

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DPTO. TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL
TRAMO PADCAYA – LA MERCED”**

Por:

CARLA LORENA TUNO CORTEZ

SEMESTRE I - 2018

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DPTO. TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL
TRAMO PADCAYA – LA MERCED”**

Por:

CARLA LORENA TUNO CORTEZ

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

SEMESTRE I-2018

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

.....
M.Sc.Ing. Ernesto Álvarez Gozalves
DECANO
FACULTAD CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA

.....
M.Sc.Lic Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANO
FACULTAD CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Trinidad Baldiviezo Montalvo

.....
Ing. Ricardo Morales

.....
Ing. Limberg Llanos

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad de la autora.

DEDICATORIA:

A mi madre Roxana Cortez y a mi abuela Alcira Tejerina por su amor, sacrificio de cada día., por ellas sigo adelante y gracias a ellas hoy estoy cumpliendo un sueño más.

AGRADECIMIENTO:

A Dios por darme fuerza y voluntad para realizar cada día mi Leyenda Personal, a mi familia y amigos por su apoyo y a cada una de las personas que contribuyeron en la realización del presente trabajo.

“Hazlo ahora, algunas veces el
después se convierte en nunca”

Anónimo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3.1. Situación problemática	2
1.3.2. Problema de investigación.....	3
1.4. OBJETIVOS	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. HIPÓTESIS.....	4
1.5.1. Identificación de variables	4
1.6. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	7
1.7. UNIDADES DE ESTUDIO Y DECISIÓN MUESTRAL POR VARIABLE.....	7
1.7.1. Unidad de estudio o muestra.....	7
1.7.2. Población.....	7
1.7.3. Selección de las técnicas de muestreo	8
1.8. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS LÓGICOS	9
1.8.1. Listado de actividades a realizar	9
1.8.2. Esquema de actividades en función a procedimiento definido por la perspectiva	10
1.8.3. Productos esperados en correspondencia con el procedimiento de la perspectiva	12
1.9. RESULTADOS ESPERADOS	12

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ESTABILIDAD DE TALUDES.....	13
2.1.1. Definición de talud.....	13
2.1.2. Elementos que conforman el talud.....	13
2.1.3. Propiedades de los taludes	14
2.1.4. Factores que influyen en la estabilidad de un talud.....	16
2.2. REMOCIÓN EN MASA	18
2.3. ANÁLISIS DE RIESGO EN TALUDES	22
2.3.1. Factores de riesgo	22
2.4. CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TALUDES EN CARRETERAS.....	39
2.4.1. Elementos que requieren conservación.....	39
2.4.2. El derecho de vía.....	42
2.4.3. Remoción y limpieza de derrumbes.....	43
2.4.4. Tipos de obras de protección	44
2.4.4. Códigos técnicos para el manejo de taludes	44

CAPITULO III

APLICACIÓN PRÁCTICA

3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	54
3.2. ESTUDIO GEOLÓGICO	57
3.3. GEOMORFOLOGÍA.....	60
3.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	63
3.5. VEGETACIÓN	73

3.6. CLIMA.....	75
3.6.1. Tipos climáticos	75
3.7. LITOLOGÍA	78
3.8. TOPOGRAFÍA.....	84
3.9. RIESGO Y VULNERABILIDAD	84
3.10. EVALUACIÓN DE TALUDES EN EL TRAMO PADCAYA- LA MERCED	86
3.10.1. Características de los taludes del tramo	86
3.10.2. Verificación de la estabilidad de los taludes más críticos del tramo Padcaya- La Merced.....	91
3.10.3. Análisis de estabilidad de taludes a través de la determinación del factor de seguridad a través del programa GEOSLOPE/W	94
3.10.4. Análisis de susceptibilidad y amenazas de los taludes inestables.....	96
3.10.5. Resumen de grados de susceptibilidad y amenazas de los taludes	101
3.10.6. Alternativas de solución.....	102
3.10.7. Presupuesto general.....	107

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES	117
4.2. RECOMENDACIONES	121

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1. TRABAJO DE CAMPO, TRABAJO DE LABORATORIO
Y TRABAJO DE GABINETE.

ANEXO 2. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD A TRAVÉS
DEL PROGRAMA DE COMPUTACIÓN GEOSLOPE/W.

ANEXO 3. ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD Y AMENAZAS DE LOS
TALUDES.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1.	Muestreo sistemático de tramos a evaluar	9
FIGURA 1.2.	Recopilación de información y planificación de actividades	10
FIGURA 1.3.	Productos esperados.....	11
FIGURA 1.4.	Resultados esperados	11
FIGURA 2.1.	Talud	14
FIGURA 2.2.	Clasificación según Wentworth y DIN (Por el tamaño de clastos)	28
FIGURA 2.3.	Clasificación de clastos.....	30
FIGURA 2.4.	Elementos que requieren conservación.....	40
FIGURA 2.5.	Zanjas de coronación	41
FIGURA 2.6.	Limpieza de alcantarillas	41
FIGURA 2.7.	Limpieza de taludes	43
FIGURA 2.8.	Pendientes típicas según el tipo de material	53
FIGURA 3.1.	Cuenca del rio Orozas	63
FIGURA 3.2.	Altura de precipitación horaria para cunetas	68
FIGURA 3.3.	Hidrograma triangular cunetas.....	69
FIGURA 3.4.	Altura de precipitación horaria para alcantarillas	71
FIGURA 3.5.	Hidrograma triangular alcantarillas	72
FIGURA 3.6.	Ubicación de la zona de evaluación del tramo Padcaya - La Merced	86
FIGURA 3.7.	Taludes Padcaya- Chalamarca progresiva 12+930	87
FIGURA 3.8.	Taludes Chalamarca – Orozas progresivas 17+100 a	

17+300	88
FIGURA 3.9. Taludes Orozas - Guayabillas progresiva 20+250 a 20+300	89
FIGURA 3.10. Taludes Guayabillas- Campanario progresiva 23+110 a 23+620	90
FIGURA 3.11. Taludes Campanario-La Merced progresiva 23+580 a 23+560	91
FIGURA 3.12. FS Talud derecho modificación de 67° a 50°	103
FIGURA 3.13. FS Talud derecho 50°, con anclajes de refuerzo.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1.	Conceptualización y operacionalización de las variables dependientes.....	5
TABLA 1.2.	Conceptualización y operacionalización de las variables independientes.....	6
TABLA 1.3.	Tamaño y muestra	7
TABLA 1.4.	Tamaño y muestra de los ensayos de laboratorio.....	8
TABLA 2.1.	Métodos de análisis de estabilidad de taludes	20
TABLA 2.2.	Efectos de la lluvia en la erosión de terrenos	23
TABLA 2.3.	Valoración de factores para evaluación de susceptibilidad a deslizamiento debida a lluvia	24
TABLA 2.4.	Valores relativos para la susceptibilidad a deslizamiento debido a factores geológicos y geotécnicos	25
TABLA 2.5.	Valores y criterios para determinar el grado de susceptibilidad a los deslizamientos.....	26
TABLA 2.6.	Peso de los diferentes factores a tener en cuenta en la evaluación de amenaza a deslizamiento debida a factores geológicos.....	31
TABLA 2.7.	Peso de los diferentes factores topográficos y ambientales	33
TABLA 2.8.	Valores de vulnerabilidad recomendados.....	35
TABLA 2.9.	Análisis del riesgo con relación a las personas	38
TABLA 2.10.	Periodos de retorno para el diseño	46
TABLA 2.11.	Factores de seguridad básicos mínimos directos.....	48
TABLA 2.12.	Factores de fricción y adhesión para materiales distintos	51

TABLA 2.13.	Pendientes típicas para taludes en cortes (Departamento de carreteras del Japón).....	52
TABLA 3.1.	Columna geológica.....	58
TABLA 3.2.	Precipitación máxima 24hrs (mm) Padcaya.....	64
TABLA 3.3.	Precipitación máxima 24hrs (mm) La Merced.....	65
TABLA 3.4.	Precipitación máxima 24hrs (mm) La Mamora	65
TABLA 3.5.	Resumen de precipitaciones máximas de las estaciones	66
TABLA 3.6.	Resumen climatológico de Padcaya.....	76
TABLA 3.7.	Resumen climatológico de La Merced.....	76
TABLA 3.8.	Resumen de la litología del tramo Padcaya- La Merced.....	81
TABLA 3.9.	Factor de seguridad del estado actual del tramo Padcaya-Chalamarca.....	94
TABLA 3.10.	Factor de seguridad del estado actual del tramo Orozas-Guayabillas	94
TABLA 3.11.	Factor de seguridad del estado actual del tramo Guayabillas-Campanario.....	95
TABLA 3.12.	Factor de seguridad del estado actual del tramo Campanario-La Merced	95
TABLA 3.13.	Valoración de factores para evaluación de susceptibilidad a deslizamiento debida a lluvia - talud progresivas 21+215 a 21+530	97
TABLA 3.14.	Valores relativos para la susceptibilidad a deslizamiento debido a factores geológicos y geotécnicos - talud progresivas 21+215 a 21+53	98

TABLA 3.15. Grado de susceptibilidad talud izquierdo progresivas	
21+215 a 21+530	98
TABLA 3.16. Parámetros de estudio geológico talud izquierdo	
progresivas 21+215 a 21+530.....	99
TABLA 3.17. Parámetros de estudios topográficos y ambientales	
talud progresivas 21+215 a 21+530.....	100
TABLA 3.18. Grado de amenaza total talud izquierdo progresivas	
21+215 a 21+530	100
TABLA 3.19. Resumen de grados de susceptibilidad.....	101
TABLA 3.20. Resumen de grados de amenaza.....	101
TABLA 3.21. Factor de seguridad aplicando la 1° alternativa	
de solución	104

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1. Ubicación del municipio de Padcaya	55
MAPA 2. Ubicación del tramo en estudio.....	56
MAPA 3. Geología	59
MAPA 4. Fisiografía	62
MAPA 5. Climatología.....	77
MAPA 6. Litología.....	78
MAPA 7. Riesgo y vulnerabilidad a la erosión hídrica.....	85
MAPA 8. Alternativas de solución para taludes de corte en suelo.....	104