

**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 MEJORAMIENTO DE CAMINO**  
**TRAMO SELLA MÉNDEZ – CARACHIMAYO”**

**Autor:**

**RODRIGUEZ TAPIA JUAN RODRIGO**

**Semestre I / 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 MEJORAMIENTO DE CAMINO**  
**TRAMO SELLA MÉNDEZ – CARACHIMAYO”**

**Autor:**

**RODRIGUEZ TAPIA JUAN RODRIGO**

Proyecto de Grado elaborado en la asignatura de CIV 502, presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en INGENIERÍA CIVIL.

**Semestre I / 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 MEJORAMIENTO DE CAMINO**  
**TRAMO SELLA MÉNDEZ – CARACHIMAYO”**

**Autor:**

**RODRIGUEZ TAPIA JUAN RODRIGO**

**Semestre I / 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 MEJORAMIENTO DE CAMINO**  
**TRAMO SELLA MÉNDEZ – CARACHIMAYO”**

**Autor:**

**RODRIGUEZ TAPIA JUAN RODRIGO**

Proyecto de Grado elaborado en la asignatura de CIV 502, presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en INGENIERÍA CIVIL.

**Semestre I / 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 MEJORAMIENTO DE CAMINO**  
**TRAMO SELLA MÉNDEZ – CARACHIMAYO”**

**Autor:**

**RODRIGUEZ TAPIA JUAN RODRIGO**

**Semestre I / 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 MEJORAMIENTO DE CAMINO**  
**TRAMO SELLA MÉNDEZ – CARACHIMAYO”**

**Autor:**

**RODRIGUEZ TAPIA JUAN RODRIGO**

Proyecto de Grado elaborado en la asignatura de CIV 502, presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en INGENIERÍA CIVIL.

**Semestre I / 2019**

**Tarija – Bolivia**

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:**

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino y darme fuerzas para seguir adelante. A mi madre Olga Tapia Ortega quien me dio la vida, su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años. A mi esposa Karen por sus palabras de confianza, por su amor y brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente. A mi hija Kaylee quien es mi motivación, inspiración y felicidad. A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar. A mis amigos y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

### **AGRADECIMIENTO:**

A mi familia, por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo. De manera especial a mi tutor de tesis, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores. A la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

**PENSAMIENTO:**

Empieza haciendo lo necesario, después lo posible,  
y de repente te encontraras haciendo lo imposible.

**San Francisco de Asís.**

.....  
M.Sc. Ing. Ernesto Roberto Álvarez Gozalvez  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGÍA**

.....  
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa  
**VICEDECANA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGÍA**

.....  
Ing. Trinidad Baldiviezo Montalvo  
**DOCENTE CIV 502**

.....  
Ing. Marcelo Segovia Cortes  
**TRIBUNAL**

.....  
Ing. Mabel Zambrana Velasco  
**TRIBUNAL**

.....  
Ing. Oscar M. Chavez Calla  
**TRIBUNAL**

# ÍNDICE

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

	Pág.
1.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	2
1.2 SITUACIÓN PROBLÉMICA: PROBLEMA.....	2
1.2.1 Situación problemática.....	2
1.2.2 Problema.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 ALCANCES DEL PROYECTO.....	4

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

	Pág.
2.1 TOPOGRAFÍA.....	6
2.2 GEOTECNIA.....	8
2.2.1 Propiedades físico mecánicas de los suelos para subrasante.....	9
2.2.2 Clasificación de suelo.....	9
2.3 HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE.....	12
2.3.1 Hidrología.....	12
2.3.1.1 Elección del periodo de retorno para diseño (T).....	13
2.3.1.2 Caracterización hidrográfica del área de estudio.....	15
2.3.1.3 Recopilación de datos meteorológicos.....	18

2.3.1.4 Análisis de los datos hidrológicos.....	18
2.3.1.5 Obtención de curvas IDF.....	19
2.3.1.6 Estimación de los caudales de diseño.....	20
2.3.2 Drenaje.....	24
2.3.3 Diseño hidráulico.....	26
2.4 MEJORAMIENTO DE CAMINO.....	29
2.5 DISEÑO GEOMÉTRICO.....	30
2.5.1 Factores que intervienen en el diseño de una carretera o camino.....	30
2.5.2 Conceptos relativos a velocidad en el diseño vial.....	32
2.5.3 Clasificación administrativa de carreteras en Bolivia.....	33
2.5.4 Sistema de clasificación funcional para diseño.....	33
2.5.5 El trazado.....	37
2.5.6 Criterios básicos de diseño.....	38
2.5.7 Distancia de visibilidad y maniobras asociadas.....	38
2.5.8 Trazado en planta.....	41
2.5.8.1 Criterios para establecer el trazado en planta.....	42
2.5.8.2 Alineamiento recto.....	42
2.5.8.3 Longitudes máximas en rectas.....	42
2.5.8.4 Longitudes mínimas en rectas.....	43
2.5.9 Curvas circulares.....	43
2.5.9.1 Radios mínimos absolutos.....	46
2.5.9.2 Peralte en función del radio de curvatura.....	47
2.5.9.3 Desarrollo mínimo de curvas horizontales.....	48
2.5.9.4 Desarrollo de peralte en curvas circulares sin curvas de transición.....	49

2.5.9.5 Longitud del desarrollo de peralte.....	49
2.5.9.6 Sobreancho en curvas circulares.....	51
2.5.10 Arcos de enlace o transición.....	54
2.5.11 Trazado en alineamiento vertical.....	63
2.5.11.1 Pendientes máximas.....	64
2.5.11.2 Pendientes mínimas.....	65
2.5.11.3 Curvas verticales convexas.....	66
2.5.11.4 Curvas verticales cóncavas.....	67
2.6 SECCIONES TRANSVERSALES.....	68
2.6.1 La plataforma.....	70
2.6.2 La(s) calzada(s).....	70
2.6.3 Bombeos.....	70
2.6.4 Bermas.....	71
2.6.5 Sobreanchos.....	72
2.6.6 Volúmenes de movimiento de tierras.....	74
2.6.7 Diagrama de la curva de masa.....	75
2.7 DISEÑO ESTRUCTURAL.....	77
2.7.1 Estructura del pavimento.....	77
2.7.1.1 Funciones de un pavimento.....	77
2.7.2 Tipos de pavimentos.....	78
2.7.2.1 Pavimento flexible.....	78
2.7.2.2 Pavimento rígido.....	79
2.7.3 Módulo resiliente de acuerdo a AASHTO 93.....	80
2.7.4 Periodo de diseño.....	81

2.7.5	Serviciabilidad.....	82
2.7.6	Perdida índice serviciabilidad.....	83
2.7.7	Tráfico.....	83
2.7.7.1	Configuración de eje.....	85
2.7.7.2	Tipo de ejes.....	85
2.7.7.3	Distribución Direccional “DD”.....	87
2.7.7.4	Factor de distribución por carril “DI”.....	87
2.7.7.5	Conversión de tránsito a ejes equivalentes ESALs.....	87
2.7.7.6	Factores Equivalentes de Carga (LEF).....	88
2.7.7.7	Factor de camión.....	89
2.7.7.8	Número de Ejes Equivalentes (ESALs).....	90
2.7.8	Nivel de confianza y desviación estándar.....	90
2.7.9	Coefficiente de drenaje.....	92
2.7.10	Método AASHTO-93. Pavimento de concreto asfaltico.....	94
2.7.10.1	Determinación del número estructural (SN) para pavimentos flexibles.....	94
2.7.10.2	Determinación de espesores por capa.....	95
2.7.10.3	Espesores mínimos en función del SN.....	96
2.7.10.4	Coefficientes estructurales.....	98
2.8	SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	100
2.8.1	Señales preventivas.....	101
2.8.2	Señales reglamentarias.....	105
2.8.3	Señales informativas.....	108
2.9	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	113
2.9.1	Clasificación según su altura.....	113

2.9.2 Clasificación según su forma.....	113
2.10 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	115
2.10.1 Costos directos.....	115
2.10.2 Costos indirectos.....	116
2.11 FICHA AMBIENTAL.....	116

### **CAPÍTULO III**

#### **INGENIERÍA DEL PROYECTO**

	Pág.
3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	118
3.1.1 Ubicación física del proyecto.....	118
3.1.2 Ubicación geográfica.....	120
3.2 INFORMACIÓN BÁSICA DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	120
3.3 ESTUDIOS PREVIOS AL DISEÑO.....	124
3.3.1 Estudio topográfico.....	124
3.3.1.1 Banco de nivel BM.....	124
3.3.2 Estudio geotécnico.....	126
3.3.2.1 Estudio de campo.....	127
3.3.2.2 Ensayos en laboratorio.....	127
3.3.2.3 Clasificación de suelos.....	128
3.3.2.3 Resumen de estudio de suelos.....	129
3.3.3 Estudio hidrológico.....	131
3.3.3.1 Lluvias máximas diarias.....	131
3.3.3.2 Cálculo de tiempo de concentración.....	134
3.3.3.3 Obtención de la intensidad.....	135

3.3.3.4 Estimación de caudal de diseño.....	136
3.3.4 Estudio de tráfico.....	136
3.3.4.1 Resumen tráfico aforado.....	136
3.3.4.2 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).....	138
3.3.4.3 Tráfico Generado (TG).....	138
3.3.4.4 Tráfico Atraído (TAt).....	139
3.3.4.5 Tráfico Asignado (TAsig).....	139
3.3.4.6 Tráfico Futuro (TF).....	139
3.4 DISEÑO DE INGENIERÍA.....	142
3.4.1 Análisis y elección de alternativas de trazo geométrico.....	142
3.4.2 Diseño geométrico.....	143
3.4.2.1 Parámetros de diseño geométrico.....	144
3.4.2.1.1 Clasificación de camino.....	144
3.4.2.1.2 Velocidad de Proyecto (VP).....	144
3.4.2.1.3 Código de la clasificación.....	144
3.4.2.1.4 Radios mínimos absolutos (Rmin).....	144
3.4.2.1.5 Peralte máximo admisible.....	145
3.4.2.1.6 Sobreancho en curvas.....	145
3.4.2.1.7 Pendientes máximas.....	146
3.4.2.1.8 Pendientes mínimas.....	147
3.4.2.2 Diseño geométrico del trazado.....	147
3.4.2.2.1 Alineamiento horizontal.....	147
3.4.2.2.2 Alineamiento vertical.....	151
3.4.3 Sección transversal.....	151

3.4.3.1 Calzada.....	152
3.4.3.2 Bombeos.....	152
3.4.3.3 Ancho de bermas.....	152
3.4.3.4 Pendiente transversal de las bermas.....	153
3.4.3.5 Taludes.....	153
3.4.3.5 Curva masa.....	155
3.4.4 Diseño estructural del pavimento.....	155
3.4.4.1 Alternativas de diseño estructural de pavimento.....	155
3.4.4.2 Alternativa 1 pavimento flexible.....	155
3.4.4.2.1 Análisis de tránsito.....	155
3.4.4.2.2 Periodo de diseño.....	162
3.4.4.2.3 Índice de serviciabilidad inicial (Po).....	162
3.4.4.2.4 Índice de serviciabilidad final (Pt).....	162
3.4.4.2.5 Perdida índice serviciabilidad.....	162
3.4.4.2.6 Confiabilidad.....	162
3.4.4.2.7 Error Standard (So).....	163
3.4.4.2.8 Coeficiente de drenaje.....	163
3.4.4.2.9 Caracterización de los materiales que conformarán las distintas capas.....	163
3.4.4.2.10 Determinación del Número Estructural (SN) para pavimentos flexibles.....	164
3.4.4.2.11 Coeficientes estructurales.....	165
3.4.4.2.12 Resumen de espesores de la estructura del pavimento.....	167
3.4.4.3 Alternativa 2 pavimento con tratamiento superficial doble.....	167
3.4.4.3.1 Análisis de tránsito.....	167
3.4.4.3.2 Periodo de diseño.....	173

3.4.4.3.3 Índice de serviciabilidad inicial (Po).....	173
3.4.4.3.4 Índice de serviciabilidad final (Pt).....	173
3.4.4.3.5 Perdida índice serviciabilidad.....	173
3.4.4.3.6 Confiabilidad.....	173
3.4.4.3.7 Error Standard (So).....	174
3.4.4.3.8 Coeficiente de drenaje.....	174
3.4.4.3.9 Caracterización de los materiales que conformarán las distintas capas.....	174
3.4.4.3.10 Determinación del número estructural (SN) para tratamiento superficial doble.....	175
3.4.4.3.11 Coeficientes estructurales.....	175
3.4.4.3.12 Resumen de espesores de la estructura con tratamiento superficial doble.....	177
3.4.5 Análisis de alternativas de diseño estructural del pavimento.....	177
3.4.6 Diseño hidráulico de las estructuras de drenaje en carreteras.....	180
3.4.6.1 Diseño hidráulico de alcantarilla.....	180
3.4.6.2 Diseño hidráulico de cunetas.....	188
3.4.7 Señalización.....	192
3.4.7.1 Señalización horizontal.....	192
3.4.7.2 Señalización vertical.....	193
3.5 CÓMPUTOS MÉTRICOS.....	194
3.5.1 Planilla de volúmenes de corte y relleno.....	194
3.5.2. Cómputos métricos de las actividades.....	194
3.5.3 Presupuesto.....	194
3.5.3.1 Presupuesto general de ejecución.....	194

3.5.3.2 Especificaciones técnicas.....	195
3.6 PLANOS DEL PROYECTO.....	195
3.6.1 Planos bimodales (planta y perfil).....	195
3.6.2 Planos de secciones transversales.....	195
3.6.3 Planos de obras de arte menor.....	195

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

	Pág.
4.1 CONCLUSIONES.....	196
4.2 RECOMENDACIONES.....	197

**BIBLIOGRAFÍA.**

**ANEXOS.**

**PLANOS.**

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Letras utilizadas en la clasificación ASTM.....	11
Tabla 2. Periodo de retorno de diseño.....	14
Tabla 3. Fórmulas para el cálculo del tiempo de concentración.....	16
Tabla 4. Fórmulas para el cálculo del tiempo de concentración en regiones llanas.....	17
Tabla 5. Coeficiente de escurrimiento (C).....	22
Tabla 6. Coeficientes de esorrentía (C) para T=10 años.....	23
Tabla 7. Carga hidráulica de diseño (He, m).....	28
Tabla 8. Capacidad hidráulica de cunetas triangulares.....	29
Tabla 9. Clasificación funcional para diseño carreteras y caminos rurales.....	34
Tabla 10. Distancia mínima de adelantamiento.....	40
Tabla 11. Lr mín. entre curvas del mismo sentido.....	43
Tabla 12. Radios mínimos absolutos en curvas horizontales.....	46
Tabla 13. Entrega los desarrollos mínimos para cada Vp, en función de Rmín y $\omega_c$ .....	48
Tabla 14. Desarrollos mínimos para deflexiones $\omega \leq 6$ .....	48
Tabla 15. Valores admisibles pendiente relativa de borde $\Delta\%$ .....	50
Tabla 16. Huelgas teóricas.....	52
Tabla 17. Ensanche de la calzada E(m) (permite el cruce de 2 vehículos del mismo tipo manteniendo huelgas h1 y h2).....	53
Tabla 18. 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; $h_2 = 0,05$ $0,35 \leq E \leq 3,0$ m.....	54
Tabla 19. Pendientes máximas admisibles %.....	64
Tabla 20. Bombeos de la calzada.....	71

Tabla 21. Resumen de anchos de plataforma en terraplén y de sus elementos a nivel de rasante.....	73
Tabla 22. Periodo de diseño.....	81
Tabla 23. Índice de serviciabilidad.....	82
Tabla 24. Clasificación de vehículos.....	84
Tabla 25. Factor de distribución por carril.....	87
Tabla 26. Niveles de confiabilidad.....	91
Tabla 27. Factores de desviación normal.....	91
Tabla 28. Tiempos de drenaje.....	92
Tabla 29. Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles.....	93
Tabla 30. Coeficientes de drenaje para pavimentos rígido.....	93
Tabla 31. Espesores mínimos, en pulgadas, en función de los ejes equivalentes.....	96
Tabla 32: Clasificación de suelos sistema AASHTO.....	129
Tabla 33. Propiedades hidráulicas de conductos circulares.....	185
Tabla 34. Dimensiones de las señales verticales.....	194
Tabla 35. Ubicación longitudinal de las señales verticales.....	195

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Carta de Casagrande para los suelos cohesivos.....	12
Figura 2. Ubicación de alcantarillas, respecto de la pendiente del cauce.....	25
Figura 3. Elementos de la curva circular.....	44
Figura 4. Relación radio – peralte para carreteras y caminos.....	47
Figura 5. Desarrollo del peralte en curvas circulares sin curvas de enlace.....	51
Figura 6. Elementos de la curva simétrica espiral – circular – espiral.....	55
Figura 7. Características generales de la clotoide.....	60
Figura 8. Desarrollo del peralte en curvas circulares con curvas de enlace.....	63
Figura 9. Elementos de la curva vertical.....	66
Figura 10. Perfil transversal descriptivo, calzadas separadas en recta.....	69
Figura 11. Tipo de secciones transversales.....	75
Figura 12. Diagrama de curva masa.....	76
Figura 13. Ábaco de diseño para pavimentos flexibles.....	95
Figura 14. Procedimiento para determinar espesores mínimos de capas.....	97
Figura 15. Ábaco para estimar el número estructural de la carpeta asfáltica “a1”.....	98
Figura 16. Coeficientes estructurales para capas asfálticas relacionados con varios ensayos.....	99
Figura 17. Ábaco para estimar el número estructural de la capa base granular “a2”.....	99
Figura 18. Ábaco para estimar el número estructural de la sub-base granular “a3”.....	100
Figura 19. Señales preventivas.....	102
Figura 20. Señales reglamentarias.....	106
Figura 21. Señales informativas.....	109

Figura 22. Localización del proyecto, ámbito nacional.....	118
Figura 23. Localización del proyecto, ámbito departamental.....	119
Figura 24. Localización del proyecto, ámbito provincial.....	119
Figura 25. Ubicación general del proyecto.....	120
Figura 26. Marcas incrustadas en el pavimento (ojos de gato).....	193

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Resumen censo población y vivienda 2012 comunidad Sella Méndez.....	121
Cuadro 2. Resumen censo población y vivienda 2012 comunidad Carachimayo.....	121
Cuadro 3. Población según asistencia escolar comunidad Sella Méndez.....	122
Cuadro 4. Población según asistencia escolar comunidad Carachimayo.....	122
Cuadro 5. Lugar donde acude la población con problemas de salud Sella Méndez.....	123
Cuadro 6. Lugar donde acude la población con problemas de salud Carachimayo.....	123
Cuadro 7. Coordenadas UTM y elevaciones bancos de nivel.....	125
Cuadro 8. Resumen de ensayo de suelos.....	130
Cuadro 9. Estaciones pluviométrica en la zona de estudio.....	131
Cuadro 10. Precipitaciones máximas.....	132
Cuadro 11. Altura de lluvia máxima diaria.....	134
Cuadro 12. Propiedades de la cuenca N° 1.....	134
Cuadro 13. Tiempo de concentración cuenca N° 1.....	135
Cuadro 14. Resumen de aforo vehicular.....	137
Cuadro 15. Tasas de crecimiento relacionadas con el tráfico futuro.....	140
Cuadro 16. Proyección del tráfico.....	141
Cuadro 17. Elementos de curvas circulares simples.....	149
Cuadro 18. Elementos de curvas espirales.....	150
Cuadro 19. Elementos de curvas verticales.....	151
Cuadro 20. Clases de vehículos y configuraciones de ejes.....	156
Cuadro 21. Cargas adoptadas por tipo de eje.....	157
Cuadro 22. Factor equivalente de carga para cada tipo de eje.....	159

Cuadro 23. Factor equivalente de carga para cada clase de vehículo.....	160
Cuadro 24. Número de ejes equivalentes para pavimento flexible.....	161
Cuadro 25. Coeficientes estructurales pavimento flexible.....	165
Cuadro 26. Número estructural y espesor de capas.....	166
Cuadro 27. Espesores de la estructura del pavimento.....	167
Cuadro 28. Factor equivalente de carga para cada tipo de eje.....	170
Cuadro 29. Factor equivalente de carga para cada clase de vehículo.....	171
Cuadro 30. Número de ejes equivalentes para pavimento flexible.....	172
Cuadro 31. Coeficientes estructurales tratamiento doble.....	175
Cuadro 32. Número estructural y espesor de capas para tratamiento superficial doble.....	176
Cuadro 33. Espesores de la estructura del pavimento bicapa.....	177
Cuadro 34. Presupuesto para pavimento con tratamiento superficial doble.....	178
Cuadro 35. Presupuesto para pavimento flexible CA.....	179
Cuadro 36. Verificación de velocidades de flujo en la alcantarilla.....	182
Cuadro 37. Diámetros de alcantarillas de cruce.....	183
Cuadro 38. Diámetro de alcantarillas de alivio.....	187

## ÍNDICE DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Levantamiento BM con GPS SOKKIA.....	125
Imagen 2. Ubicación BM.....	126
Imagen 3. Extracción de muestra de suelo.....	127
Imagen 4. Lavando suelo para análisis granulométrico.....	128
Imagen 5. Datos a ser analizados con hydraflow.....	182
Imagen 6. Caudal máximo en la alcantarilla.....	183
Imagen 7. Área de aporte cuneta 0+584 a 0+671.....	191
Imagen 8. Verificación de tirante y velocidad de cuneta.....	192

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Topografía

Anexo 2. Estudio de suelos

Anexo 3. Estudio de tráfico

Anexo 4. Hidrología e hidráulica

Anexo 5. Diseño geométrico del trazado

Anexo 6. Diseño estructural del pavimento

Anexo 7. Volúmenes de corte y relleno

Anexo 8. Cómputos métricos

Anexo 9. Precios unitarios.

Anexo 10. Presupuesto general

Anexo 11. Cronograma de ejecución

Anexo 12. Especificaciones técnicas

Anexo 13. Ficha ambiental

Anexo 14. Reporte fotográfico