

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO MODELOS DE:
ÁBACOS DE TAYLOR Y JAMBU EN LA AVENIDA DE LA
INTEGRACIÓN CIUDAD DE TARIJA

Por:

RICARDO CATA MANGUIA

Trabajo de Tesis presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
“JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de
Licenciatura en INGENIERÍA CIVIL.

SEPTIEMBRE DE 2013

TARIJA – BOLIVIA

VºBº

.....
MSc. Ing. Grover Torres Ibieta
TUTOR GUÍA

.....
MSc. Lic. Gustavo Succi A.

**DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA**

.....
MSc. Lic. Marlene Hoyos Montesinos

**DIRECTORA
P. E. T.**

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Wilson Yucra R.

.....
Ing. Alcides Melean K.

El tribunal calificador del presente Trabajo de Tesis, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA:

A mis padres Ciro y Elsa, por el esfuerzo y ayuda incalculable, por guiarme en el camino de la superación y ser constante motivación en la conclusión del presente trabajo.

A mi hijo Javier, por ser inspiración para lograr este objetivo.

AGRADECIMIENTOS:

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

A mi familia por su paciencia, a mis hermanos, por el apoyo y compañía incondicional, por los consejos y deseos llenos de esperanza que me supieron brindar a lo largo de estos años.

A mi Tutor Guía Ing. Grover Torres Ibieta por el apoyo desinteresado durante la realización y revisión de este trabajo.

PENSAMIENTO:

“Como el camino está lleno de espinas, Dios ha dado al hombre tres dones: la sonrisa, el sueño y la esperanza” Immanuel Kant.

ÍNDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	Página
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.4 OBJETIVOS	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 ALCANCE DEL ESTUDIO	4

CAPÍTULO II FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES	6
2.2 CONCEPTOS DE TALUDES	7
2.2.1 Talud en Corte.....	9
2.2.2 Talud en Relleno.....	10
2.3 DESLIZAMIENTOS	11
2.3.1 Deslizamiento o Movimiento en masa típico.....	11
2.3.1.1 Partes de un Deslizamiento.....	12

2.3.2	Aspectos que influyen en un Deslizamiento.....	15
2.4	CAUSAS DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA.....	15
2.4.1	Aumento de Esfuerzos Cortantes.....	15
2.4.2	Disminución de la Resistencia al Corte.....	16
2.5	CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE FALLAS DE TALUDES.....	16
2.5.1	Caídas o Desprendimientos.....	17
2.5.2	Derrumbes.....	19
2.5.2.1	Derrumbes Planares.....	19
2.5.2.2	Derrumbes Rotacionales.....	20
2.5.2.3	Desparramamiento Lateral y Falla progresiva.....	22
2.5.2.4	Deslizamiento de Escombros.....	23
2.5.3	Avalanchas.....	23
2.5.4	Flujo de Escombros.....	23
2.5.5	Repteo.....	24
2.6	FACTORES INFLUYENTES EN LA INESTABILIDAD DETALUDES	24
2.6.1	Antecedentes Históricos.....	24
2.6.2	Geología de la Región.....	25
2.6.2.1	Taludes Escarpados.....	25
2.6.2.2	Acantilados y bancos bajo la acción de corrientes que-	26
2.6.2.3	Aéreas de concentración de Drenaje y Filtración.....	26
2.6.2.4	Áreas de Terreno Ondulado.....	26
2.6.2.5	Áreas de Concentración de Fracturas.....	27
2.6.3	Topografía y Estabilidad.....	27
2.6.3.1	Efecto de la Resistencia del suelo y la Pendiente del Talud.....	28

2.6.4	Pluviosidad.....	28
2.6.5	Erosión.....	29
2.6.6	Licuefacción debida a las Acciones Sísmicas.....	30
2.6.6.1	Generalidades.....	30
2.6.6.2	Causas u Origen.....	30
2.6.6.2.1	Parámetros Relevantes.....	31
2.7	CARACTERIZACION DEL TALUD ENSAYOS.....	32
2.7.1	Perforaciones.....	32
2.7.2	Calicatas.....	32
2.7.3	Ensayos de Campo.....	33
2.7.4	Ensayos de Laboratorio.....	34
2.7.4.1	Ensayos de Clasificación.....	34
2.7.4.2	Ensayos de Resistencia.....	35
2.7.5	Muestreo.....	35
2.7.6	Instrumentación.....	35
2.7.6.1	Inclinómetros.....	36
2.7.6.2	Piezómetros.....	36
2.8	EVALUACION DE LA ESTABILIDAD DE UN TALUD.....	37
2.8.1	Concepto de Factor de Seguridad.....	37
2.8.2	Determinación de la Resistencia del Suelo.....	41
2.8.3	Comportamiento drenado vs no-drenado.....	41
2.8.4	Resistencia al Corte en suelos Granulares.....	42
2.8.5	Resistencia al Corte en Arcillas sobre Consolidadas.....	42
2.8.6	Resistencia al Corte en Limos y Arcillas blandas.....	42

2.9	METODOS PARA LA ESTABILIZACION DE UN TALUD.....	43
2.9.1	METODOS DE CÁLCULO DE ESTABILIZACION DE TALUDES.	44
2.9.1.1	MODELO DE ABACOS DE TAYLOR.....	46
2.9.1.2	MODELO DE ABACOS DE JAMBU.....	50
2.9.1.3	ANALISIS DE APLICABILIDAD DE MODELOS.....	57

CAPITULO III

APLICACIÓN PRÁCTICA

3.1	UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL TRAMO.....	60
3.2	CARACTERISTICAS DE LA ZONA.....	63
3.2.1	Topografía.....	63
3.2.2	Geología.....	64
3.2.3	Erosión.....	65
3.3	METODOLOGIA DEL ESTUDIO.....	67
3.3.1	Trabajo de Laboratorio.....	71
3.3.2.1	Calculo de la Altura Crítica del Talud.....	101
3.3.2.2	Calculo del FS mediante Modelos de Ábacos de Taylor.....	103
3.3.2.3	Calculo del FS mediante Modelos de Ábacos de Jambu.....	107
3.3.2.4	Comparación entre Modelos de Ábacos de Taylor y Jambu.....	111
3.4	ANALISIS UNITARIOS DE COSTOS.....	112
3.4.1	Ítem: Movimiento de Tierra.....	112
3.5	COMPARACION DE COSTOS.....	113

3.5.1	Mediante los Modelos de Ábacos de Taylor.....	113
3.5.2	Mediante los Modelos de Ábacos de Jambu.....	115

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	CONCLUSIONES.....	117
4.2	RECOMENDACIONES.....	118
	BIBLIOGRAFIA y ANEXOS.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura II - 1	Nomenclatura de taludes y laderas.....	8
Figura II - 2	Partes de un Deslizamiento.....	12
Figura II - 3	Dimensiones de los movimientos en Masa de acuerdo a IAEG.	14
Figura II - 4	Desprendimientos de Bloques.....	17
Figura II - 5	Volcamiento de Bloques.....	18
Figura II - 6	Deslizamiento Planar en macizo rocoso.....	19
Figura II - 7	Deslizamiento en forma de cuña.....	20
Figura II - 8	Derrumbe Rotacional.....	21
Figura II - 9	Desparramamiento lateral.....	22
Figura II - 10	Principio de los Métodos de Rebanadas.....	45
Figura II - 11	Ábaco de Taylor (cohesivos).....	47
Figura II - 12	Abaco de Taylor para Φ	49
Figura II - 13	Variables de Talud.....	50
Figura II - 14	Coordenada X_o para el círculo critico (Jambu1968).....	51
Figura II - 15	Coordenada Y_o para el círculo critico (Jambu1968).....	52
Figura II - 16	Grafica para obtener μ_q cuando el círculo pasa por la base.....	53
Figura II - 17	Grafica para obtener μ_q cuando el círculo pasa por el pie.....	54
Figura II - 18	Factor de reducción por carga adicional para tablas de Jambu...	54
Figura II - 19	Factor de reducción por grieta de tracción sin presión hidrostática (Jambu).....	55
Figura II - 20	Número de Estabilidad.....	56
Figura III - 1	Procedimiento para Limite Plástico.....	83

Figura III - 2	Disposición de la Muestra, Fuerza y Desplazamiento.....	88
Figura III – 3	Representacion Grafica de σ vs τ	90
Figura III – 4	Determinación de Volúmenes de Modelos de Ábacos de Taylor.....	114
Figura III – 5	Determinación de Volúmenes de Modelos de Ábacos de Jambu.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla II - 1 Estabilidad y Refuerzo de Taludes.....	40
Tabla II - 2 Tabla de Terzagui y Peck (1967).....	43
Tabla II - 3 Parámetros de Aplicabilidad.....	59
Tabla III - 1 Datos del Talud.....	67
Tabla III - 2 Resumen del cálculo de FS por Taylor.....	106
Tabla III - 3 Resumen del cálculo de FS por Jambu.....	110
Tabla III - 4 Comparación de FS Ábacos de Taylor y Jambu.....	111
Tabla III - 5 Presupuesto Modelos de Ábacos de Taylor.....	114
Tabla III - 6 Presupuesto por Modelos de Ábacos de Jambu.....	116

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía II – 1 Ladera (forma Natura).....	6
Fotografía II – 2 Corte (intervención humana).....	6
Fotografía II – 3 Relleno o terraplén (intervención humana)... ..	6
Fotografía III – 1 Emplazamiento zona de Estudio.....	62
Fotografía III – 2 Degradación por erosión.....	65
Fotografía III – 3 Desprendimiento de Talud.....	66
Fotografía III – 4 Medición de la Pendiente del Talud.....	68
Fotografía III – 5 Medición de la Longitud del Talud.....	68
Fotografía III – 6 Medición de la Altura del Talud.....	69
Fotografía III - 7 Recolección de muestra de la Cabeza del Talud.....	69
Fotografía III – 8 Recolección de muestra cuerpo del Talud.....	70
Fotografía III – 9 Recolección de muestra Pie del Talud.....	70
Fotografía III – 10 Método del lavado.....	73
Fotografía III – 11 Juego de Tamices.....	73
Fotografía III – 12 - 13 Material en el tamiz N° 200.....	74
Fotografía III - 14 Tamizado de la Muestra.....	75
Fotografía III – 15 Pesado de la Muestra.....	75
Fotografía III – 16 -17 Equipo Utilizado.....	77
Fotografía III – 18 Limite Liquido.....	78
Fotografía III – 19 – 20 Colocado de la muestra al equipo.....	79
Fotografía III – 21 Procedimiento para el límite liquido.....	79
Fotografía III – 22 Proceso de sacado de la muestra.....	80

Fotografía III – 23	Toma de la muestra.....	81
Fotografía III – 24	Espécimen en las capsulas.....	81
Fotografía III – 25 – 26	Amasado de la muestra.....	83
Fotografía III – 27 – 28	Muestra dentro del Horno.....	88
Fotografía III – 29	Muestra de suelo sobre la Hornalla.....	89
Fotografía III – 30	Muestra de suelo con Alcohol.....	90
Fotografía III – 31	Espécimen dentro del frasco.....	93
Fotografía III – 32	Proceso de pesaje.....	94
Fotografía III – 33	Proceso de enfriamiento.....	95
Fotografía III – 34	Ensayo de Corte Directo.....	97
Fotografía III – 35	Preparación de Especímenes.....	98
Fotografía III – 36	Especímenes después de la Prueba.....	98
Fotografía III – 37	Toma de datos del ensayo.....	98

ÍNDICE DE MAPAS

	Página
Mapa III - 1 Departamento de Tarija.....	60
Mapa III – 2 Municipio de Cercado.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo I** Memoria de Calculo
- Anexo II** Precio Unitario
- Anexo III** Tabla de Clasificación de Fallas