

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN  
MISAEI SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGÍA  
CARRERA DE ING.CIVIL



**ANÁLISIS DE FALLAS PREMATURAS POR DRENAJE  
INTERNO APLICADO AL TRAMO “TÚNEL FALDA DE LA  
QUEÑUA-CRUCESAN LORENZO”**

**Por:**

**Quispe Cayo Miguel Angel**

Trabajo, presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN  
MISAEI SARACHO” como requisito para optar el Grado Académico de  
Licenciatura en Ingeniería civil.

Julio 2014

TARIJA BOLIVIA

### **DEDICATORIA:**

Con Amor a mi padre Angel Quispe Ayaviry quien siempre me inculco en mis estudios y en mi vida, también a mi hermana Janet Quispe Cayo que es una parte importante en mi edificación como persona y con gran amor para mis dos sobrinos que son mi inspiración Angélica Bejarano Quispe y Fabricio Bejarano Quispe, a mis tíos que me apoyaron, amigos en especial a Franz Alemán López, y por ultimo para mis dos Madres que está en el cielo que de seguro están orgullosas de ver a su hijo acabar su profesión

## INDICE

Dedicatoria

Agradecimiento

Pensamiento

### **CAPITULO I PERFIL**

**Páginas**

#### **1.-SELECCIÓN PRELIMINAR**

1.2.-Cuerpo principal del informe

1.2.1.-Introduccion.....1

1.2.2.-Fundamento teórica

a) Determinación teórica.....2

b) Posición del autor.....3

1.2.3.- Diseño teórico

a) Determinación del problema.....5

b) Objetivos del trabajo.....6

c)Hipótesis.....7

d) Definición variable conceptuales y operacionales.....7

1.2.4.-Diseño metodológico

a) Unidad de estudio y decisión muestra.....7

b) Métodos, técnicas y procedimientos.....8

c) Preparación para la aplicación instrumentos.....10

### **CAPITULO II FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES**

2.1.-Introducción.....13

2.2.-Conceptualizacion.....13

2.2.1.-Definición de las capas de un pavimento.....14

2.2.2.-Capa de fundación o subrasante.....14

2.2.3.-Capa sub base.....	14
2.2.4.-Capa base.....	15
2.2.5.-Capa de rodadura.....	16
2.2.6.-Falla funcional.....	16
2.3.-Falla estructural.....	16
2.4.- Tipos de fallas en los pavimentos flexibles.....	18
2.4.1.-FISURAS.....	19
2.4.1.1.-Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT).....	19
2.4.1.2.-Fisuras en juntas de construcción (FCL, FCT).....	21
2.4.1.3.-Fisuras en media luna (FML).....	22
2.4.1.4.-Fisuras en borde (FBD).....	23
2.4.1.5.-Fisuras en bloque (FB).....	24
2.4.1.6.-Piel de cocodrilo (PC).....	25
2.4.1.7.-Fisuración por deslizamiento de capas (FDC).....	27
2.4.2.-DEFORMACION.....	28
2.4.2.1.-Ondulacion (OND).....	28
2.4.2.2.-Abultamiento (AB).....	30
2.4.2.3.-Hundimiento (HUN).....	31
2.4.2.4.-Ahuellamiento (AHU).....	32
2.4.3.-PERDIDAS DE LA CAPAS DE LA ESTRUCTURA.....	33
2.4.3.1.-Descascaramiento (DC).....	33
2.4.3.2.-Baches (BCH).....	34
2.4.3.3.-Parches (PCH).....	35
2.4.4.-DAÑOS SUPERFICIALES.....	36
2.4.4.1.-Desgaste superficial (DSU).....	37
2.4.4.2.-Perdida de agregado (PA).....	38
2.4.4.3.-Pulimiento del agregado (PU).....	39
2.4.4.4.-Cabezas duras (CD).....	40
2.4.4.5.-Exudacion (EX).....	41
2.4.4.6.-Surcos (SU).....	42
2.4.5.-Otros daños .....	43
2.4.5.1.-Corrimiento vertical de la berma (CVB).....	43
2.4.5.2.-Separacion de la berma (SB).....	44
2.4.5.3.-Afloramiento de finos (AFI).....	44
2.4.5.3.-Afloramiento de agua (AFA).....	45

## CAPITULO III DRENAJE INTERNO EN PAVIMENTOS

3.1.-Generalidades.....	46
3.1.1.-Agua subterránea en diversas formas.....	46
3.2.- Drenaje interno en pavimentos.....	47
3.2.1.-Drenaje subterráneo.....	47
3.2.2.-Drenaje interno o subdrenaje.....	48
3.2.3.- Fuentes del agua que ingresa a la estructura.....	48
3.2.4.-Geometría de los pavimentos y el agua.....	49
3.2.5.-Los poros y su contenido.....	51
3.2.6.- Daños asociados al agua atrapada en los poros.....	52
3.3.-Tipos de drenes.....	53
3.3.1.-Pantallas impermeables.....	53
3.3.2.-Drenes horizontales o subdrenes.....	54
3.3.3.-Subdrenes 100% sintéticos.....	55
a) Geo malla.....	55
b) Geotextil.....	56
c) Tuvo colector perforado.....	56
3.3.4.-Drenes de penetración.....	57
3.3.5.-colchones de drenaje.....	59
3.3.6.-trincheras estabilizadoras.....	59
3.3.7.-pantallas de drenaje.....	60
3.3.7.1.-Filtro sobre la superficie del talud.....	60
3.3.7.2.-Estructura de contención o retención.....	61
3.3.7.3.- Sub-dren colector.....	61
3.3.8.-Condiciones de instalación.....	62
3.4.-Dimensionamiento de obras de drenaje interno.....	62
3.4.1.-Diseño de subdrenes .....	62
a) Profundidad y ancho de los subdrenes.....	62
b) Descripciones específicas sobre la zanja drenante.....	64
c) Desagüe de la zanja drenante.....	65
d) Procedimiento empírico.....	66
e) Procedimiento analítico I.....	66
3.4.2.-Material de filtro.....	67

a) Criterio de filtración o protección contra la erosión interna.....	67
b) Porcentaje de finos.....	69
c) Forma de las curvas de gradación.....	69
d) Material de filtro estándar.....	70
e) Agregados para subdrenes con geotextiles.....	70
f) Tubería perforada (tubería recolectora).....	71
g) Condiciones hidráulicas.....	71
h) Tamaño de orificios de la tubería colectora.....	72
i) Área de abertura.....	73
J) Filtros de geotextil.....	74
J-1) Criterio de retención del suelo.....	75
J-2) Criterio de permeabilidad.....	77
K) Criterios generales para el diseño de filtros.....	78
3.4.3.-Análisis Hidrológico.....	79
3.4.4.-Análisis Hidráulico.....	80
3.4.5.-Modulo de drenaje.....	80
3.4.6.-Diámetro de la tubería de drenaje.....	81
3.4.7.- Estimación de Caudal de Diseño.....	82
a) Caudal por Infiltración.....	82
b) Caudal por abatimiento del nivel freático.....	83
c) Caudal por escorrentía Superficial.....	85
d) Dimensionamiento de la sección transversal.....	85

#### **CAPITULO IV APLICACIÓN PRÁCTICA.**

4.1.-Descripción general de la zona.....	87
4.2.-Relevamiento de información de campo.....	88
4.2.1.-Lista de alcantarillas en el tramo de estudio.....	90
4.2.3.-Topografía.....	98
4.3.-Diagnóstico actual del tramo de estudio y evaluación del drenaje superficial..	99
4.5.-Evaluación visual general al tramo túnel Falda la Queñua-Cruce San Lorenzo.	105
4.6.- Clasificación de las fallas en general según los tipos de fallas en el tramo.....	109
4.6.1.-Fisuras Longitudinales y transversales (FL, FT).-	109
4.6.2.-Fisuras en Bloque (FB).-	110
4.6.4.-Abultamiento (AB).....	111
4.6.5.-Hundimiento (HUN).....	111

4.6.6.-Ahuellamiento (AHU).....	111
4.6.7.-Baches (BCH).....	112
4.6.8.-Parche (PCH).....	112
4.6.9.-Desgaste Superficial (DSU).....	113
4.6.10.- Separación de la berma (SB):.....	113
4.6.11.-Aplicación del Manual para la inspección visual de pavimento flexible.....	114
4.6.12.- Secuencia de fallas en generales.....	118
4.7.- Ubicación de los 10 puntos más críticos en el tramo “Túnel Falda de la QueñuaCruce San Lorenzo” .....	120
1.-Punto crítico N: 1.....	120
2.- Punto crítico N: 2.....	121
3.- Punto crítico N: 3.....	123
4.- Punto crítico N: 4.....	125
5.- Punto crítico N: 5.....	127
6.- Punto crítico N: 6.....	129
7.- Punto crítico N: 7.....	131
8.- Punto crítico N: 8.....	133
9.- Punto crítico N: 9.....	135
10.- Punto crítico N: 10.....	137
4.8.- Análisis de estudio de suelos de los 10 pozos.....	139
4.8.1 Normas empleadas para la clasificación de los suelos.....	143
4.9.- Evaluación de las fallas por drenaje interno del tramo TÚNEL FALDA LA QUEÑUA CRUCE-SAN LORENZO.....	144
4.10.- Alternativas de solución.....	147
4.10.1.- Solución de los puntos más críticos.....	147
4.10.1.1.-Primer punto crítico con progresiva: Progresiva: 13+331.....	147
4.1.1.1.-Primera alternativa de solución.....	149
4.1.1.3.-Segunda alternativa de solución.....	161
4.1.1.4.-Tercera alternativa de solución.....	162
4.1.1.5.-Elección de la mejor alternativa.....	163
4.10.1.2.-Segundo punto crítico con progresiva: Progresiva: 11+040.....	164
4.1.1.6.-Primera alternativa de solución.....	166
4.1.1.7.-Segunda alternativa de solución.....	178
4.1.1.8.-Tercera alternativa de solución.....	179
4.1.1.9.-Elección de la mejor alternativa.....	180
4.10.1.3.- Una alternativa para los ocho puntos restantes donde hubieron fallas prematuras pero que no se solucionaron.....	181

Punto 1.....	183
Punto 2.....	194
Punto 3.....	205
Punto 4.....	216
Punto 5.....	227
Punto 6.....	238
Punto 8.....	249
Punto 9.....	260
4.10.-Limitantes del proyecto.....	271
5.1.- Conclusiones.....	272
5.2.-Recomendación.....	279
6.- Bibliografía.....	281