

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



TOMO I

**“DISEÑO DE INGENIERÍA PARA EL TRAMO
QUEBRADA LAS VACAS SALINAS PROVINCIA
O’CONNOR”**

Por:

KARLA XIMENA MAMANI

Gestión 2020 – Semestre II

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION

**“DISEÑO DE INGENIERÍA PARA EL TRAMO
QUEBRADA LAS VACAS SALINAS PROVINCIA
O’CONNOR”**

Por:

KARLA XIMENA MAMANI

Proyecto elaborado en la asignatura CIV – 502

Proyecto de Ingeniería Civil II

GESTION 2020
TARIJA-BOLIVIA



DEDICATORIA

A mis padres por confiar en mis decisiones;

A mi esposo por creer en mí;

A mi hija por la fuerza que me inspira a superarme;

A mis abuelos por apoyarme y seguir a mi lado;

A mi familia que siempre estuvo ahí;

A Dios por la oportunidad.



ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

	Página
1.1. GENERALIDADES	2
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.4. OBJETIVOS	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. ALCANCE.....	5
1.6. MEDIOS Y METODOS EMPLEADOS	6
1.6.1. Medios.....	6
1.6.2. Metodología	6

CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

	Página
2.1. CONTROLES BÁSICOS DE DISEÑO	9
2.1.1. Factores que influyeron en el diseño geométrico.....	9
2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y EXTENSIÓN	9
2.2.1. Ubicación geográfica	9
2.2.2. Extensión.....	12
2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN.....	12
2.3.1. Población beneficiaria.....	12
2.3.2. Aspectos físicos, biológicos y ambientales.....	12

CAPÍTULO III
INGENIERÍA DEL PROYECTO

	Página
3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	17
3.1.1. Precisión del instrumento utilizado.....	18
3.1.2. Levantamiento topográfico	18
3.1.2.1. Metodología	18
3.1.2.2. Equipo empleado.....	20
3.1.2.3. Trabajo de gabinete	21
3.1.2.4. Poligonal topográfica	24
3.1.2.4.1. Cálculo y ajuste de la poligonal	26
3.2. ESTUDIO DE SUELOS	29
3.2.1. Ensayos de granulometría	31
3.2.2. Límites de Atterberg	35
3.2.3. Clasificación de suelos.....	38
3.2.3.1. Clasificación según AASHTO	39
3.2.3.2. Clasificación según SUCS	39
3.2.4. Ensayo de densidad y compactación.....	44
3.2.5. Ensayo de capacidad soporte CBR	45
3.2.6. Bancos de préstamo.....	49
3.2.7. Materiales para capa del pavimento afirmado	50
3.3. ESTUDIO DE TRÁNSITO VEHICULAR	51
3.3.1. Metodología	52
3.3.2. Equipo empleado.....	52

3.3.3. Clasificación por tipo de vehículo	53
3.3.4. Esquema de vehículos según norma de diseño	54
3.3.5. Promedio por tipo de vehículo	54
3.3.6. Conversión de tránsito en ESAL's	54
3.3.7. Determinación del tráfico promedio diario anual "TPDA"	55
3.3.8. Proyección de tráfico.....	55
3.3.9. Tráfico generado	56
3.3.10. Tráfico inducido	56
3.3.11. Tránsito futuro.....	56
3.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO	58
3.4.1. Información pluviométrica.....	59
3.4.2. Determinación de parámetros estadísticos	59
3.4.3. Cálculo de alturas de precipitación máxima diaria	59
3.4.4. Cálculo de alturas de precipitación máxima horaria	62
3.4.5. Periodo de retorno	63
3.4.5. Intensidad máxima	63
3.5. DISEÑO GEOMÉTRICO	64
3.5.1. Introducción	64
3.5.2. Selección de carreteras	64
3.5.3. Criterios para definir una carretera	64
a) Funciones de las carreteras o caminos	65
b) Capacidad y nivel de servicio	65
3.5.4. Sistema de clasificación de vías	67
3.5.5. Diseño geométrico del trazado	69

3.5.6. Velocidad directriz	69
3.5.7. Visibilidad	69
3.5.7.1. Distancia de visibilidad de parada o frenado (Df)	70
3.5.7.2. Distancia de visibilidad para sobrepaso (Da).....	71
3.5.7.3. Distancia de visibilidad en curvas horizontales	77
3.5.8. Trazado en planta	78
3.5.8.1. Alineamiento recto u horizontal.....	79
a. Longitud máxima en rectas	79
b. Longitud de recta entre curvas del mismo o distinto	80
c. Pendiente	80
d. Peralte.....	82
e. Coeficiente de fricción transversal	85
f. Curvas horizontales.....	86
3.5.9. Trazado en perfil	92
3.5.9.1. Pendientes máximas	92
3.5.9.2. Pendientes mínimas.....	93
3.5.9.3. Enlace de rasantes	94
3.5.9.4. Curvas verticales	94
3.5.9.5. Longitud mínima de curvas verticales	96
3.5.9.6. Replanteo de curvas verticales	97
3.5.10. Diseño de sección transversal	98
3.5.10.1. La plataforma	99
3.5.10.2. Ancho de la calzada	99
3.5.10.3. Pendiente transversal o bombeo.....	100

3.5.10.4. Bermas	102
3.5.10.5. Sobre anchos de plataforma (SAP)	103
3.5.11. Derecho de vía.....	104
3.6 ESTABILIDAD DE TALUDES	105
3.6.1. Introducción	105
3.6.2. Modelos de deslizamiento.....	106
3.6.3. Elección de la inclinación del talud - talud en corte	108
3.6.4. Elección de la inclinación del talud - talud en terraplén	110
3.6.5. Diseño para la estabilidad de taludes	112
3.6.6. Importancia de la cohesión y el ángulo de rozamiento en la estabilidad de un talud.....	112
3.6.7. Métodos de cálculo	113
3.6.7.1. Métodos exactos.....	115
3.6.7.2. Métodos no exactos.....	115
3.6.8. Comparación de los diversos métodos	115
3.6.9. Equilibrio límite y factor de seguridad.....	117
3.6.10. Condiciones drenadas o no drenadas	120
3.6.11. Métodos de análisis	121
3.6.11.1. Método Sueco	122
3.6.11.2. Método Ordinario o de Fellenius	124
3.6.11.3. Método de Bishop	129
3.6.12. Verificación de la estabilidad del talud	132
3.6.12.1 Criterios utilizados	132
3.6.12.2. Alternativas de estabilización de taludes	133

3.6.12.3. Abatimiento o cambio de pendiente de taludes.....	135
3.6.12.4. Remoción de materiales en la cabeza del talud.....	135
3.6.12.5. Escalonamiento del Talud	136
3.6.12.6. Drenaje superficial	136
3.6.12.7. Drenaje subterráneo o subdrenaje	137
3.6.12.8. Protección de la superficie	137
3.6.12.9. Reducción de peso.....	138
3.6.12.10. Instalación de anclajes.....	138
3.6.12.11. Pilotes y micropilotes.....	139
3.6.12.12. Tierra Armada	139
3.6.12.13. Soil Nailing	139
3.6.12.14. Inyecciones.....	139
3.6.12.15. Vibrosustitución	139
3.6.12.16. Jet Grouting.....	140
3.7. DRENAJES.....	140
3.7.1. Drenaje superficial	140
3.7.2. Drenaje profundo	141
3.7.3. Evaluación de obras existentes.....	141
3.7.4. Criterios de diseño.....	144
3.7.4.1. Tiempo de retorno	144
3.7.4.2. Tiempo de concentración	144
3.7.4.3. Coeficientes de escurrimiento “C”.....	144
3.7.4.5. Coeficiente de rugosidad “n”	146
3.7.4.6. Estimación de caudales máximos.....	146

3.7.5. Alcantarillas	146
3.7.5.1. Diseño de alcantarillas	146
3.7.5.2. Longitud de las alcantarillas	147
3.7.6. Diseño de cunetas.....	147
3.7.6.1. Dimensionamiento	147
3.7.6.2. Elección de taludes externo e interno.....	148
3.8. DISEÑO ESTRUCTURAL	150
3.8.1. Procedimiento Diseño de pavimento en afirmado	150
3.8.2. Secciones de capas de afirmado	150
3.8.3. Materiales de afirmado.....	151
3.8.4. Características del material de afirmado	152
3.8.5. Aspectos técnicos y constructivos del pavimento en afirmado.....	157
3.8.6. Equipo empleado.....	158
3.8.7. Requerimientos de construcción	158
3.8.7.1. Explotación y elaboración de materiales.....	158
3.8.7.2. Preparación de la superficie existente	159
3.8.7.3. Transporte y colocación del material	159
3.8.7.4. Compactación.....	160
3.8.7.5. Apertura al tránsito.....	160
3.8.7.6. Aceptación de los trabajos	160
a) Controles	160
b) Calidad de los materiales	161
c) Calidad del trabajo terminado	162
3.8.8. Procedimiento Diseño de pavimento flexible	164

3.8.8.1. Periodo de diseño	164
3.8.8.2. Factor distribución direccional.....	164
3.8.8.3. Factor de crecimiento.....	164
3.8.8.4. Factor de distribución por carril.....	165
3.8.8.5. Factores equivalentes de carga (LEF)	166
3.8.8.6. Factor de camión	166
3.8.8.7. Número total de ejes simples equivalentes (ESAL's).....	166
3.8.8.8. Diseño pavimento flexible	167
3.8.8.8.1. Módulo de resiliencia.....	167
3.8.8.8.2. Índice de serviciabilidad	168
3.8.8.8.3. Pérdida o disminución del índice de serviciabilidad.....	168
3.8.8.8.4. Nivel de confianza y desviación estándar	168
3.8.8.8.5. Coeficiente de drenaje “Cd”.....	169
3.8.8.8.6. Determinación del número estructural “SN”	170
3.8.8.9. Determinación de espesores por capas.....	171
3.9. SEÑALIZACIÓN	175
3.9.1. Introducción	175
3.9.2. Requisitos que deben cumplir los dispositivos de control de tránsito	175
3.9.3. Señalización vertical	176
3.9.4. Señales preventivas	176
3.9.5. Señales reglamentarias	177
3.9.6. Señales informativas	177
3.9.7. Señales horizontales	178
3.9.8. Líneas longitudinales	178

3.9.9. Líneas de eje.....	179
a) Línea amarilla discontinua	179
b) Línea doble amarilla continua.....	179
c) Línea doble amarilla continua y discontinua	180
d) Línea continua.....	180
3.10. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	181
3.10.1 Cómputos métricos	181
3.10.2. Precios unitarios	181
3.10.2.1. Materiales.....	182
3.10.2.2. Mano de obra.....	182
3.10.2.3. Cargas sociales	182
3.10.2.4 Incidencia por subsidios.....	183
3.10.2.5. Incidencia por seguridad industrial e higiene	183
3.10.2.6. Influencia del IVA.....	183
3.10.2.7. Maquinaria y equipo	183
3.10.2.8. Gastos generales y administrativos	183
3.10.2.9. Utilidades	184
3.10.2.10. Influencia del IT	184
3.11. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	184
3.11.1 Identificación y evaluación de impactos ambientales.....	184
3.11.2. Metodología de evaluación de impacto ambiental aplicada	184
3.11.3. Impactos sobre el medio físico.....	185
3.11.4. Impactos sobre el medio biótico	187
3.11.5. Impactos al medio socioeconómico	187

3.12. ESTUDIO GEOLOGICO	189
3.12.1. Estado actual de la carretera.....	189
3.12.2. Introducción	190
3.12.3. Interpretación geológica.....	190
3.12.4. Geomorfología	190
3.12.5. Estratigrafía.....	192
3.12.6. Geología estructural	192
3.12.7. Materiales de préstamo	198
3.13. ANÁLISIS ALTERNATIVOS DEL PROYECTO	199

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1. CONCLUSIONES	202
4.2. RECOMENDACIONES	208

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1 Levantamiento Topográfico

ANEXO 2 Análisis geotécnico

ANEXO 3 Análisis de tráfico

ANEXO 4 Análisis Hidrológico

ANEXO 5 Diseño geométrico

ANEXO 6 Diseño estructural

ANEXO 7 Diseño de drenaje

ANEXO 8 Cómputos métricos

ANEXO 9 Costo de proyecto

ANEXO 10 Especificaciones técnicas

ANEXO 11 Ficha Ambiental

ANEXO 12 Estabilidad de Taludes

ANEXO 13 Planos

Tabla 3.23 Pendientes máximas admisibles de la rasante (%).....	82
Tabla 3.24 Determinación del peralte en función del radio	83
Tabla 3.25 Determinación del peralte en función de la velocidad.....	84
Tabla 3.26 Valores de peralte máximo (E)	84
Tabla 3.27 Valores máximos para la fricción transversal (f)	85
Tabla 3.28 Valores del coeficiente de fricción (f).....	86
Tabla 3.29 Ensanche de la calzada E (m) permitiendo el cruce de 2 vehículos.	89
Tabla 3.30 Radios mínimos absolutos en curvas horizontales.....	92
Tabla 3.31 Pendientes máximas admisibles (%).....	93
Tabla 3.32 Camino de alta montaña pendientes máximas % según altura s.n.m.....	93
Tabla 3.33 Parámetros mínimos en curvas verticales criterio de visibilidad de frenado	96
Tabla 3.34 Cuadro resumen de anchos de plataforma	99
Tabla 3.35 Ancho de carril.....	100
Tabla 3.36 Bombeo de la calzada	101
Tabla 3.37 Ancho de berma	103
Tabla 3.38 Resumen de las características del Diseño Geométrico.....	105
Tabla 3.39 Estabilidad de taludes.....	109
Tabla 3.40 Estabilidad de taludes.....	111
Tabla 3.41 Tabla de descripción métodos.....	111
Tabla 3.42 Significado de los factores de seguridad (sowers y sowers).....	118
Tabla 3.43 Resumen existente de alcantarillas.	122
Tabla 3.44 Tiempo de retorno.....	143

Tabla 3.45 Coeficientes de escurrimiento “C”	144
Tabla 3.46 Coeficientes de rugosidad	145
Tabla 3.47 Tabla de espesor de material de Afirmado.....	147
Tabla 3.48 Requisitos de calidad que deben cumplir los materiales para un afirmado	156
Tabla 3.49 Ensayos y frecuencias	157
Tabla 3.50 Periodos de diseño en función del tipo de carretera.....	161
Tabla 3.51 Factor de crecimiento.....	164
Tabla 3.52 Factor de distribución por carril.....	165
Tabla 3.53 Relación CBR - MR.....	165
Tabla 3.54 Valores del nivel de confianza “R” de acuerdo al tipo de camino.....	168
Tabla 3.55 Capacidad del drenaje	169
Tabla 3.56 Valores m_i para modificar los coeficientes estructurales.....	170
Tabla 3.57 Columna estratigráfica	170
Tabla 3.58 Columna estratigráfica	192

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa de ubicación.....	10
Figura 2. Ubicación del tramo en estudio del camino “Quebrada Las Vacas - Salinas”	11
Figura 3. Poligonal base con puntos de control.	25
Figura 4. Poligonal cerrada con puntos de control.....	25
Figura 5. Poligonal cerrada con puntos de control.....	26
Figura 6. Poligonal abierta.	26
Figura 7. Ejemplo de poligonal cerrada.	27
Figura 8. Correcciones mostradas.	28
Figura 9. Corrección de la poligonal cerrada.	28
Figura 10. Toma de muestras.	30
Figura 11. Ubicación de los pozos de muestreo.....	30
Figura 12. Preparación de la muestra.....	31
Figura 13. Gráfica de diferentes clasificaciones de tipos de suelos.....	32
Figura 14. Un juego de tamices normalizados	33
Figura 15. Equipo de casagrande	36
Figura 16. Material para limite plástico	36
Figura 17. Vidrio esmerilado	37
Figura 18. Carta de plasticidad	38
Figura 19. Clasificación AASHTO.....	40
Figura 20. Clasificación SUCS (Suelos finos).....	41
Figura 21. Disco espaciador y papel filtro dentro del molde	45

Figura 22. Peso del molde más suelo compactado.....	46
Figura 23. Inmersión de molde y colocación de trípode de deformación.....	46
Figura 24. Penetración CBR	46
Figura 25. Curva de presiones de penetración	48
Figura 26. Identificación de bancos de préstamo.....	50
Figura 27. Cuencas departamento de Tarija.....	58
Figura 28. Sub cuenca del rio Salinas	59
Figura 29. Esquema de una maniobra de sobrepaso	73
Figura 30. Distancia de visibilidad horizontal en curva.....	77
Figura 31. Fuerzas que actúan sobre un vehículo en trayectoria recta.....	83
Figura 32. Fricción transversal.....	86
Figura 33. Elementos de una curva circular.....	86
Figura 34. Elementos de una curva circular en planta	87
Figura 35. Elementos de la curva simple	88
Figura 36. Curva compuesta	90
Figura 37. Tipos de curvas verticales.....	95
Figura 38. Sección de una carretera	98
Figura 39. Formas de rotura de un talud	108
Figura 40. Taludes recomendables en zonas de desmonte.....	109
Figura 41. Zonas distinguibles en un terraplén.....	111
Figura 42. Método de análisis límite.....	113
Figura 43. Método de equilibrio límite	114
Figura 44. Métodos de cálculos	114
Figura 45. Listado de tablas para cálculos de estabilidad de taludes	114

Figura 46. Determinación de la masa deslizante.....	120
Figura 47. Fuerzas que actúan en el deslizamiento.....	123
Figura 48. Diagrama utilizado por Fellenius	124
Figura 49. Fuerzas consideradas por Fellenius	125
Figura 50. Talud con diferentes estratos	127
Figura 51. Talud con cargas externas.....	127
Figura 52. Talud parcialmente sumergido	128
Figura 53. Fuerzas actuantes en talud parcialmente sumergido.....	128
Figura 54. Fuerzas actuantes según Bishop.	130
Figura 55. Gráfica de esfuerzos	130
Figura 56. Cambio de pendiente en talud	135
Figura 57. Diagrama conceptual del efecto de la remoción.....	135
Figura 58. Estabilización por conformación del talud y bermas.....	136
Figura 59. Elevación entrada alcantarilla D=1m.....	142
Figura 60. Elevación salida alcantarilla D=1m.....	142
Figura 61. Taludes máximos en cunetas	149
Figura 62. Sección típica de cuneta rectangular.....	149
Figura 63. Fórmulas abreviadas del radio hidráulico para secciones geométricas comunes	150
Figura 64. Gradación del material de afirmado	153
Figura 65. Gradación del material de afirmado	154
Figura 66. Catálogo de capas de afirmado (Revestimiento granular).....	155
Figura 67. Ábaco para estimar el estructural de la carpeta asfáltica “a1”.....	172
Figura 68. Ábaco para estimar el estructural de la capa base “a2”.	173

Figura 69. Ábaco para estimar el estructural de la sub-base “a3”	174
Figura 70. Señales preventivas.....	177
Figura 71. Señales reglamentarias.....	177
Figura 72. Señales informativas	178
Figura 73. Diseño línea amarilla discontinua.....	179
Figura 74. Diseño doble línea amarilla continua	180
Figura 75. Diseño doble línea amarilla continua y discontinua	180
Figura 76. Cruce del camino hacia Chiquiacá	193
Figura 77. Cruce del camino hacia Chiquiacá	193
Figura 78. Afloramiento de areniscas rojizas.....	194
Figura 79. Afloramiento de roca de gran magnitud y deslizamientos	195
Figura 80. Sector plano entrada comunidad El Puesto	196
Figura 81. Sector plano comunidad El Puesto	197