

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TEGNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑO FINAL: “ASFALTADO CRUCE RUTA F-11 (SANTA ANA LA NUEVA) – CRUCE RUTA F-1 (LA PINTADA)”

Por:

LUIS CARLOS LÓPEZ MARTÍNEZ

Julio de 2013
TARIJA - BOLIVIA

V°B°

.....
Ing. Mabel Zambrana
DOCENTE GUIA

.....
Ing. Luis Alberto Yurquina
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TEGNOLOGÍA

.....
Ing. Gustavo Succi Aguirre
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TEGNOLOGÍA

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Marcelo Sosa Castellanos

.....
Ing. Adolfo Molina López

.....
Ing. Cesar Pérez Peñaloza

El Tribunal Calificador del presente Proyecto de Grado, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo. Siendo la misma única responsabilidad del autor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado muchas bendiciones para llegar a la culminación de mis estudios. A mi familia y a todas las personas que contribuyeron en la realización de este proyecto, aportando consejos y experiencias. Como así también a todos los docentes que fueron parte de mi formación profesional.

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a mi Padre Dios, ya que él está y estará conmigo siempre, regalándome sus bendiciones y ayudándome a superar las adversidades.

A mis Padres, Abuelos y Tías por estar siempre a mi lado, y enseñarme que los obstáculos se pueden superar, y que siempre me apoyarán incondicionalmente.

A mis amigos y amigas, que me enseñaron el valor de una amistad y que puede perdurar para siempre.

ÍNDICE

	PAG.
CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. ALCANCE	3
1.5. METODOLOGÍA	4
1.6. UBICACIÓN	5
CAPÍTULO II.- INGENIERÍA DEL PROYECTO	7
2.1. ASPECTOS GENERALES DEL TRAMO EN ESTUDIO	7
2.1.1. ASPECTOS TÉCNICOS	7
2.2. ESTUDIOS PREVIOS AL DISEÑO	8
2.2.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO	8
2.2.1.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	8
2.2.1.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO UTILIZADO	9
2.2.1.3. TRABAJO DE GABINETE	11
2.2.1.4 DETERMINACIÓN DEL MODELO DE TERRENO	11
2.2.2. ESTUDIO DE SUELOS	11
2.2.2.1. TRABAJO DE CAMPO	12
2.2.2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	12
2.2.2.3. TRABAJO DE GABINETE (RESUMEN DE ENSAYOS)	17
2.2.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO	17
2.2.3.1 INTRODUCCIÓN	17
2.2.3.2 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS.	18
2.2.3.3 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DRENAJE	19
2.2.3.3.1. ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO	21
2.2.4. ESTUDIO DE TRÁFICO	25
2.2.4.1. PARÁMETROS DE TRÁFICO	25
2.2.4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS	25

2.2.4.2. AFORO DE TRÁFICO DE CRUCE RUTA F-11 (SANTA ANA LA NUEVA) - CRUCE RUTA F-1 (LA PINTADA)	26
CAPÍTULO III.- DISEÑO GEOMÉTRICO	30
3.1.- DISEÑO GEOMÉTRICO	30
3.2. DERECHO DE VÍA	30
3.3. CATEGORÍA DE VÍA	30
3.4 VELOCIDAD DE PROYECTO	31
3.4.1. CAMINOS LOCALES (III).-	31
3.5. PARÁMETROS DE DISEÑO EN PLANTA	32
3.5.1. VELOCIDAD DIRECTRIZ	32
3.5.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO	32
3.5.3. DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO	33
3.5.4. RADIOS MÍNIMOS	34
3.5.5. PERALTE MÁXIMO ADMISIBLE.....	35
3.5.6. COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL ADMISIBLE	35
3.5.7. LÍNEA DE MÁXIMA PENDIENTE	36
3.5.8. LONGITUD DEL DESARROLLO DEL PERALTE	36
3.5.9. PENDIENTES MÁXIMAS	37
3.5.10. PENDIENTES MÍNIMAS	37
3.5.11. ANCHO DE CALZADA Y PLATAFORMA	38
3.5.12. ANCHO DE CARRIL	38
3.5.13. BOMBEOS	38
3.5.14. ANCHO DE BERMA	39
3.6. GEOMETRÍA EN PLANTA	39
3.6.1. ALINEAMIENTO HORIZONTAL	39
3.6.2.1. TIPOS DE CURVAS Y SUS ELEMENTOS	39
3.6.2.2. CURVAS SIMPLES	40
3.6.2.2.1. CRITERIOS DE DISEÑO	40
3.7. GEOMETRÍA EN PERFIL	46
3.7.1. ALINEAMIENTO VERTICAL RASANTE	46
3.7.2. PENDIENTE GOBERNADORA	46
3.7.3. CURVAS VERTICALES	46
3.7.3.1. CRITERIOS DE DISEÑO PARA CURVAS VERTICALES	47

3.7.3.2. LONGITUD MÍNIMA	47
3.7.4. TIPOS DE CURVAS Y SUS ELEMENTOS	48
3.7.5. MOVIMIENTO DE TIERRAS	51
3.7.5.1. INTRODUCCIÓN	51
3.7.5.2. SECCIONES TRANSVERSALES	51
3.5.7.2.1. CALZADA	51
3.5.7.2.2. BERMAS	52
3.5.7.2.3. TALUDES DE CORTE Y DE RELLENO	52
3.5.7.2.4. PENDIENTE TRANSVERSAL	53
3.5.7.2.5. CUNETAS	53
3.5.7.2.6. TIPOS DE SECCIÓN TRANSVERSAL	54
3.5.7.3. CÁLCULO DE ÁREAS Y VOLÚMENES	54
3.5.7.3.1. CÁLCULO DE ÁREAS	54
3.5.7.3.2. CÁLCULO DE VOLÚMENES	55
3.5.7.3.2.1. CUBICACIÓN EN VÍA RECTA	56
3.5.7.3.2.2. CUBICACIÓN EN VÍA CURVA	56
3.5.7.3.3. DIAGRAMA DE MASAS	57
3.6. DISEÑO HIDRÁULICO DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE	58
3.6.1. DISEÑO DE OBRAS DE ARTE MAYOR. PUENTE	58
3.6.1.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	59
3.6.1.1.1. LONGITUD	59
3.6.1.1.2. ANCHO DE CALZADA	59
3.6.2. DISEÑO DE OBRAS DE ARTE MENOR ELEMENTOS DE DRENAJE.	60
3.6.2.1. ALCANTARILLAS	60
3.6.2.1.1. FUNCIÓN DE LAS ALCANTARILLAS	60
3.6.2.1.2. TIPOS DE ALCANTARILLAS SEGÚN FUNCIÓN	60
3.6.2.1.2.1. ALCANTARILLAS DE CRUCE	60
3.6.2.1.2.2. ALCANTARILLAS DE ALIVIO	61
3.6.2.1.3. TIPO DE ALCANTARILLAS SEGÚN SU SECCIÓN	62
3.6.2.1.3.1. ALCANTARILLAS TIPO CAJÓN	62
3.6.2.1.3.2. ALCANTARILLAS DE TUBO	62
3.6.2.1.4. UBICACIÓN DE LAS ALCANTARILLAS	63
3.6.2.2. CUNETAS	64

CAPÍTULO IV.- DISEÑO ESTRUCTURAL	67
4.1. TIPOS DE PAVIMENTO	67
4.2. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	67
4.2.1. POR TIPO DE RODADURA	67
4.3. PARÁMETROS DE ENTRADA COMUNES PARA EL DISEÑO	68
4.3.1. SUBRASANTE	68
4.3.1.1. MATERIAL DE LA SUBRASANTE	68
4.3.1.2. CLASIFICACIÓN DE LA SUBRASANTE	69
4.3.2. DISEÑO PAVIMENTO FLEXIBLE	70
4.3.2.1. CAPAS GRANULARES	70
4.3.2.1.1. SUBBASE GRANULAR	70
4.3.2.1.2. BASE GRANULAR	72
4.3.2.1.3. CAPA DE RODADURA	73
4.3.2.1.3.1. TIPOS DE SUPERFICIES DE RODADURA	74
4.3.2.2. MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE ESPESORES	74
4.3.2.2.1. MÉTODO AASHTO	75
4.3.2.2.2. VARIABLES A CONSIDERARSE EN EL MÉTODO AASHTO	75
4.3.2.2.2.1. VARIABLES EN FUNCIÓN AL TIEMPO	75
4.3.2.2.2.2. VARIABLES EN FUNCIÓN AL TRÁNSITO	76
4.3.2.2.2.3. VARIABLES EN FUNCIÓN AL TRÁNSITO	76
4.3.2.2.2.4. CONFIABILIDAD (R)	77
4.3.2.2.2.5. CRITERIOS PARA DETERMINAR LA SERVICIABILIDAD	77
4.3.2.2.2.6. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	78
4.3.2.2.2.7. DRENAJES	78
4.3.2.3. DISEÑO DE ESPESORES	79
4.3.2.3.1. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO	80
4.3.2.3.2. ESPESORES MÍNIMOS EN FUNCIÓN AL TRÁNSITO.-	81
4.3.2.4. TRATAMIENTO SUPERFICIAL	81
4.3.2.4.1. DEFINICIÓN Y FUNCIONES	81
4.3.3. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO	83
4.3.3.1. SUPERFICIE DE RODADURA.....	83
4.3.3.1.1. MATERIALES	83
4.3.3.2. MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE ESPESORES	85
4.3.3.2.1. MÉTODO AASHTO	85

4.3.3.2.1.1. VARIABLES A CONSIDERAR EN ESTE MÉTODO	87
4.3.3.2.1.2. EJES EQUIVALENTES	87
4.3.3.2.1.3. DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL	87
4.3.3.2.1.4. VARIACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD Δ PSI	88
4.3.3.2.1.5. COEFICIENTE DE DRENAJE	89
4.3.3.2.1.6. COEFICIENTE DE TRANSMICIÓN DE CARGA (J)	89
4.3.3.2.1.7. MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO	90
4.3.3.2.1.8. MÓDULO DE REACCIÓN K	91
CAPÍTULO V.- CÓMPUTOS MÉTRICOS Y PRESUPUESTO	93
5.1 CÓMPUTOS MÉTRICOS	93
5.2 PRESUPUESTO	93
5.2.1 PRECIOS UNITARIOS	93
5.2.2 PRESUPUESTO GENERAL	93
5.2.2.1. ALTERNATIVA ELEGIDA.....	96
5.2.3. PRESUPUESTO GENERAL DE ALTERNATIVA ELEGIDA.....	98
5.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	97
CAPÍTULO VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
6.1. CONCLUSIONES	98
6.2. RECOMENDACIONES	99

ÍNDICE DE TABLAS

	PAG.
TABLA N°1 ESPECIFICACIONES DE ESTACIÓN TOTAL SOKKIA SERIE SET530RK	10
TABLA N° 2 CONTENIDO DE HUMEDAD	13
TABLA N° 3 NÚMERO DE TAMICES CON SU RESPECTIVO DIÁMETRO.	13
TABLA N° 4 GRANULOMETRÍA	14
TABLA N° 5 LÍMITES DE CONSISTENCIA	15
TABLA N° 6 CLASIFICACIÓN DE SUELOS	15
TABLA N° 7 RESULTADOS DE COMPACTACIÓN	16
TABLA N° 8 RESULTADOS DE CBR	17
TABLA N° 9 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)	19
TABLA N° 10 PRECIPITACIÓN PLUVIAL MEDIA MENSUAL (MM.)	19
TABLA N° 11 HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%)	19
TABLA N° 12 MEDIAS ANUALES DE ALTURA DE PRECIPITACIÓN (MM)	21
TABLA N° 13 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LOS VALORES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA ANUAL	22
TABLA N° 14 CLASIFICACIÓN VEHICULAR	26
TABLA N° 15 AFORO DEL TRÁFICO	27
TABLA N° 16 TRÁFICO DIARIO	27
TABLA N° 17 PROYECCIÓN DEL TRÁFICO	29
TABLA N° 18 CLASIF. FUNCIONAL PARA DIS. DE CARRETERAS Y CAMINOS RURALES	31
TABLA N° 19 DISTANCIAS MÍNIMAS DE FRENADO EN HORIZONTAL	33
TABLA N° 20 DISTANCIA MÍNIMA DE ADELANTAMIENTO	34
TABLA N° 21 RADIO MÍNIMO Y PERALTE MÁXIMO	35
TABLA N° 22 VALORES ADMISIBLES PENDIENTE RELATIVA DE BORDE	36
TABLA N° 23 PENDIENTES MÁXIMAS EN FUNCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE DISEÑO	37
TABLA N° 24 RESUMEN DE ANCHOS DE PLATAFORMA EN TERRAPLÉN Y DE SUS ELEMENTOS A NIVEL DE RASANTE	38
TABLA N° 25 BOMBEOS DE LA CALZADA	38
TABLA N° 26 RESUMEN DE CURVAS HORIZONTALES	45

TABLA N° 27 RESUMEN DE CURVAS VERTICALES	50
TABLA N° 28 RESULTADO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	57
TABLA N° 29 OBRAS DE DRENAJE FINALES PARA EL TRAMO EN DISEÑO	64
TABLA N° 30 UBICACIÓN DE CUNETAS	66
TABLA N° 31 CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	69
TABLA N° 32 GRANULOMETRÍA PARA SUBBASE GRANULAR	71
TABLA N° 33 FRANJAS GRANULOMÉTRICAS PARA BASE GRANULAR	73
TABLA N° 34 PERIODO DE DISEÑO	76
TABLA N° 35 NIVELES DE CONFIABILIDAD	77
TABLA N° 36 TIEMPO DE DRENAJE.....	78
TABLA N° 37 COEFICIENTES DE DRENAJE	79
TABLA N° 38 ESPESORES MÍNIMOS SUGERIDOS.....	81
TABLA N° 39 ESPECIFICACIONES DEL CEMENTO.....	84
TABLA N° 40 DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL	88
TABLA N° 41 CALIDAD DE DRENAJE	89
TABLA N° 42 VALORES DE COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CARGAS (J) ..	90
TABLA N° 43 DATOS PARA EL CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA PAVIMENTO RÍGIDO	92

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAG.
FIGURA N° 1 UBICACIÓN FÍSICA Y GEOGRÁFICA.....	6
FIGURA N° 2 CROQUIS PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	9
FIGURA N° 3 ESTACIÓN TOTAL SOKKIA SET 530 RK	9
FIGURA N° 4 GPS PROMARK 3	10
FIGURA N° 5 CURVAS SIMPLES	40
FIGURA N° 6 ELEMENTOS DE UNA CURVA CIRCULAR SIMPLE	41
FIGURA N° 7 TIPOS DE CURVAS VERTICALES	48
FIGURA N° 8 ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL	49
FIGURA N° 9 TIPOS DE SECCIONES TRANSVERSAL	54
FIGURA N° 10 CUNETAS LATERALES CON REVESTIMIENTO	65
FIGURA N° 11 ESQUEMA DEL COMPORTAMIENTO DE PAVIMENTOS	67
FIGURA N° 12 CÁLCULO DE NÚMERO ESTRUCTURAL	80
FIGURA N° 13 ESPESOR DE CARPETA ESTRUCTURAL DE ALTERNATIVA 1	81
FIGURA N° 14 ESQUEMA DE UN TRATAMIENTO SUPERFICIAL.....	82
FIGURA N° 15 ESPESOR DE CARPETA ESTRUCTURAL DE ALTERNATIVA 2	83
FIGURA N° 16 CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA	86
FIGURA N° 17 ESPESOR DE PAVIMENTO RÍGIDO ALTERNATIVA 3	92