

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DPTO. TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



“ANÁLISIS FUNCIONAL EN ESTADO SATURADO Y SECO DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN LA FALDA LA QUEÑUA”

Por:

ROLANDO ZAMORA SORUCO

Proyecto presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Julio de 2015

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DPTO. TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

**“ANÁLISIS FUNCIONAL EN ESTADO SATURADO Y SECO DE LA
ESTABILIDAD DE TALUDES EN LA FALDA LA QUEÑUA”**

Por:

ROLANDO ZAMORA SORUCO

Julio de 2015

TARIJA – BOLIVIA

MSc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez.

**DECANO
FACULTAD CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA**

MSc. Ing. Silvana Paz Ramirez.

**VICEDECANO
FACULTAD CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

MSc. Ing. Luís Alberto Yurquina Flores.

MSc. Ing. Trinidad Baldivieso Montalvo.

MSc. Ing. Moisés Díaz Ayarde.

El Tribunal Calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo ellos únicamente responsabilidad del autor.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la dicha de alcanzar una profesión, sin su voluntad y su bendición nada sería realidad.

A mis padres, hermanos, y mi sobrino querido por el apoyo, incondicional, comprensión y compañía, por los consejos y deseos llenos de esperanza que me supieron brindar a lo largo de estos largos años.

PENSAMIENTO

“No es lo importante lo que uno hace, sino como lo hace, cuanto amor, sinceridad y fe ponemos en lo que realizamos. Pero cada uno de nosotros hace lo que Dios le encomendó”

Madre Teresa de Calcuta.

ÍNDICE

	Pagina
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1. GENERALIDADES.	1
1.2 .JUSTIFICACIÓN.	2
1.3 .HIPÓTESIS.	4
1.4 .PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	4
1.5. OBJETIVOS.	5
1.5.1. Objetivo General.	5
1.5.2. Objetivos específicos.....	5
1.6. ALCANCE DEL ESTUDIO.....	6
CAPÍTULO 2 TALUDES EN CARRETERAS.....	7
2.1. INTRODUCCIÓN.	7
2.2. FLUJO DE AGUA EN EL TALUD.....	8
2.2.1. El agua de infiltración.	8
2.2.2. El agua del terreno.....	10
2.2.3. Factor Agua.	12
2.3. FACTOR VIENTO.....	12
2.3.1. Factor sobrecargas.....	13
2.3.2. Permeabilidad.....	13

2.4. TIPOS DE PERMEABILIDAD EN LOS SUELOS	14
2.4.1. Permeámetro de carga constante:	15
2.4.2. Permeámetro de carga variable:	15
2.4.5 Erosionabilidad.....	17
2.4.6. La Hidrogeología.....	17
2.5. FACTORES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO.....	18
3.5.1. La Litología o Formación Geológica	18
2.5.2. La Estructura Geológica.....	19
2.5.3. Las fracturas.	19
2.5.4. El Factor Tiempo.....	19
2.6. INESTABILIZACIÓN	20
2.6.1. Presiones de Poros.....	21
2.6.2. Capacidad de Infiltración	21
2.6.3. Condiciones de Frontera Para la Infiltración.....	22
2.6.4. Conductividad Hidráulica o “Coeficiente de Permeabilidad”	22
2.6.5. El Flujo Saturado.....	23
2.6.6. Flujo de Agua en Rocas	24
2.6.7. Flujo de Agua en Formaciones Aluviales	25
2.6.8. Flujo de Agua en Rocas Sedimentarias.....	25

2.6.9. Activación de deslizamientos en macizos de roca	26
2.6.10. Dentro de los factores litológicos y morfológicos se deben tener en cuenta: ...	26
2.7. PROPIEDADES DE LA MATRIZ ROCOSA.	28
2.7.1. Calidad del macizo.	28
2.7.2. Macizos en roca blanda.	29
CAPÍTULO 3 APLICACIÓN PRÁCTICA.	30
3.1. SELECCIÓN DE LOS TALUDES PARA ESTUDIO:.....	30
3.1.1. Ubicación.	30
3.1.2. Características del Área de Estudio.....	31
3.2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.	35
3.2.1. Trabajo de campo.	35
3.2.1.1. Selección de Muestras.	35
3.2.1.2. Permeabilidad en el campo.....	44
3.2.1.3. Densidad In Situ en el campo.	49
3.2.1.4. Peso específico seco y saturado:.....	50
3.2.1.4. Análisis de las muestras en el laboratorio.	52
3.2.2. Trabajo de gabinete.	54
3.2.2.1. Resultados.....	55
3.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y POSIBILIDADES DE SOLUCIÓN.....	55

	Pagina
3.3.1. Talud “1”	55
3.3.2 Talud “2”	58
3.3.3. Talud “3”	60
3.3.4. Talud “4”	61
3.3.5 Talud “5”	63
3.4. CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD.....	64
3.5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.	78
3.5.1. Generalidades.....	78
3.5.2. Alternativas Seleccionadas.....	78
3.6. PLANTEAMIENTO DE PROTECCIÓN TALUD “1, 4 Y 5”	79
3.6.1. Malla TECCO® de alambre de acero de alta resistencia.....	80
3.6.2. Pernos de anclaje para suelo o para roca.....	81
3.6.3. Placas de fijación del sistema TECCO®.....	82
3.6.4. Clips de conexión TECCO®.....	84
3.6.5. Método de diseño para sistemas TECCO® de estabilización de taludes.....	85
3.7. PLANTEAMIENTO DE PROTECCIÓN TALUD “2 Y 3”.	86
3.7.1. Concreto para lanzado.....	86
3.7.2. Tipos del concreto proyectado:	88
CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	91

	Pagina
4.1. CONCLUSIONES.....	91
4.2. RECOMENDACIONES.....	93
BIBLIOGRAFÍA.....	94
ANEXOS.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1	7
FIGURA 2.2 Curva de Capacidad de Infiltración	9
FIGURA 2.3 Formas de agua subterránea	11
FIGURA 2.4 Un perfil geológico que propicia la formación de un Nivel Freático Suspendido	12
Figura 2.5 Las corrientes de agua subterránea y la infiltración, son parámetros hidrogeológicos muy importantes en el proceso de activación de deslizamientos.....	17
Figura 2.6 Las discontinuidades de la estructura geológica determinan, en muchos casos, la ocurrencia de los deslizamientos de tierra (Diagramas elaborados por Schuster).	19
Figura 2.7 Flujo de agua en formaciones geológicas diferentes, (a) Arenas finas, (b) rocas sedimentarias, (c) Formaciones de gravas con matriz areno-arcillosa, (d) Arcillas (Buckman, 1990).	24
Figura 2.8 El agua subterránea se concentra en los sitios de falla geológica Características del Subdrenaje de un Talud	25
Figura 2.9 Diagrama conceptual del proceso de saturación en el deslizamiento de La Conchita en 2005(Jibson, 2006).	26

Figura 2.10: Fallas de un talud de roca: A. Falla circular. B. Falla planar, C. Falla en cuña, D. Falla por volcamiento, E. Fallas por flexión y Falla por pateo. Según Hoek and Bray, Rock Slope Engineering.	29
Figura 3.1 malla de acero	80
Figura 3.2 Malla TECCO® de alambre de acero de alta resistencia (Geobrugg A Company of the BRUGG Group)	81
Figura 3.3: Pernos de anclaje para suelo o roca (Geobrugg A Company of the BRUGG Group).....	82
Figura 3.4: a) Placa de fijación del sistema TECCO®. b) Aplicación de la fuerza de pretensión sobre las placas (Geobrugg A Company of the BRUGG Group).	82
Figura 3.5: Dimensiones de la placa de fijación del sistema TECCO® (Geobrugg A Company of the BRUGG Group).....	83
Figura 3.6: Clips de conexión TECCO® (Geobrugg A Company of the BRUGG Group).	84
Figura 3.7. Lanzado de concreto en taludes	89

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 Valores del coeficiente de Permeabilidad para suelos saturados.	14
TABLA 2.2 Valores de conductividad hidráulica	15
TABLA 2.3 Coeficientes de permeabilidad (Casagrande y Fadum).....	16
Tabla 2.4 Coeficientes de permeabilidad y capacidad de infiltración.	23
Tabla 2.5 Tamaño de poros y conductividad hidráulica (Lee, 1996).	23
Tabla 3.1 (Topografía Talud 1)	36

	Pagina
Tabla 3.2 (Topografía Talud 2)	38
Tabla 3.3 (Topografía Talud 3)	40
Tabla 3.4 (Topografía Talud 4)	41
Tabla 3.5 (Topografía Talud 5)	43
Tabla 3.6 Según tipo de roca fuente Universidad Nacional de Cajamarca	45
Tabla 3.7 Tamaño de poros y permeabilidad (Lee-1996) Clases de permeabilidad de los suelos para obras de ingeniería civil.....	45
Tabla 3.8 TALUD 1	47
Tabla 3.9 TALUD 2	47
Tabla 3.10 TALUD 3	48
Tabla 3.11 TALUD 4	48
Tabla 3.12 TALUD 5	49
Tabla 3.13 Densidades.....	50
Tabla 3.14 Peso Específico en estado Seco y Saturado más su Factor de seguridad	50
Tabla 3.15 Valores típicos de propiedades físicas de las rocas.....	51
Tabla 3.16 Determinación de la clase del macizo rocoso.....	51
Tabla 3.17 Significado de las clases de macizo rocoso	51
Tabla 3.18 TALUD 1	55
Tabla 3.19 Especificaciones de concreto lanzado	56

Tabla 3.20 Datos técnicos de las mallas TECCO® (Geobrugg A Company of the BRUGG Group).....	57
Tabla 3.21 TALUD 2	59
Tabla 3.22 TALUD 3	60
Tabla 3.23 TALUD 4	62
Tabla 3.24 TALUD 5	63
Tabla 3.25: Datos técnicos del sistema de placas TECCO® (Geobrugg A Company of the BRUGG Group).....	83
Tabla 3.26: Resumen de datos técnicos de los clips de conexión (Geobrugg A Company of the BRUGG Group)	85

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N°1	30
IMAGEN N°2	31

ÍNDICE DE FOTOS

FOTOGRAFÍA N° 1 y 2 Talud “1”	32
FOTOGRAFÍA N° 3 Talud 2	32
FOTOGRAFÍA N° 4 y 5 Talud 2	33
FOTOGRAFÍA N° 6 y 7 Talud 3	33
FOTOGRAFÍA N° 8 y 9 Talud 4	34
FOTOGRAFÍA N° 10 y 11 Talud 5	34

Pagina

FOTOGRAFÍA N° 12 Talud “1”, ubicado en la progresiva 4+200 y 4+300.	36
FOTOGRAFÍA N° 13 Recoleccion de muestra del Talud “1”	37
FOTOGRAFÍA N° 14 Talud “2”, ubicado en la progresiva 4+200 y 4+800 en el tramo	38
FOTOGRAFÍA N° 15 Recoleccion de muestra del Talud “2”	39
FOTOGRAFÍA N° 16 ubicación en la progresiva 5+580 en el tramo.....	40
FOTOGRAFÍA N° 17 Recoleccion de muestra del Talud “3”	41
FOTOGRAFÍA N° 18 ubicado en la progresiva 8+800 en el tramo	42
FOTOGRAFÍA N° 19 Recoleccion de muestra del Talud “4”	42
FOTOGRAFÍA N° 20 ubicado en la progresiva 8+700 en el tramo	43
FOTOGRAFÍA N° 21 Recoleccion de muestra del Talud “5”	44
FOTOGRAFÍA N° 22 y N° 23 muestra cortada talud 2	52
FOTOGRAFÍA N° 24 muestra en el molde	53
FOTOGRAFÍA N° 25 equipo.....	53
FOTOGRAFÍA N° 26 y 27 como queda la muestra despues del corte	54