamora-Avda 4 de Octubre.....86

Imagen 13. Tramo Avda J. Echazú entre Calle José Boyan-Avda Héroes del Chaco.....	87
Imagen 14. Tramo Avda J. Echazú entre Avda Héroes del Chaco-Avda Belgrano	88
Imagen 15. Tramo Avda J. Echazú entre Avda. Gamoneda-Calle Aniceto Arce	89
Imagen 16. La doble San Roque-Chaguaya-San Roque	90
Imagen 17. Avda. H. Arce zona Salamanca.....	106
Imagen 18. Intersección Humberto Arce y Santa cruz.....	118
Imagen 19. Separadores o segregadores viales.....	143