

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



TOMO I

**“DISEÑO DE INGENIERÍA DEL TRAMO CRUCE LOS NARANJOS –
CRUCE SERERE LIMAL”**

Por:

MARTINEZ SALINAS MARIO ALBERTO

SEMESTRE II - 2019

TARIJA – BOLIVIA

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

TOMO I

**“DISEÑO DE INGENIERÍA DEL TRAMO CRUCE LOS NARANJOS –
CRUCE SERERE LIMAL”**

Por:

MARTINEZ SALINAS MARIO ALBERTO

Trabajo de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MSAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de
Licenciatura en la CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.

SEMESTRE II - 2019

TARIJA – BOLIVIA

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



TOMO II

**“DISEÑO DE INGENIERÍA DEL TRAMO CRUCE LOS NARANJOS –
CRUCE SERERE LIMAL”**

Por:

MARTINEZ SALINAS MARIO ALBERTO

SEMESTRE II - 2019

TARIJA – BOLIVIA

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

TOMO II

**“DISEÑO DE INGENIERÍA DEL TRAMO CRUCE LOS NARANJOS –
CRUCE SERERE LIMAL”**

Por:

MARTINEZ SALINAS MARIO ALBERTO

Trabajo de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MSAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de
Licenciatura en la CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.

SEMESTRE II - 2019

TARIJA – BOLIVIA

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



TOMO III

**“DISEÑO DE INGENIERÍA DEL TRAMO CRUCE LOS NARANJOS –
CRUCE SERERE LIMAL”**

Por:

MARTINEZ SALINAS MARIO ALBERTO

SEMESTRE II - 2019

TARIJA – BOLIVIA

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

TOMO III

**“DISEÑO DE INGENIERÍA DEL TRAMO CRUCE LOS NARANJOS –
CRUCE SERERE LIMAL”**

Por:

MARTINEZ SALINAS MARIO ALBERTO

Trabajo de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MSAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de
Licenciatura en la CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.

SEMESTRE II - 2019

TARIJA – BOLIVIA

.....
M.Sc. Ing. Ernesto R. Álvarez Gozalvez

**DECANO FACULTAD CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

.....
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

**VICEDECANA FACULTAD
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

TRIBUNALES:

.....
Ing. Jhonny Orgaz Fernández

TRIBUNAL 1

.....
Ing. Trinidad Baldiviezo Montalvo

TRIBUNAL 2

.....
Ing. Weimar Mejía Mogrovejo

TRIBUNAL 3

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

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado en primer lugar a Dios por darme fuerza y guiarme por un buen camino para cumplir esta anhelada meta.

A mi padre; Mario Martinez Serrano por el apoyo incondicional, ánimo y sacrificio realizado todos estos años de estudio.

A mi hermana; Gabriela Martinez Salinas, por brindarme su apoyo y cariño en los momentos más importantes de mi vida.

Y a toda mi familia en general por la confianza y ayuda brindada durante todo este tiempo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por cuidarme, guiarme y darme salud para lograr esta meta, a mi padre y hermana que siempre estuvieron para mí en los buenos y malos momentos de esta vida.

Un agradecimiento especial a los docentes que lograron sembrar sus conocimientos en mi formación profesional y como persona.

A mi familia, amigos y compañeros de la carrera por el apoyo incondicional en toda esta vida universitaria.

CAPÍTULO I
DISEÑO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

	Pág.
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.2.1. Situación problemática	2
1.2.2. Problema	2
1.3. Justificación del proyecto	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Alcance.....	4

CAPÍTULO II
INGENIERÍA DEL PROYECTO

	Pág.
2.1. Ubicación del proyecto.....	6
2.1.1. Ubicación geográfica	8
2.2. Características generales del área del proyecto	8
2.2.1. Servicios de agua potable	9
2.2.2. Servicio de alcantarillado.....	9
2.2.3. Servicios de electricidad	10
2.2.4. Servicios de educación.....	10
2.2.5. Servicios de salud	11
2.2.6. Modalidades de recolección y disposición de residuos sólidos.....	11
2.3. Aspectos climáticos.....	12

2.4. Estudios previos al diseño	13
2.4.1. Estudio topográfico.....	14
2.4.1.1. Trabajo de campo.....	14
2.4.1.2. Trabajo de gabinete.....	15
2.4.2. Estudio geotécnico.....	17
2.4.2.1. Trabajo de campo.....	17
2.4.2.2. Trabajo de laboratorio.....	18
2.4.2.3. Trabajo de gabinete.....	23
2.4.3. Estudio de tráfico.....	25
2.4.3.1. Tráfico normal (TN).....	26
2.4.3.2. Tráfico generado (TG)	27
2.4.3.3. Tráfico inducido (TI).....	28
2.4.3.4. Tránsito futuro (TF)	28
2.4.4. Estudio hidrológico.....	30
2.4.4.1. Determinación de parámetros estadísticos	30
2.4.4.2. Determinación de parámetros característicos.....	31
2.4.4.3. Cálculo de altura de lluvia máxima diaria y horaria	33
2.4.4.4. Cálculo de la intensidad máxima	37
2.5. Diseño geométrico.....	37
2.5.1. Análisis y elección de alternativas.....	38
2.5.1.1. Alternativa de estudio	40
2.5.2. Sistema de clasificación.....	41
2.5.3. Parámetros de diseño geométrico	43
2.5.3.1. Categoría de la vía.....	43
2.5.3.2. Velocidad de proyecto (Vp)	43

2.5.3.3. Códigos de clasificación	44
2.5.4. Alineamiento horizontal	44
2.5.4.1. Distancia de visibilidad	44
2.5.4.2. Distancia de visibilidad de frenado	44
2.5.4.3. Distancia de visibilidad de adelantamiento	45
2.5.4.4. Longitud máxima en recta.....	46
2.5.4.5. Longitud mínima en recta	46
2.5.5. Curvas circulares.....	47
2.5.5.1. Elementos de la curva circular	47
2.5.5.2. Radio mínimo absolutos.....	49
2.5.5.3. Coeficiente de fricción transversal.....	49
2.5.5.4. Peralte máximo.....	50
2.5.5.5. Sobre ancho en curvas circulares	51
2.5.6. Alineamiento vertical.....	59
2.5.6.1. Parámetros mínimos por visibilidad de frenado.....	59
2.5.6.2. Pendiente máxima	61
2.5.6.3. Pendiente mínima.....	62
2.5.7. Curvas verticales.....	62
2.5.7.1. Criterios de diseño para curvas verticales.....	63
2.5.7.2. Parámetros mínimos por visibilidad de adelantamiento	63
2.5.7.3. Longitud mínima de curvas verticales	64
2.5.8. Sección transversal	67
2.5.8.1. Plataforma	69
2.5.8.2. Calzada.....	69
2.5.8.3. Bermas.....	70

2.5.8.4. Sobre ancho de plataforma (SAP).....	70
2.5.8.5. Pendiente transversal de la calzada.....	71
2.5.8.6. Bombeo.....	71
2.5.9. Parámetros para el diseño.....	74
2.5.10. Taludes de corte y terraplén.....	74
2.5.10.1. Taludes de corte.....	74
2.5.10.2. Taludes de terraplén.....	75
2.5.11. Volúmenes de movimiento de tierras.....	76
2.5.11.1. Cálculo de los volúmenes de movimiento de tierra.....	76
2.5.12. Diagrama de curva de masa.....	80
2.6. Diseño hidráulico.....	81
2.6.1. Criterios de diseño.....	81
2.6.1.1. Elección del periodo de retorno.....	81
2.6.1.2. Tiempo de concentración.....	82
2.6.1.3. Estimación de caudales de diseño.....	83
2.6.2. Drenaje transversal.....	85
2.6.2.1. Elección del tipo de alcantarilla.....	85
2.6.2.2. Diseño del drenaje transversal.....	86
2.6.2.3. Alcantarillas de alivio.....	87
2.6.2.4. Alcantarillas de cruce.....	92
2.6.3. Drenaje longitudinal.....	95
2.6.3.1. Diseño del drenaje longitudinal.....	95
2.6.3.2. Diseño de cunetas.....	96
2.7. Diseño estructural.....	105
2.7.1. Parámetros de entrada para el diseño.....	105

2.7.2. Diseño del pavimento flexible	106
2.7.2.1. Cálculo del número de ejes equivalentes	107
2.7.2.2. Confiabilidad.....	110
2.7.2.3. Desviación estándar normalizada Z_R	110
2.7.2.4. Desviación estándar global "So"	111
2.7.2.5. Serviciabilidad.....	111
2.7.2.6. Módulo resiliente	112
2.7.2.7. Diseño de espesores	113
2.7.2.8. Coeficientes de drenaje	113
2.8. Señalización.....	118
2.8.1. Requisitos que deben cumplir los dispositivos de control de tránsito	118
2.8.2. Señalización vertical	119
2.8.2.1. Diseño	120
2.8.2.2. Color.....	121
2.8.2.3. Ubicación longitudinal de las señales verticales.....	122
2.8.2.4. Ubicación lateral de las señales verticales	123
2.8.3. Señalización horizontal.....	124
2.8.3.1. Líneas longitudinales	125
2.8.3.2. Marcas incrustadas en el pavimento (ojos de gato)	127
2.9. Cómputos métricos.....	128
2.10. Análisis de precios unitarios y presupuestos	133
2.11. Presupuesto general del proyecto	136
2.12. Estudio de impacto ambiental	139
2.12.1. Ficha ambiental.....	139
2.12.2. Categorización del proyecto	139

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pág.
3.1. Conclusiones.....	144
3.2. Recomendaciones.....	146

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS – TOMO II

Anexo 1. Estudio Topográfico

Anexo 2. Estudio Geotécnico

Anexo 3. Estudio de Tráfico

Anexo 4. Estudio Hidrológico

Anexo 5. Diseño Geométrico

Anexo 6. Diseño Estructural

Anexo 7. Diseño Hidráulico

Anexo 8. Cómputos Métricos, Análisis de Precios Unitarios y Presupuesto General

Anexo 9. Ficha Ambiental

Anexo 10. Especificaciones Técnicas

ANEXOS – TOMO III

PLANOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación funcional para el diseño de carreteras y caminos rurales.....	42
Tabla 2. Velocidad de proyecto	43
Tabla 3. Distancia mínima de frenado en horizontal (Df)	45
Tabla 4. Distancia mínima de adelantamiento	46
Tabla 5. Longitud mínima entre curvas de distinto sentido	47
Tabla 6. Longitud mínima entre curvas del mismo sentido	47
Tabla 7. Radios mínimos absolutos en curvas horizontales.....	49
Tabla 8. Coeficiente de fricción transversal.....	50
Tabla 9. Valores máximos para el peralte y fricción transversal	50
Tabla 10. Huellas teóricas del sobreebanco en curvas circulares	52
Tabla 11. Parámetro mínimo en curva vertical por criterio de visibilidad de frenado.....	61
Tabla 12. Pendientes máximas admisibles %	61
Tabla 13. Parámetro mínimo de curvas verticales convexas	64
Tabla 14. Pendiente transversal de la calzada	71
Tabla 15. Bombeos de la calzada.....	72
Tabla 16. Resumen de anchos de plataforma en terraplén y sus elementos	73
Tabla 17. Periodo de retorno para el diseño.....	82
Tabla 18. Fórmulas para el cálculo del tiempo de concentración	83
Tabla 19. Coeficientes de escurrimiento (C).....	84
Tabla 20. Coeficiente de rugosidad (n).....	84
Tabla 21. Capacidad hidráulica de cunetas y canales triangulares	96
Tabla 22. Valores del coeficiente de Manning.....	98
Tabla 23. Velocidades máximas recomendadas.....	98
Tabla 24. Periodos de análisis o periodo de diseño	106
Tabla 25. Configuración de ejes de los vehículos.....	107
Tabla 26. Límites de Cargas según ley de cargas N°1769	108
Tabla 27. Cargas por ejes de flota vehicular	108
Tabla 28. Niveles de confianza sugeridos por la AASHTO	110

Tabla 29. Valores de desviación estándar normalizada	111
Tabla 30. Tiempos de drenaje recomendados por AASHTO	114
Tabla 31. Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles	114
Tabla 32. Distancia mínima entre señales verticales	122

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación a nivel departamental	6
Figura 2. Mapa de ubicación a nivel de provincia	7
Figura 3. Mapa de ubicación específica del proyecto	7
Figura 4. Vista del emplazamiento de la carretera	8
Figura 5. Puntos de muestreo	17
Figura 6. Extracción de muestras de suelo	18
Figura 7. Ensayo de granulometría	19
Figura 8. Ensayo de límite líquido	20
Figura 9. Ensayo de compactación.....	21
Figura 10. Ensayo de CBR.....	22
Figura 11. Alineamiento de la alternativa 1	38
Figura 12. Alineamiento de la alternativa 2	39
Figura 13. Alineamiento de la alternativa 3	40
Figura 14. Elementos de la curva circular.....	48
Figura 15. Desarrollo del peralte en curvas circulares	51
Figura 16. Curva vertical cóncava	60
Figura 17. Curva vertical convexas.....	60
Figura 18. Sección transversal y sus partes.....	67
Figura 19. Perfil transversal descriptivo, calzadas separadas en recta.....	68
Figura 20. Tipos de secciones transversales de terraplén y de corte.....	77
Figura 21. Diagrama de curva de masa.....	81
Figura 22. Ubicación de alcantarillas, respecto de la pendiente del cause	86
Figura 23. Sección transversal circular	87
Figura 24. Área de aporte de las alcantarillas de alivio (Prog. 2+780).....	89
Figura 25. Cálculo de la alcantarilla de alivio.....	90
Figura 26. Cálculo de la alcantarilla de cruce	93
Figura 27. Sección de diseño tipo de cuneta de corte	97
Figura 28. Cálculo de los parámetros de una cuneta.....	101

Figura 29. Procedimiento para determinar espesores mínimos de capas.....	116
Figura 30. Ángulo de entrada y observación	123
Figura 31. Ubicación transversal de señales verticales – distancia y altura.....	124
Figura 32. Diseño de líneas discontinuas.....	126
Figura 33. Dimensiones de demarcación continua	127

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Gráfico promedio diario.....	27
Gráfico 2. Alturas de lluvia máxima.....	34
Gráfico 3. Método gráfico de lluvia menores a 2 horas, para $T = 10$ años.....	35
Gráfico 4. Método gráfico de lluvia menores a 2 horas, para $T = 25$ años.....	35
Gráfico 5. Curvas intensidad duración y frecuencia.....	36
Gráfico 6. Diagrama cromático CIE 1931, para señales verticales.....	121

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Cantidad de familias con y sin agua potable por cañería	9
Cuadro 2. Cobertura y medios para la eliminación de excretas	9
Cuadro 3. Servicio de energía eléctrica en el área de influencia del proyecto.....	10
Cuadro 4. Servicio de educación en las comunidades beneficiarias	11
Cuadro 5. Resumen de los BMs	16
Cuadro 6. Ensayos realizados en laboratorio	22
Cuadro 7. Resumen de los ensayos realizados en el laboratorio.....	24
Cuadro 8. Aforos de vehículos de 7 días de un mes	26
Cuadro 9. Tráfico promedio diario.....	27
Cuadro 10. Tráfico futuro	29
Cuadro 11. TPDA proyectado para 20 año	30
Cuadro 12. Parámetros estadísticos y característicos.....	32
Cuadro 13. Altura de lluvia máxima diaria.....	33
Cuadro 14. Alturas de lluvia máxima inferiores a 24 horas.....	34
Cuadro 15. Intensidades de precipitación (mm/h)	36
Cuadro 16. Intensidades máximas.....	37
Cuadro 17. Elementos calculados de las curvas horizontales	57
Cuadro 18. Elementos de las curvas verticales	66
Cuadro 19. Parámetros de diseño.....	74
Cuadro 20. Resumen de volúmenes de movimiento de tierra.....	80
Cuadro 21. Datos para el cálculo de las alcantarillas de alivio	90
Cuadro 22. Resultados del cálculo de las alcantarillas de alivio.....	91
Cuadro 23. Datos para el cálculo de las alcantarillas de cruce	93
Cuadro 24. Resultados del cálculo de las alcantarillas de cruce	94
Cuadro 25. Datos del cálculo hidráulico de la cuneta	100
Cuadro 26. Cálculo de diseño de la cuenta	100
Cuadro 27. Resumen de las cunetas.....	102
Cuadro 28. Resultados del cálculo de las cunetas (lado derecho).....	103
Cuadro 29. Resultados del cálculo de las cuentas (lado izquierdo)	104

Cuadro 30. Tráfico promedio diario anual.....	109
Cuadro 31. Resultados del total de ejes equivalentes (W18).....	110
Cuadro 32. Resultados del diseño del paquete estructural.....	117
Cuadro 33. Señales preventivas	119
Cuadro 34. Señales reglamentarias	120
Cuadro 35. Resumen de la señalización.....	128
Cuadro 36. Resumen de cálculos métricos	130
Cuadro 37. Análisis de precios unitarios.....	135
Cuadro 38. Presupuesto general del proyecto	137
Cuadro 39. Formulario de nivel de categorización ambiental	140