

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TOMO I

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE INGENIERÍA VIAL DEL TRAMO SAN
FRANCISCO – EL CARMEN”**

Por:

PIMENTEL TEJERINA DIEGO ALBERTO.

Proyecto de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de la
licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE II – 2020

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TOMO II

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE INGENIERÍA VIAL DEL TRAMO SAN
FRANCISCO – EL CARMEN”**

Por:

PIMENTEL TEJERINA DIEGO ALBERTO.

Proyecto de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de la
licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE II – 2020

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TOMO III

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE INGENIERÍA VIAL DEL TRAMO SAN
FRANCISCO – EL CARMEN”**

Por:

PIMENTEL TEJERINA DIEGO ALBERTO.

Proyecto de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de la
licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE II – 2020

TARIJA – BOLIVIA

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

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE INGENIERÍA VIAL DEL TRAMO SAN
FRANCISCO – EL CARMEN”**

Por:

PIMENTEL TEJERINA DIEGO ALBERTO.

Modalidad de graduación: Proyecto de grado presentado a consideración de la
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para
optar el grado académico de la licenciatura en la CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Agosto - 2020

TARIJA – BOLIVIA

Vº Bº

.....
M. Sc. Ing. Ernesto R. Álvarez Gozávez
DECANO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA – UAJMS

.....
M. Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA – UAJMS

TRIBUNAL:

M Sc. Ing. Marcelo H. Pacheco N.

Ing. Edwin Osvaldo Aguirre.

Ing. Mabel Zambrana Velasco.

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

Dedicatorias:

El presente trabajo se lo dedico a mis padres, Alberto Pimentel e Ireny Lucy Tejerina Muños.

A mis hermanas, Lilian y Lucy por su apoyo constante.

A mis abuelos, con quienes viví los mejores momentos de mi vida.

Agradecimientos:

A Dios, por el don de la vida.

A mis padres, por su eterno amor y cariño, y sobre todo paciencia. Por su gran apoyo y colaboración durante la realización del presente trabajo.

A los docentes, por su instrucción y amistad.

A mis compañeros y amigos, por compartir momentos de alegría y tristeza.

Pensamiento:

El señor es mi pastor, nada me faltará. En verdes praderas me hace descansar junto a tranquilas aguas me pastoreará.

Restaurará mi alma.

Me guiará por sendas de justicia por amor a su nombre.

Aunque ande en el valle sombrío de la muerte, no temeré mal alguno porque tú estás conmigo.

Tu bondad y el amor me seguirán todos los días de mi vida y en la casa del Señor viviré para siempre.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

CAPÍTULO I

DISEÑO TEÓRICO

	Página
1.1	Introducción.....1
1.2	Justificación.....1
1.2.1	Justificación académica.....1
1.2.2	Justificación técnica.2
1.2.3	Justificación social.2
1.3	Planteamiento del problema.3
1.3.1	Situación problemática.....3
1.3.2	Determinación en el tiempo.4
1.3.3	Determinación del espacio.4
1.3.4	Formulación del problema.4
1.4	Objetivos.5
1.4.1	Objetivo general.5
1.4.2	Objetivo específico.....5
1.5	Alcance de la justificación.....5
1.6	Hipótesis.8
1.7	Variables.....9

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

	Página
2.1	Marco conceptual.10
2.1.1	Vía o camino.10

2.1.2	Pavimento.....	10
2.1.3	Calzada.....	10
2.1.4	Carril.	11
2.1.5	Banquina o berma.	11
2.1.6	Cuneta.	11
2.1.7	Zona de camino.....	11
2.1.8	Clasificación de las vías.	11
2.1.9	Aspecto complementario al diseño.	12
2.1.9.1	Topografía.	12
2.1.9.2	Tipo de levantamiento.....	12
2.1.9.3	Curva de nivel.....	12
2.1.10	Estudio de tráfico.	13
2.1.10.1	Generalidades.....	13
2.1.10.2	Tipos de flujo de tráfico.....	13
2.2	Marco normativo.....	14
2.2.1	Peralte.....	14
2.2.2	Coeficiente de fricción.	15
2.2.3	Curva circular.....	15
2.2.3.1	Elementos de la curva circular.	15
2.2.3.2	Radios mínimos de curvas circulares.....	17
2.2.4	Curvas de transición.....	17
2.2.4.1	Elección del parámetro A de la clotoide	20
2.2.4.2	Elementos del conjunto arco de enlace curvacircular.....	20
2.2.5	Criterio de diseño altimétrico.....	22
2.2.5.1	Pendientes máximas del perfil longitudinal.	22

2.2.5.2	Distancia de visibilidad.....	22
2.2.5.2.1	Distancia de visibilidad de frenado.....	22
2.2.5.2.2	Distancia de visibilidad para sobre paso.....	24
2.2.5.3	Curvas verticales.....	24
2.2.5.3.1	Curvas verticales convexas.....	25
2.2.5.3.2	Curvas verticales concavas.....	25
2.2.5.4	Sección transversal.....	26
2.2.5.4.1	Calzada.....	26
2.2.5.4.2	Berma.....	27
2.2.5.4.3	Sobre ancho de plataforma(SAP).....	27
2.2.5.4.4	Pendiente transversal de la calzada.....	28
2.2.5.4.5	Taludes de corte y terraplén.....	28
2.2.6	Volúmenes de movimiento de tierra.....	29
2.2.6.1	Aspectos generales.....	29
2.2.6.2	Cálculo de los volúmenes de movimiento de tierra.....	29
2.2.7	Mecánica de suelos.....	30
2.2.7.1	Estudio de la sub rasante.....	30
2.2.7.2	Estudio del material cuerpo de terraplén.....	31
2.2.7.3	Estudio de la capa sub base.....	32
2.2.7.4	Estudio de la capa base.....	33
2.2.7.5	Estudio de la capa de rodadura.....	34
2.2.8	Hidrología.....	36
2.2.8.1	Definición.....	36
2.2.8.2	Objetivo de la hidrología dentro del diseño de carretera.....	36
2.2.8.3	Drenaje transversal.....	36

2.2.8.4	Badenes.	37
2.2.8.5	Alcantarillas de alivio	37
2.2.8.6	Alcantarillas de cruce	38
2.3	Marco referencial.....	43
2.4	Análisis de aporte teórico hacia el trabajo de investigación.....	44

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO Y RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

	Página
3.1 Criterios del diseño metodológico.....	46
3.1.1 Unidad de estudio o muestra.	46
3.1.2 Población o muestra.	46
3.1.3 Muestra.....	46
3.1.4 Tamaño de muestra.	46
3.1.5 Localización.	47
3.1.6 Ubicación geográfica.	48
3.1.7 Límites territoriales.	49
3.1.8 Acceso a la zona de proyecto.	49
3.1.9 Características medioambientales.	49
3.1.9.1 Altura	49
3.1.9.2 Superficie.	50
3.1.9.3 Clima.....	50
3.1.9.4 Precipitación pluvial.	50
3.1.9.5 Hidrografía.	50
3.1.9.6 Recursos naturales.....	51
3.1.9.7 Actividades económicas.....	51

3.2	Control y validación interna.	52
3.2.1	La hidrología.	52
3.2.2	Ensayos de los suelos en laboratorio.....	56
3.2.3	Límite líquido y límite plástico.	57
3.3	Estudios complementarios.....	59
3.3.1	Topografía.	59
3.3.2	Observaciones.	61
3.4	Geotecnia.....	62
3.4.1	Criterio de estudio de muestreo.	62
3.4.2	Muestreo y exploración.....	62
3.5	Hidrología e hidráulica.	67
3.5.1	Delimitación de la cuenca.	67
3.5.2	Tiempo de retorno.	67
3.5.3	Procedimiento y cálculo correspondiente.	68
3.6	Aforamiento de tránsito.....	70
3.6.1	Descripción y selección de los tramos.	70
3.6.2	Trabajo de campo.....	71
3.6.3	Demanda de tráfico.	73
3.6.4	Procedimiento.	74

CAPÍTULO IV

DISEÑO Y ANÁLISIS

		Página
4.1	Diseño en tráfico.	75
4.1.1	Planillas de datos aforados.	75
4.1.2	Desarrollo de la estadística en los datos levantados.....	78

4.1.3	Estadística descriptiva.....	80
4.1.4	Diseño estructural.....	84
4.1.5	Comparación económica de alternativas para el paquete estructural.....	87
4.2	Diseño.....	88
4.2.1	Análisis y elección de alternativas.	88
4.2.2	Criterios para diseño en planta.....	90
4.2.3	Diseño de perfil.....	95
4.2.4	Áreas y volúmenes	97
4.3	Diseño de drenaje.	100
4.3.1	Diseño de drenaje.....	100
4.3.1.1	Alcantarilla.....	99
4.4	Costos y presupuesto general.	103
4.4.1	Cómputos métricos.	103
4.4.2	Precios unitarios y presupuesto.	105
4.4.2.1	Descripción de los componentes de los precios unitarios.....	104
4.4.3	Materiales.....	104
4.4.4	Presupuesto general.....	108

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
5.1 Conclusiones.	112
5.2 Recomendaciones.	113

BIBLIOGRAFÍA:

ANEXOS:

Anexo 1: Levantamiento topográfico.

Anexo 2: Ensayos de laboratorio.

Anexo 3: Reporte de muestreo de suelos.

Anexo 4: TPDA.

Anexo 5: Factores de carga y ESAL's.

Anexo 6: Estudio hidrológico.

Anexo 7: Diseño de alcantarillas y cunetas

Anexo 8: Especificaciones técnicas.

Anexo 9: Análisis de costos.

Anexo 10: Diseño geométrico.

Anexo 11: Banco de materiales y excedentes.

Anexo 12: Estabilidad de taludes.

Anexo 13: Planos.

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 2.1 Peraltes	14
Cuadro 2.2 Radios mínimos absolutos en curvas horizontales	17
Cuadro 2.3 Pendientes máximas admisibles	22
Cuadro 2.4 Distancia mínima de adelantamiento	24
Cuadro 2.5 Descripción técnica de calzada, berma y sap	27
Cuadro 2.6 Pendiente transversal de la calzada	28

Cuadro 2.7 Relación de CBR con respecto a la profundidad.....	31
Cuadro 2.8 Granulometría capa sub base.....	32
Cuadro 2.9 % Por peso del material que pasa por tamices con malla cuadrada según AASHTO t-11 y t-27.....	33
Cuadro 2.10 %Peso, que pasa cribas con mallas cuadradas, AASHTO t-11 y t-27.....	35
Cuadro 3.1 Resumen de cuadales máximos.....	56
Cuadro 3.2 Resumen de CBR tramo San Francisco - El Carmen.....	58
Cuadro 3.3 Datos Bm's.....	61
Cuadro 3.4 Ensayos realizados	62
Cuadro 3.5 Reporte de muestreo.....	63
Cuadro 3.6 Muestra.....	65
Cuadro 3.7 Clasificación de suelos	65
Cuadro 3.8 Resumen de control.....	65
Cuadro 3.9 Estudio geotécnico	66
Cuadro 3.10 Datos de altura de lluvias	67
Cuadro 3.11 Caudales máximos.....	69
Cuadro 3.12 Aforo de volúmenes ambos sentidos.....	71
Cuadro 3.13 Encuestas origen y destino	72
Cuadro 3.14 Tráfico generado y atraído	74
Cuadro 4.1 Aforo volumétrico sentido 1	75
Cuadro 4.2 Aforo volumétrico sentido 2.....	76
Cuadro 4.3 Aforo volumétrico ambas direcciones.....	77
Cuadro 4.4 Estadística de aforo volumétrico	78
Cuadro 4.5 Estadística de aforo volumétrico	79
Cuadro 4.6 Tasa de crecimiento.....	80

Cuadro 4.7 Tráfico normal.....	80
Cuadro 4.8 Tráfico normal, atraído y generado	81
Cuadro 4.9 Proyección total del TPDA.....	81
Cuadro 4.10 Cálculo TPDA	82
Cuadro 4.11 Cálculo TPDA	83
Cuadro 4.12 Cálculo TPDA	84
Cuadro 4.13 Alternativas de diseño	86
Cuadro 4.14 Diseño realizado en auto CAD civil	94
Cuadro 4.15 Diagrama de movimientos de suelos.....	97
Cuadro 4.16 Diseño de alcantarillas de alivio.....	100
Cuadro 4.17 Diseño de alcantarillas tipo cajón.....	101
Cuadro 4.18 Diseño de alcantarillas de alivio.....	108
Cuadro 4.19 Diseño de alcantarillas tipo cajón.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 Elementos de la curva circular.....	16
Figura 2.2 Curva de transición	18
Figura 2.3 Características de la clotoide	19
Figura 2.4 Elementos del conjunto arco de enlace curva circular.....	21
Figura 2.5 Distancias de visibilidad de frenado	23
Figura 2.6 Sección transversal tipo	26
Figura 2.7 Tipos de sección transversal	30
Figura 4.1 Distancia al eje.....	95

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página.
Imagen 3.1 Ubicación del proyecto (mapa referencial)	47
Imagen 3.2 Ubicación del proyecto (mapa referencial)	48
Imagen 3.3 Trazo de levantamiento topográfico	59
Imagen 3.4 Delimitación de la cuenca para el estudio hidrológico	67
Imagen 3.5 Puntos de aforo para ambas direcciones	70
Imagen 4.1 Alcantarilla de alivio	108
Imagen 4.2 Alcantarilla tipo cajón	109