

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE CAMINOS DE TIERRA DE BAJO VOLUMEN
DE TRÁFICO CON FINES DE TRATAMIENTO DIRECTO PARA
EL TRAMO CANALETAS – NARVÁEZ**

POR:

CALDERÓN RIOS NATALY KILEY

AGOSTO DE 2019

TARIJA - BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE CAMINOS DE TIERRA DE BAJO VOLUMEN
DE TRÁFICO CON FINES DE TRATAMIENTO DIRECTO PARA
EL TRAMO CANALETAS – NARVÁEZ**

POR:

CALDERÓN RIOS NATALY KILEY

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV – 502

GESTIÓN 2019

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

Es mi deseo dedicar este trabajo a mis padres por el apoyo incondicional que recibí en esta etapa de mi vida, a mis hermanos, quienes confiaron en mí y en especial a mi hija Nayra Luciana, tu afecto y tu cariño son detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo y de mis ganas de buscar lo mejor para ti, fuiste mi motivación más grande para concluir este proyecto.

Gracias mi niña.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida y por permitirme concluir este proyecto, a mis docentes, amigos, compañeros y personas que me apoyaron a lo largo de mis años de estudio. Agradezco de forma especial a mi esposo Miguel, quien siempre estuvo para ayudarme y apoyarme en momentos difíciles y a mis padres, por sus consejos y sacrificios les estaré eternamente agradecida.

ÍNDICE

Página

CAPÍTULO I

DISEÑO TEÓRICO METODOLÓGICO

1.1.	JUSTIFICACIÓN.....	1
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1.	Situación problemática.....	1
1.2.2.	Formulación del problema	2
1.3.	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	2
1.3.1.	Objetivo general	2
1.3.2.	Objetivos específicos.....	2
1.4.	VARIABLES	3
1.5.	HIPÓTESIS	3
1.6.	DISEÑO METODOLÓGICO	3
1.6.1.	Componentes.....	3
1.6.2.	Métodos y técnicas empleadas	4
1.6.3.	Procedimientos para el análisis y la interpretación de la información.....	6
1.7.	MEDIOS.....	8
1.8.	ALCANCE	9

CAPÍTULO II

CAMINOS NO PAVIMENTADOS

2.1.	CAMINOS Y CARRETERAS	11
2.1.1.	Clasificación de carreteras	11
2.1.1.1.	Clasificación por administración.....	11
2.1.1.2.	Clasificación técnica	12
2.1.1.3.	Clasificación por transitabilidad.....	13
2.2.	TIPOS DE CAMINOS SEGÚN SU CARPETA DE RODADURA	15
2.2.1.	Caminos pavimentados	15
2.2.1.1.	Estructura	15
2.2.1.2.	Pavimentos rígidos	17
2.2.1.3.	Pavimentos flexibles	17
2.2.2.	Caminos no pavimentados	19

	Página
2.2.2.1. Definición de tratamiento directo y no directo para caminos no pavimentados.....	20
2.2.2.1.1. Tratamiento directo	20
2.2.2.1.2. Tratamiento no directo	21
2.2.2.2. Alternativas de mejoramiento de caminos no pavimentados	21
2.2.2.2.1. Riegos.....	21
2.2.2.2.2. Tratamientos superficiales.....	22
2.2.2.3. Evaluación superficial – método (URCI), índice de condición de vías sin capa de rodadura.....	31
2.2.2.3.1. Generalidades	31
2.2.2.3.2. Procedimiento de evaluación	32
2.2.2.3.3. Inspección de la condición superficial	32
2.2.2.3.4. Manual de daños en vías sin capa de rodadura	32
2.2.2.3.5. Cálculo del URCI para una unidad de inspección.....	42
2.2.2.3.6. Curvas de valores deducibles por daño y curva de corrección del valor deducible total para vías sin capa de rodadura.....	43
2.2.2.4. Evaluación estructural para caminos de tierra.....	47
2.2.2.4.1. Evaluación de la subrasante y de la capa superficial	47
2.2.2.5. Verificación de la geometría actual.....	49
2.2.2.5.1. Radios de curvatura.....	49
2.2.2.5.2. Pendientes máximas	50

CAPÍTULO III

ZONA DE MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN

3.1. UBICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE MUESTREO	51
3.1.1. Obtención del muestreo de investigación.....	52
3.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS	54
3.2.1. Descripción de los ensayos de suelos realizados	54
3.2.1.1. Análisis granulométrico por tamizado	54
3.2.1.2. Límites de Atterberg.....	57
3.2.1.3. Densidades de los suelos	58

	Página
3.2.1.4.	Capacidad soporte C.B.R. 60
3.2.1.5.	Densidad in situ (Método del Cono de arena)..... 64
3.3.	CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES PARA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES 66
3.3.1.	Ensayos de asfaltos..... 66
3.3.1.1.	Punto de inflamación y encendido 66
3.3.1.2.	Penetración 67
3.3.1.3.	Viscosidad – Saybolt Furol 67
3.3.1.4.	Ductilidad..... 69
3.3.1.5.	Peso específico 70
3.3.2.	Ensayos de caracterización de los agregados..... 71
3.3.2.1.	Tamizado..... 71
3.3.2.2.	Equivalente de arena 71
3.3.2.3.	Ensayo de resistencia a los sulfatos..... 72
3.3.2.4.	Peso específico 73
3.3.2.5.	Peso unitario..... 74
3.3.3.	Ensayo de control de riego de imprimación..... 74
3.3.3.1.	Destilación..... 74
3.4.	DISEÑO DE LOS TRATAMIENTOS SUPERFICIALES SIMPLE Y DOBLE 75
3.4.1.	Preparación de la superficie 75
3.4.2.	Aplicación del riego de imprimación..... 75
3.4.3.	Tratamiento superficial simple..... 76
3.4.4.	Tratamiento superficial doble..... 76
3.4.5.	Curva carga- penetración para tratamientos superficiales..... 77

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA EVALUACIÓN DEL TRAMO

NO PAVIMENTADO, CONDICIÓN Y DISEÑO DE TRATAMIENTO DIRECTO

4.1.	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL (MÉTODO URCI) 78
------	--

	Página
4.1.1.	Calculo del URCI desde resultados de inspección..... 78
4.1.2.	Tabla resumen de evaluación superficial 102
4.2.	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL – MÉTODOS SEMI DIRECTOS ESTRUCTURALES 103
4.2.1.	Caracterización de la capa subrasante 103
4.2.1.1.	Muestreo..... 103
4.2.1.2.	Tabulación de ensayos de la subrasante 104
4.2.1.2.1.	Clasificación de suelos 104
4.2.1.2.2.	Densidades máximas y humedades óptimas 108
4.2.1.2.3.	Valor Soporte C.B.R. 110
4.2.2.	Caracterización del ripiado..... 118
4.2.2.1.	Muestreo..... 118
4.2.2.2.	Tabulación de ensayos del ripiado superficial 119
4.2.2.2.1.	Clasificación de suelos 119
4.2.2.2.2.	Densidades máximas y humedades óptimas 132
4.2.2.2.3.	Valor Soporte C.B.R. 139
4.2.2.2.4.	Densidad in situ..... 165
4.3.	VERIFICACIONES DEL DISEÑO GEOMÉTRICO 166
4.3.1.	Radios de curvatura mínimos..... 166
4.3.2.	Pendientes máximas 171
4.4.	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL TRAMO 172
4.4.1.	Perfil de estratos 172
4.4.2.	Calificación de evaluaciones y verificaciones de la geometría..... 173
4.4.3.	Tabla resumen de evaluación superficial y estructural 199
4.5.	DISEÑO DE ESPESORES MÉTODO AASTHO 93 (DIPAV 2.0)..... 200
4.5.1.	Alternativas de diseño 200
4.5.2.	Parámetros de diseño..... 200
4.5.3.	Volumen de tráfico en el tramo Canaletas – Narvárez..... 206
4.5.4.	Determinación de ejes equivalentes acumulados ESALs (DIPAV 2.0)..... 210

	Página
4.5.5.	Cálculo de factores equivalentes vehiculares (FC) 210
4.5.6.	Cálculo del número estructural SN (DIPAV 2.0) 211
4.5.7.	Cálculo y diseño de espesores a partir del programa DIPAV 2.0 211
4.5.7.1.	Alternativa 1. Método no directo: Excavando el material hasta nivel subrasante 211
4.5.7.2.	Alternativa 2. Método directo: Manteniendo el ripiado como capa sub base 214
4.6.	DISEÑO DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES 217
4.6.1.	Ensayos de caracterización del cemento asfáltico..... 217
4.6.2.	Ensayos de caracterización de los agregados pétreos para tratamientos superficiales..... 217
4.6.2.1.	Granulometría..... 217
4.6.2.2.	Equivalente de arena 218
4.6.2.3.	Ensayo de resistencia a los sulfatos – durabilidad 218
4.6.2.4.	Peso específico 218
4.6.2.5.	Peso unitario de los agregados 219
4.6.3.	Riego MC – 30 219
4.6.3.1.	Ensayo de destilación 219
4.6.4.	Aplicación y diseño de tratamientos superficiales simple y doble..... 220
4.6.4.1.	Elaboración de briquetas 220
4.6.4.2.	Tratamiento superficial simple..... 220
4.6.4.3.	Tratamiento superficial doble..... 221
4.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO CURVA CARGA- PENETRACIÓN 223
4.7.1.	Análisis de carga para las briquetas conformadas de base y riego..... 223
4.7.2.	Análisis de carga para las briquetas conformadas de tratamiento superficial simple 224
4.7.3.	Análisis de carga para las briquetas conformadas de tratamiento superficial doble 225
4.7.4.	Gráfica promedio “carga – deformación” 226
4.7.5.	Comparación del efecto de las cargas en los tratamientos superficiales 227

	Página
4.8.	VALORACIÓN DE COSTOS..... 228
4.8.1.	Alternativa 1- Excavando material a nivel de la subrasante 228
4.8.1.1.	Con carpeta asfáltica 228
4.8.1.2.	Con tratamiento superficial doble TSD..... 229
4.8.1.3.	Con tratamiento superficial simple TSS..... 230
4.8.2.	Alternativa 2- manteniendo el ripiado como capa subbase..... 231
4.8.2.1.	Con carpeta asfáltica 231
4.8.2.2.	Con tratamiento superficial doble TSD..... 232
4.8.2.3.	Con tratamiento superficial simple TSS..... 233
4.8.3.	Detalle general y porcentaje del presupuesto de alternativas..... 234
4.9.	ANÁLISIS DE RESULTADOS 236
4.10.	FACTIBILIDAD DEL PROYECTO 242

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	CONCLUSIONES 245
5.2.	RECOMENDACIONES 247

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

Anexo N° 1	Ensayos de clasificación de suelos
Anexo N° 2	Ensayos de compactación T- 180
Anexo N° 3	Ensayos de C.B.R.
Anexo N° 4	Ensayos de densidad in situ
Anexo N° 5	Caracterización del cemento asfáltico
Anexo N° 6	Caracterización de los agregados para tratamientos superficiales
Anexo N° 7	Planillas de evaluación superficial
Anexo N° 8	Cómputos métricos
Anexo N° 9	Planillas de precios unitarios
Anexo N° 10	Especificaciones técnicas
Anexo N° 11	Reporte fotográfico

PLANOS

ÍNDICE DE FIGURAS	Página
Figura 2.1. Clasificación administrativa de carreteras	12
Figura 2.2. Construcción de camino a nivel subrasante	14
Figura 2.3. Construcción de camino a nivel subrasante revestido con ripio	14
Figura 2.4. Construcción de camino a nivel rasante con paquete estructural	14
Figura 2.5. Corte transversal de secciones de pavimento asfáltico comunes.....	16
Figura 2.6. Corte transversal de secciones de pavimento rígido	17
Figura 2.7. Sección transversal inadecuada	34
Figura 2.8. Drenaje lateral inadecuado.....	36
Figura 2.9. Corrugaciones	37
Figura 2.10. Polvo	38
Figura 2.11. Baches	39
Figura 2.12. Huellas	40
Figura 2.13. Agregado suelto	42
Figura 3.1. Ubicación del tramo en el departamento de Tarija	51
Figura 3.2. Tramo A) Canaletas – B) Narváez.....	52
Figura 3.3. División del tramo por kilómetros	53
Figura 3.4. Ensayo del límite líquido	57
Figura 3.5. Ensayo del límite plástico	58
Figura 3.6. Proceso de compactación.....	59
Figura 3.7. Moldes de C.B.R. con muestra en saturación	62
Figura 3.8. Viscosímetro Saybolt - orificio universal y Furol (dimensiones en mm)...	68
Figura 3.9. Determinación de la viscosidad Saybolt – Furol	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Categorías de diseño para nuevo trazado de carreteras	13
Cuadro 2. Tipo de carretera según AASTHO.....	13
Cuadro 3. Tipo y espesor de la carpeta asfáltica según el tránsito diario.....	19
Cuadro 4. Dosificación típica de cemento asfáltico y agregado pétreo.....	23
Cuadro 5. Banda granulométrica y requisitos para arenas	24
Cuadro 6. Tipos de cementos asfálticos aplicados para el Otta Seal.....	25

	Página
Cuadro 7. Daños en vías sin carpeta de rodadura.....	33
Cuadro 8. Niveles de severidad para huecos o baches	39
Cuadro 9. Número de Calicatas para Exploración de Suelos	47
Cuadro 10. Radios mínimos absolutos en curvas horizontales	49
Cuadro 11. Pendientes máximas admisibles %	50
Cuadro 12. División de las secciones de la red de pavimentos en unidades de inspección	53
Cuadro 13. Tamices U.S.A. estándar.....	55
Cuadro 14. Porcentajes de agregado para compactación del ripiado superficial	59