

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE

COMUNICACIÓN



TOMO I

***“PROYECTO DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA CONSTRUCCIÓN
PAVIMENTADO CRUCE LAGUNITAS - PRESA SAN ANTONIO (CARAPARÍ)”***

POR:

RAYNER JESUS TAPIA TEJERINA

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

TARIJA – BOLIVIA

2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE

COMUNICACIÓN

TOMO I

***“PROYECTO DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA CONSTRUCCIÓN
PAVIMENTADO CRUCE LAGUNITAS - PRESA SAN ANTONIO (CARAPARÍ)”***

POR:

RAYNER JESUS TAPIA TEJERINA

TARIJA – BOLIVIA

2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE

COMUNICACIÓN



TOMO II

***“PROYECTO DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA CONSTRUCCIÓN
PAVIMENTADO CRUCE LAGUNITAS - PRESA SAN ANTONIO (CARAPARÍ)”***

POR:

RAYNER JESUS TAPIA TEJERINA

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

TARIJA – BOLIVIA

2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE

COMUNICACIÓN

TOMO II

***“PROYECTO DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA CONSTRUCCIÓN
PAVIMENTADO CRUCE LAGUNITAS - PRESA SAN ANTONIO (CARAPARÍ)”***

POR:

RAYNER JESUS TAPIA TEJERINA

TARIJA – BOLIVIA

2016

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

DECANO

FACULTAD DE CIENCIAS Y

TECNOLOGÍA

.....
M.Sc. Ing. Silvana Paz Ramírez

VICEDECANA

FACULTAD DE CIENCIAS Y

TECNOLOGÍA

TRIBUNAL:

.....
Ing. Mario Luis Ticona Copa

.....
Ing. Weimar A. Mejía Mogrovejo

.....
Ing. Oscar Marcelo Chávez Calla

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

DEDICATORIA:

Dedico esta tesis a Dios por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante para mi formación profesional. A mis padres quienes fueron los pilares más importantes y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mis hermanos Irina y Joachim, porque los amo infinitamente hermanitos. A mi primo Erick por ayudarme en todo el desarrollo de esta tesis. A mi familia y amigos quienes me apoyaron todo el tiempo y me alentaron para continuar.

AGRADECIMIENTO:

Suponen los cimientos de mi desarrollo, todos y cada uno de ustedes –mi familia- han destinado tiempo para enseñarme nuevas cosas, para brindarme aportes invaluable que servirán para toda mi vida.

Especialmente estuvieron presentes en la evolución y posterior desarrollo de mi tesis, les agradezco con creces. Los quiero.

PENSAMIENTO:

El éxito debe medirse no por la posición a que una persona ha llegado, sino por su esfuerzo por triunfar.

Booker T. Washington

ÍNDICE

CAPÍTULO I

1.1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.3.1	Situación Problémica.....	5
1.3.2	Problema.....	5
1.4.	OBJETIVOS.....	5
1.4.1	Objetivo General.....	5
1.4.2	Objetivos Específicos.....	6
1.5.	MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS.....	7
1.6.	MEDIOS.....	9
1.6.1	Aplicación de Instrumentos de Laboratorio.....	9
1.6.2	Descripción de Equipos.....	9
1.6.3	Forma de Operar.....	10
1.7.	ALCANCE DEL ESTUDIO.....	15

CAPÍTULO II

2.1	FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE UNA CARRETERA O CAMINO.....	17
2.1.1	Factores Funcionales.....	17
2.1.2	Factores Físicos.....	17
2.1.3	Factores de Costo Asociados a la Carretera.....	18
2.1.4	Factores Humanos y Ambientales.....	18
2.2	CONCEPTOS RELATIVOS A LA VELOCIDAD EN EL DISEÑO VIAL....	18

2.2.1	Velocidad de Proyecto (V_p).....	18
2.2.2	Velocidad Específica (V_e).....	19
2.2.3	Velocidad de Operación (V_{op}).....	20
2.2.4	Velocidad Percentil 85 ($V_{85\%}$).....	20
2.2.5	Velocidad de Proyecto según Categoría de la Obra Vial	21
2.3	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	22
2.3.1	Categoría de las Vías	22
2.4	DISTANCIA DE VISIBILIDAD Y MANIOBRAS ASOCIADAS	26
2.4.1	Distancia de Frenado.....	26
2.4.2	Distancia de Adelantamiento.....	29
2.5	ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	30
2.5.1	Longitud Máxima en Rectas.....	31
2.5.2	Longitud Mínima en Recta.....	31
2.5.2.1	Curva en “S”	32
2.5.2.2	Tramo Recto entre Curvas del Mismo Sentido.....	32

2.5.3	Curvas Circulares	33
2.5.3.1	Elementos de la curva circular	33
2.5.3.2	Radios mínimos absolutos	35
2.5.3.3	Coefficiente de Fricción Transversal Máximo Admisible	36
2.5.3.4	Peralte Máximo	37
2.5.3.4.1	Condicionantes para el desarrollo del peralte.....	40
2.5.3.4.2	Desarrollo de peralte entre curvas sucesivas	41
2.5.3.5	Sobreechancho en curvas circulares	41
2.6	ALINEAMIENTO VERTICAL.....	44
2.6.1	Ubicación de la Rasante Respecto del Perfil Transversal	46

2.6.2	Pendiente de la Rasante.....	46
2.6.2.1	Pendientes máximas.....	46
2.6.2.2	Pendientes máximas según la altura sobre el nivel del mar.....	47
2.6.2.3	Pendientes mínimas.....	48
2.6.3	Curvas Verticales.....	49
2.6.3.1	Criterios de diseño para curvas verticales.....	52
2.6.3.2	Parámetros mínimos por visibilidad de frenado.....	53
2.6.3.3	Parámetros Mínimos por Visibilidad de Adelantamiento.....	54
2.7	SECCIÓN TRANSVERSAL.....	54
2.7.1	La Plataforma.....	55
2.7.2	La Calzada.....	56
2.7.3	Pendiente Transversal o Bombeo.....	58
2.7.4	Bermas.....	59
2.7.4.1	Ancho de bermas.....	59
2.7.4.2	Pendiente transversal de bermas.....	61
2.7.5	Sobreanchos de Plataforma.....	61
2.7.5.1	Dimensión de sobreanchos.....	62
2.7.5.2	Pendiente transversal de sobreanchos.....	62
2.7.6	Taludes.....	63
2.7.6.1	Taludes de terraplén desde el punto de vista de su estabilidad.....	63
2.7.6.2	Taludes de terraplén desde el punto de vista de seguridad vial.....	64
2.7.6.3	Taludes de corte.....	64
2.8	DIAGRAMA CURVA MASA.....	65
2.8.1	Interpretación del Diagrama de la Curva Masa.....	66

2.9	CONTROL TOPOGRÁFICO	67
2.9.1	Topografía para Proyectos	68
2.10	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	70
2.11	IMPACTO AMBIENTAL	71
2.11.1	Ficha Ambiental (FA)	71
2.11.2	Categorización del Proyecto	72
2.12	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	72
2.12.1	Estructural	72
2.14.2.1	Pavimento flexible y tratamiento superficial método AASHTO	72
 CAPÍTULO III		
3.1	ANTECEDENTES	81
3.1.1.	Antecedentes del Proyecto	81
3.1.2.	Ubicación del Proyecto	82
3.1.3.	Importancia de la Carretera y del Tramo	84
3.1.4.	Descripción General del Proyecto	85
3.1.4.1	Metas	86
3.2	INFORMACIÓN BÁSICA DEL ÁREA DEL PROYECTO	86
3.2.1.	Aspectos Socio Agroeconómicos Generales	86
3.2.1.1	Población, comunidades, familias beneficiarias	86
3.2.1.2	Composición Familiar	88
3.2.1.3	Origen étnico de la población	89
3.2.1.4	Educación	90
3.2.1.5	Salud	91
3.2.1.6	Vivienda	92

3.2.1.7	Servicios Básicos	93
3.2.1.8	Vinculación vial, Servicios de transporte y comunicación	93
3.2.1.9	Organización	94
3.2.1.10	Principales actividades económicas de la población.....	95
3.2.1.11	Migración	96
3.2.2.	Estudio de Tráfico	97
3.2.2.1	Proyección del Tráfico	102
3.3	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	105
3.3.1.	Descripción de Posibles Alternativas	105
3.3.1.1	Alternativa 1.....	105
3.3.1.2	Alternativa 2.....	106
3.3.2.	Selección de la Alternativa	107
3.3.3.	Parámetros de Diseño	107
3.4	INFORMACIÓN BÁSICA DEL PROYECTO.....	108
3.4.1.	Clasificación del Tramo en Estudio	108

3.4.2.	Pendiente	109
3.4.2.1	Pendiente máxima	109
3.4.3.	Peralte	110
3.4.3.1	Peralte máximo admisible	110
3.4.4.	Radio de Curvatura.....	111
3.4.4.1	Radio mínimo de curvatura.....	112
3.4.5.	Sección Transversal	113
3.4.6.	Calzada	113
3.4.7.	Pendiente Transversal.....	114

3.4.8.	Ancho de Berma	114
3.4.9.	Pendiente Transversal de Berma	115
3.4.10.	Taludes	116
3.4.11.	Levantamiento Topográfico	117
3.4.11.1	BMs del Proyecto.....	117
3.4.11.2	Eje Preliminar	119
3.5	INGENIERÍA DEL PROYECTO	120
3.5.1	Estudio Hidrológico.....	120
3.5.1.1	Análisis Estadístico de las Precipitaciones	120
3.5.1.2	Lluvias Máximas Diarias	123
3.5.2	Diseño Hidráulico.....	124
3.5.2.1	Diseño de Cunetas.....	124
3.5.2.2	Diseño de Alcantarillas de Alivio	125
3.5.2.3	Diseño de Alcantarillas de Cruce.....	127
3.5.3	Diseño Geométrico	129

3.5.3.1	Alineamiento Horizontal.....	129
3.5.3.2	Alineamiento Vertical.....	130
3.5.3.3	Curva Masa.....	130
3.5.4	Diseño del Paquete Estructural.....	131
3.5.5	Estabilidad de Taludes.....	132
3.5.6	Método de Diseño del Paquete Estructural.....	133
3.5.7	Señalización.....	135
3.5.7.1	Señalización Horizontal.....	135
3.5.7.1.1	Demarcación Horizontal.....	135

3.5.7.1.2	Marcas Incrustadas en el Pavimento (Ojos de Gato).....	135
3.5.7.2	Señalización Vertical	136
3.5.8	Cómputos Métricos	138
3.5.8.1	Planilla de Volúmenes de Corte y Relleno	138
3.5.8.2	Cómputos Métricos de las Actividades.....	138
3.5.9	Presupuesto.....	139
3.5.9.1	Presupuesto General de Ejecución	139
3.5.9.2	Especificaciones Técnicas.....	139
3.6	PLANOS DEL PROYECTO.....	139
3.6.1	Planos Bimodales (Planta y Perfil).....	139
3.6.2	Planos de Secciones Transversales.....	140
3.6.3	Planos de Obras de Arte Menor.....	140

CAPÍTULO IV

4.1	CONCLUSIONES.....	141
4.2	RECOMENDACIONES.....	145

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localización del Proyecto, Ámbito Nacional	3
Figura 2: Localización del Proyecto, Ámbito Departamental	4
Figura 3: Localización del Proyecto, Ámbito Provincial	4
Figura 4: Curva Circular	34
Figura 5: Diagrama De Peralte	39
Figura 6: Tipos de Curvas Verticales	51
Figura 7: Sección Transversal y sus Partes	55
Figura 8: Curva Masa	66
Figura 9: Método AASHTO	79
Figura 10: Localización del Proyecto, Ámbito Nacional	82
Figura 11: Localización del Proyecto, Ámbito Departamental	83
Figura 12: Localización del Proyecto, Ámbito Provincial	83
Figura 13: Carta Geográfica IGM 6828 I	84
Figura 14: Diseño de Cuneta	125
Figura 15: Paquete Estructural	134
Figura 16: Marcas Incrustadas en el Pavimento (Ojos de Gato)	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación Funcional para Diseño de Carreteras y Caminos Rurales	23
Tabla 2: Características Típicas de Caminos según la Clasificación Funcional	25
Tabla 3: Distancia Mínima de Frenado en Horizontal "Df" ($Df=0.555V+0.00394V^2/R$)	28
Tabla 4: Distancia Mínima de Adelantamiento	30
Tabla 5: L Rmin entre Curvas de Diferente Sentido	32
Tabla 6: L Rmin entre Curvas del Mismo Sentido	33
Tabla 7: Radios Mínimos Absolutos en Curvas Horizontales	36

Tabla 8: Valores Admisibles del Coeficiente de Fricción Transversal "f"	37
Tabla 9: Valores Máximos para Peralte y Fricción Transversal	39
Tabla 10: Proporción del Peralte a Desarrollarse en Recta	40
Tabla 11: Ensanche de Calzada S (m) (Permite el cruce de 2 vehículos del mismo tipo).....	42
Tabla 12: Ensanche de la Calzada en Caminos con $V_p \leq 60\text{Km/h}$ Alternativa con Calzada en Recta 7,0 m (n =2) y $H_1 = 0,45$ m; $H_2 = 0,05$ $0,35 \leq S \leq 3,0$ m	43
Tabla 13: Pendiente Máxima según Categoría de Carretera o Camino	47
Tabla 14: Camino de Alta Montaña Pendientes Máximas % según Alturas S.N.M. ...	48
Tabla 15: Parámetros Mínimos en Curvas Verticales por Criterio de Visibilidad de Frenado	53
Tabla 16: Parámetro Mínimo de Curvas Verticales Convexas para Asegurar Visibilidad de Adelantamiento	54
Tabla 17: Anchos de Calzada según Categorías	57
Tabla 18: Bombeo de la Calzada	58
Tabla 19: Ancho de Bermas según Categoría y V_p	60
Tabla 20: Pendiente Transversal del SAP	63
Tabla 21: Periodo de Diseño.....	73

Tabla 22: Niveles de Confiabilidad.....	74
Tabla 23: Valores de Z_r en la curva normal para diversos grados de Confiabilidad...	75
Tabla 24: Calidad de Drenaje	78
Tabla 25: Valores m_i recomendados para modificar los coeficientes estructurales de capa de bases y subbases sin tratamiento, en pavimentos flexibles.	79
Tabla 26: Clasificación Funcional para Diseño de Carreteras y Caminos Rurales ...	108
Tabla 27: Velocidad de Diseño.....	111
Tabla 28: Valores de Número ESALs	134
Tabla 29: Dimensiones de las Señales Verticales.....	137
Tabla 30: Ubicación Longitudinal de las Señales Verticales	138

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.2.1. 1: Población Beneficiaria del Proyecto.....	87
Cuadro 3.2.1. 2: Composición Familiar Edad y Sexo	88
Cuadro 3.2.1. 3: Distribución de la Población.....	90
Cuadro 3.2.1. 4: Educación en la Zona del Proyecto.....	91
Cuadro 3.2.1. 5: Centros de Salud en la Zona del Proyecto.....	91
Cuadro 3.2.1. 6: Organización en la Zona del Proyecto.....	95
Cuadro 3.2.1. 7: Principales Actividades Económicas de la Población	96
Cuadro 3.2.2. 1: Conteo en Ambas Direcciones.....	99
Cuadro 3.2.2. 2: Conteo en ambas direcciones TPD	100
Cuadro 3.2.2. 3: Tráfico Aforado.....	101
Cuadro 3.2.2. 4: Factor Estacional.....	101
Cuadro 3.2.2. 5: Tráfico Normal	102
Cuadro 3.2.2. 6: Tasa de Crecimiento Promedio.....	103
Cuadro 3.2.2. 7: Proyección del TPDA - Tránsito Total	104
Cuadro 3.4.11. 1: BMs del Proyecto.....	118
Cuadro 3.5.1. 1: Precipitaciones Máximas	120
Cuadro 3.5.1. 2: Altura de Lluvia Máxima Diaria.....	124
Cuadro 3.5.2. 1: Diámetro de Alcantarillas de Alivio	126
Cuadro 3.5.2. 2: Diseño de Alcantarillas de Cruce.....	127
Cuadro 3.5.5. 1: Estabilidad de Taludes.....	132

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.2.1. 1: Población Beneficiaria	87
Gráfico 3.2.1. 2: Composición Familiar (Varones)	89
Gráfico 3.2.1. 3: Composición Familiar (Mujeres)	89
Gráfico 3.2.2. 1: Variación Horaria Ambos Sentidos.....	100