

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE LA COMUNICACIÓN



“DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA INTERSECCIÓN A DESNIVEL ENTRE LAS AVENIDAS CIRCUNVALACIÓN- FROILÁN TEJERINA (ROTONDA LA TORRE)”

Por:

YESSICA HUMEREZ PEREZ

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 I- 2023

TARIJA-BOLIVA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE LA COMUNICACIÓN

**“DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA INTERSECCIÓN A DESNIVEL ENTRE LAS
AVENIDAS CIRCUNVALACIÓN- FROILÁN TEJERINA (ROTONDA LA TORRE)”**

Por:

YESSICA HUMEREZ PEREZ

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 I- 2023

TARIJA-BOLIVA

DEDICATORIA:

Este trabajo lo dedico a mi familia. Especialmente a mis padres quienes estuvieron brindándome su apoyo y amor de manera incondicional, guiándome siempre por el camino de la honestidad y rectitud. Por este motivo es mi deseo honrarlos con los conocimientos adquiridos en agradecimiento a todo su esfuerzo y dedicación que tuvieron hacia mi persona.

De igual manera quiero dedicar este trabajo a mis hermanos que confiaron en

ÍNDICE

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

	Página
1.1	Introducción..... 1
1.2	Justificación..... 2
1.3	Objetivos..... 3
1.3.1	Objetivo General..... 3
1.3.2	Objetivos específicos..... 3
1.4	Planteamiento del problema..... 4
1.4.1	Situación Problémica..... 4
1.4.2	Problema..... 5
1.5	Hipótesis..... 6
1.6	Alcance..... 6

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES SOBRE EL DIMENSIONAMIENTO DE INTERSECCIONES A DESNIVEL

	Página
2.1	Diseño geométrico en áreas urbanas..... 7
2.1.1	Clasificación de las vías urbanas..... 7
2.1.1.1	Vías expresas..... 8
2.1.1.2	Vías arteriales..... 8
2.1.1.3	Vías colectoras..... 8
2.1.1.4	Vías locales..... 8
2.1.2	Criterios y controles básicos para el diseño geométrico..... 9
2.2	Tipos de intersecciones..... 9
2.1.3	Intersección a nivel..... 9
2.2.1.1	Denominación y tipos de intersección a nivel..... 10
2.1.4	Intersección a desnivel..... 12

2.2.1.2	Clasificación y tipo de intersecciones a desnivel.....	13
2.2.1.3	Ramales.....	17
2.3	Diseño geométrico de intersecciones a desnivel.....	19
2.1.5	Geometría.....	19
2.3.1.1	Topografía.....	19
2.3.1.2	Dimensionamiento.....	23
2.1.6	Tráfico.....	40
2.3.1.3	Metodología.....	41
2.3.1.4	Volúmenes de tráfico.....	42
2.3.1.5	Velocidad de tráfico.....	44
2.3.1.6	Capacidad vehicular.....	46
2.3.1.7	Nivel de servicio.....	48
2.1.7	Señalización.....	50
2.1.7.1	Señalización vertical.....	50
2.1.7.2	Señalización horizontal.....	58
2.1.8	Semaforización.....	65
2.1.8.1.1Asignación de tiempos	
	65	
2.1.9	Simulación de tráfico.....	65
2.3.1.8	Software VISSIM.....	66
2.3.1.9	Volúmenes de tráfico.....	66
2.3.1.10Control de tráfico	
	67	
2.4	Consideraciones estructurales.....	68
2.4.1	Intersecciones a desnivel elevadas.....	68
2.4.2	Intersecciones a desnivel subterráneas.....	69

CAPÍTULO III

DISEÑO Y DESARROLLO METODOLÓGICO

	Página
3.1	Ubicación.....71

3.2	Características del área de estudio.....	72
3.2.1	Características climatológicas.....	72
3.2.2	Características socio económicas.....	72
3.3	Características técnicas del área de estudio.....	73
3.3.1	Geometría.....	73
3.3.2	Tráfico.....	75
3.3.2.1	Aforo vehicular.....	75
3.3.2.2	Velocidad.....	85
3.3.3	Señalización.....	94
3.3.3.1	Señalización vertical.....	94
3.3.3.2	Señalización horizontal.....	96
3.3.4	Semaforización.....	99
3.4	Parámetros de diseño geométrico.....	100
3.4.1	Tráfico.....	100
3.4.1.1	Capacidad.....	101
3.4.1.2	Nivel de servicio.....	105
3.4.2	Criterios para el diseño en planta.....	105
3.4.2.1	Sección de entrecruzamiento.....	105
3.4.2.2	Ancho de carriles.....	107
3.4.3	Criterios para el diseño en perfil.....	108
3.4.4	Criterios para el diseño de la sección transversal grafico.....	109
3.5	Diseño propuesto.....	111
3.5.1	Procedimiento.....	111
3.5.1.1	Alternativa 1 (Intersección a desnivel subterráneo).....	111
3.5.1.2	Alternativa 2 (Intersección a desnivel elevada).....	125
3.6	Simulación.....	133
3.6.1	Datos de entrada.....	133
3.6.2	Procedimiento.....	140
3.6.3	Resultados.....	144
3.7	Análisis de resultados.....	147

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1 Conclusiones.....	149
4.2 Recomendaciones.....	152

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO I Documentación

ANEXO II Levantamiento Topográfico

ANEXO III Aforos Vehiculares

ANEXO IV Estudio Hidrológico

ANEXO V Reporte Fotográfico

ANEXO VI Planos

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Tipos de intersección a nivel.....	10
Tabla 2 Capacidad de las vías en intersecciones a desnivel.....	24
Tabla 3 Volúmenes vehiculares de servicio según la calidad de flujo.....	25
Tabla 4 Relación entre el nivel de servicio y la calidad de flujo en tramos.....	26
Tabla 5 Longitudes mínimas de entrecruzamiento.....	26
Tabla 6 Velocidad de diseño, ancho de calzada y pendiente en vías de enlace.....	29
Tabla 7 Valores mínimos de velocidades de diseño en ramales de enlace.....	30
Tabla 8 Radios mínimos con peraltes máximos en ramales de enlace.....	31
Tabla 9 Parámetros mínimos de clotoides.....	31
Tabla 10 Parámetros mínimos para el perfil longitudinal de ramales.....	38
Tabla 11 Diferencia algebraica entre inclinación el peralte del ramal.....	39
Tabla 12 Clasificación vehicular.....	43
Tabla 13 Nivel de servicio en vías interrumpidas.....	49
Tabla 14 Distancia mínima (m) entre señales verticales.....	56
Tabla 15 Ubicación transversal de señales verticales (Distancia y Altura).....	56
Tabla 16 Ubicación de la zona.....	71
Tabla 17 Características de la vía en la Av. Circunvalación.....	72
Tabla 18 Características de la vía en la Av. Froilán Tejerina.....	73
Tabla 19 Topografía del tramo Av. Circunvalación.....	73
Tabla 20 Topografía del tramo Av. Froilán Tejerina.....	73
Tabla 21 Conteo Vehicular Froilán Tejerina-Circunvalación D.....	76
Tabla 22 Conteo Vehicular Froilán Tejerina-Circunvalación B.....	78
Tabla 23 Conteo Vehicular Circunvalación-Froilán Tejerina- A.....	80
Tabla 24 Conteo Vehicular Circunvalación-Froilán Tejerina- C.....	82
Tabla 25 Planilla de aforo de velocidades acceso D.....	85
Tabla 26 Velocidad promedio acceso D.....	86
Tabla 27 Planilla de aforo de velocidades acceso B.....	87
Tabla 28 Velocidad promedio acceso B.....	88

Tabla 29 Planilla de aforo de velocidades acceso A.....	89
Tabla 30 Velocidad promedio acceso A.....	90
Tabla 31 Planilla de aforo de velocidades acceso C.....	91
Tabla 32 Velocidad promedio acceso C.....	92
Tabla 33 Señalización de la intersección de estudio.....	93
Tabla 34 Propuesta de señalización vertical.....	94
Tabla 35 Propuesta de señalización horizontal.....	96
Tabla 36 Tiempos de semaforización actuales en la intersección.....	98
Tabla 37 Capacidad en vías Interrumpidas método HCM acceso (D).....	100
Tabla 38 Capacidad en vías Interrumpidas método HCM acceso (B).....	101
Tabla 39 Capacidad en vías Interrumpidas método HCM acceso (A).....	102
Tabla 40 Capacidad en vías Interrumpidas método HCM acceso (C).....	103
Tabla 41 Nivel de servicio en vías interrumpidas método INVIAS.....	104
Tabla 42 Longitud mínima de entrecruzamiento.....	105
Tabla 43 Criterios de diseño geométrico.....	106
Tabla 44 Peralte Máximo y radios mínimos.....	107
Tabla 45 Criterios para curvas horizontales.....	108
Tabla 46 Elementos de la curva horizontal Alternativa 1.....	111
Tabla 47 Elementos de la curva horizontal en accesos Alternativa 1.....	112
Tabla 48 Elementos de Curvas verticales Alineación I Alternativa I.....	114
Tabla 49 Elementos de Curvas verticales Calle 1.....	116
Tabla 50 Elementos de Curvas verticales Calle 2.....	117
Tabla 51 Elementos de Curvas verticales Calle 3.....	119
Tabla 52 Elementos de Curvas verticales Calle 4.....	121
Tabla 53 Tabla de volúmenes totales Alternativa 1.....	122
Tabla 54 Elementos de la curva horizontal Alternativa 2.....	124
Tabla 55 Elementos de Curvas verticales Alineación I Alternativa II.....	127
Tabla 56 Tabla de volúmenes totales Alternativa 2.....	128
Tabla 57 Volumen vehicular corregido acceso D.....	133
Tabla 58 Porcentaje de flujo vehicular Acceso D.....	133
Tabla 59 Volumen vehicular corregido acceso B.....	134
Tabla 60 Porcentaje de flujo vehicular Acceso B.....	134

Tabla 61 Volumen vehicular corregido acceso A.....	135
Tabla 62 Porcentaje de flujo vehicular Acceso A.....	135
Tabla 63 Volumen vehicular corregido acceso C.....	136
Tabla 64 Porcentaje de flujo vehicular Acceso C.....	136
Tabla 65 Ventajas y desventajas Alternativa 1.....	146
Tabla 66 Ventajas y desventajas Alternativa 2.....	147

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Variedad de tipos de intersección a nivel.....	11
Figura 2 Intercambio de tres ramas.....	13
Figura 3 Tipos característicos de intercambios de cuatro ramas.....	14
Figura 4 Intercambios tipo trébol simétricos de libre circulación.....	15
Figura 5 Tipos de interacción a desnivel.....	16
Figura 6 Ramales de enlace.....	17
Figura 7 Construcción de carretera terreno plano.....	20
Figura 8 Diseño alineamiento vertical en terreno ondulado.....	21
Figura 9 Sección en ladera.....	22
Figura 10 Actividades de diseño geométrico de una intersección a desnivel.....	23
Figura 11 Longitudes mayores de entrecruzamiento.....	27
Figura 12 Disminución de velocidad.....	33
Figura 13 Magnitud crítica.....	33
Figura 14 Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas.....	35
Figura 15 Planta y perfil de un ramal.....	36
Figura 16 Parámetro de capacidad Vehicular.....	46
Figura 17 Clasificación de señales preventivas.....	50
Figura 18 Clasificación de señales reglamentarias.....	53
Figura 19 Clasificación de señales informativas.....	55
Figura 20 Líneas amarillas discontinuas.....	57
Figura 21 Ejemplo de líneas continuas dobles.....	58
Figura 22 Ejemplo de pista segmentada.....	59
Figura 23 Caso pista de egreso.....	59
Figura 24 Reducción de pista.....	60
Figura 25 Señalización horizontal en cruce regulado señal de PARE.....	61
Figura 26 Largo paso peatones.....	62
Figura 27 Demarcación de achurado bifurcación divergente y convergente.....	63
Figura 28 Intersección a desnivel elevado.....	67
Figura 29 Intersección a desnivel subterráneo.....	68
Figura 30 Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	70

Figura 31 Aforo vehicular en cada acceso de la intersección.....	75
Figura 32 Ubicación de las señalizaciones verticales.....	94
Figura 33 Señalizaciones verticales.....	95
Figura 34 Señalización horizontal actual.....	96
Figura 35 Señalización horizontal en la rotonda de la torre.....	97
Figura 36 Señalización horizontal al ingreso de la intersección.....	97
Figura 37 Ubicación actual de los semáforos.....	98
Figura 38 Sección transversal de una calzada de dos carriles, en zona urbana.....	109
Figura 39 Simbología de curva horizontal.....	110
Figura 40 Curva Horizontal de la intersección a desnivel en Av. Circunvalación.....	111
Figura 41 Curva horizontal en accesos Alternativa 1.....	112
Figura 42 Sección I del perfil longitudinal de alternativa I.....	113
Figura 43 Sección II del perfil longitudinal de alternativa I.....	114
Figura 44 Ubicación calle 1.....	115
Figura 45 Perfil longitudinal calle 1.....	115
Figura 46 Ubicación calle 2.....	116
Figura 47 Perfil longitudinal calle 2.....	117
Figura 48 Ubicación calle 3.....	118
Figura 49 Perfil longitudinal calle 3.....	118
Figura 50 Ubicación calle 4.....	120
Figura 51 Perfil longitudinal calle 4.....	120
Figura 52 Curva Horizontal e Av. Circunvalación (Intersección Elevada).....	124
Figura 53 Ubicación y sentido de la intersección Alternativa 2.....	125
Figura 54 Sección I del perfil longitudinal de alternativa II.....	126
Figura 55 Sección II del perfil longitudinal de alternativa II.....	126
Figura 56 Modelado 3D alternativa 1.....	130
Figura 57 Modelado 3D alternativa 2.....	131
Figura 58 Tiempos de semaforización.....	139
Figura 59 Simulación de tráfico de la intersección actual.....	143
Figura 60 Simulación de tráfico de la intersección a desnivel alternativa 1.....	144
Figura 61 Simulación de tráfico de la intersección a desnivel alternativa 2.....	145

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1 Histograma de aforo vehicular Froilán Tejería-Circunvalación D.....	77
Gráfico 2 Histograma de aforo vehicular Froilán Tejería-Circunvalación B.....	79
Gráfico 3 Histograma de aforo vehicular Circunvalación-Froilán Tejería A.....	81
Gráfico 4 Conteo Vehicular Circunvalación-Froilán Tejería- C.....	83