



RESUMEN TESIS DE GRADO

AUTOR (ES):

NOMBRE (S): ANDRÉS DARÍO

APELLIDOS: RAMÍREZ TOVAR

NOMBRE (S): MARÍA FERNANDA

APELLIDOS: YANES SUÁREZ

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA DE MINAS

DIRECTOR:

NOMBRE (S): ÁLVARO ORLANDO

APELLIDOS: PEDROZA ROJAS

TÍTULO DE LA TESIS: PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EVALUAR LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN ÁREAS DE BOCAMINA

RESUMEN:

Diferentes metodologías de análisis de riesgos ante amenazas naturales han sido formuladas, relacionadas con desarrollos mineros han sido pocas y las existentes obedecen a situaciones específicas para un sector determinado. Este informe investigativo presenta una propuesta metodológica para evaluar la amenaza que los movimientos en masa generan en las zonas de bocamina (portal de acceso principalmente), aplicable a aquellas situaciones que le sean similares a las condiciones técnicas del área evaluada (sector minero la Sorzana, Bochalema, Norte de Santander).

Palabras clave: Movimiento en masa, Bocamina, Amenaza, Riesgo, vulnerabilidad.

CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS: 291

PLANOS: 2

ILUSTRACIONES:

CD-ROM: 1

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EVALUAR LA AMENAZA POR
MOVIMIENTOS EN MASA EN ÁREAS DE BOCAMINA

ANDRES DARÍO RAMÍREZ TOVAR
MARÍA FERNANDA YANES SUÁREZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MINAS
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2013

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EVALUAR LA AMENAZA POR
MOVIMIENTOS EN MASA EN ÁREAS DE BOCAMINA

ANDRES DARÍO RAMÍREZ TOVAR
MARÍA FERNANDA YANES SUÁREZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero de Minas

Director
ÁLVARO ORLANDO PEDROZA ROJAS
I.Civil UFPS, M.Sc Ingeniería SDSMT- USA
Candidato a Doctor en Ingeniería – Geotecnia, UNAL-Colombia

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MINAS
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2013



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA DE MINAS

ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA. Cúcuta, 17 de diciembre de 2013

HORA: 4:00 p.m.

LUGAR: SALA 4 EDIFICIO CREAD

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA DE MINAS

TITULO DE LA TESIS: "PROPUESTA METODOLOGICA PARA EVALUAR LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN AREAS DE BOCAMINA"

JURADOS: Ing. SANDY MARCELO PARRA P. ENTIDAD: U. F. P. S.
Ing. JOSE RICARDO PINEDA RODRIGUEZ ENTIDAD: U. F. P. S.
Lic. FABIO EDUARDO CORDON V.. ENTIDAD: U. F. P. S.

DIRECTOR: Ing. ALVARO ORLANDO PEDROZA ROJAS

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACIÓN		
		NUMERO	LETRA	(A) (M) (L)
ANDRES DARIO RAMIREZ TOVAR.	0180811	4,2	CUATRO, DOS	APROBADA
MARIA FERNANDA YANES SUAREZ	0181040	4,2	CUATRO, DOS	APROBADA

OBSERVACIONES:

FIRMA DE LOS JURADOS:

Vº. Bº. _____
COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	23
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	26
1.1 TÍTULO	26
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	27
1.4 OBJETIVOS	27
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	27
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
1.5 JUSTIFICACIÓN	28
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES	28
1.6.1 ALCANCES	28
1.6.2 LIMITACIONES	29
1.7 DELIMITACIONES	29
1.7.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL	29
1.7.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL	29
1.7.3 DELIMITACIÓN CONCEPTUAL	30
2. REFERENTES TEÓRICOS	31
2.1 ANTECEDENTES	31

2.2	MARCO TEÓRICO	31
2.3	MARCO CONCEPTUAL	40
2.4	MARCO CONTEXTUAL	42
2.5	MARCO LEGAL	43
3.	DISEÑO METODOLÓGICO	44
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	44
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	44
3.3	INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	44
3.3.1	FUENTES PRIMARIAS	44
3.3.2	FUENTES SECUNDARIAS	44
3.4	TÉCNICAS DE ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	45
3.5	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	45
4.	ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS	46
4.1	CONCEPTO GENERAL	46
4.1.1	EL ANÁLISIS DE RIESGOS COMO PROCESO PARTICIPATIVO	46
4.1.2	PARTES PRINCIPALES DE UN ANÁLISIS DE RIESGOS	47
4.1.2.1	EVALUACIÓN DE AMENAZAS	47
4.1.2.2	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	48
4.1.2.3	EVALUACIÓN DEL RIESGO	48
4.1.3	FACTORES DE AMENAZA Y FACTORES DE RIESGO	50

4.1.4	MEDIDAS Y TIPOS DE RIESGO	52
4.2	MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS	52
4.3	EVALUACIÓN CUALITATIVA DE RIESGOS	54
4.3.1	EVALUACIÓN DE AMENAZAS	54
4.3.1.1	METODOLOGÍA GENERAL PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZAS	54
4.3.1.2	ESTIMACIÓN DE PROBABILIDADES DE OCURRENCIA DE LOS EVENTOS	57
4.3.1.3	VALORACIÓN DEL GRADO DE AMENAZA O PELIGROSIDAD	58
4.3.2	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	69
4.3.3	EVALUACIÓN DEL RIESGO	70
4.3.4	INFORME FINAL	71
4.3.5	PLAN DE REDUCCIÓN DE DESASTRES	72
5.	MOVIMIENTOS EN MASA	73
5.1	CONCEPTO GENERAL	73
5.2	PARÁMETROS Y PROCESOS DE INESTABILIDAD	75
5.2.1	PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN EL MOVIMIENTO MASAL	76
5.2.2	PROCESOS QUE FACILITAN EL MOVIMIENTO DE MASAS	76
5.3	CAUSAS Y FACTORES DE LA INESTABILIDAD	78
5.4	EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD	80
5.4.1	RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS	80

5.4.2 FALLA EN TALUDES DE SUELO	81
5.5 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE MASAS	82
5.5.1 CLASIFICACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS MASALES	82
5.5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MOVIMIENTOS MASALES	84
5.5.2.1 DESPLAZAMIENTO EN MASA O PROCESOS GRAVITACIONALES (PG)	84
5.5.2.2 TRANSPORTE EN MASA O PROCESO HIDROGRAVITACIONAL (PHG)	91
5.5.2.3 OTROS TIPOS DE MOVIMIENTO	92
5.6 IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA	105
5.7 EVALUACIÓN DE MOVIMIENTOS MASALES	108
6. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE AMENAZAS DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA	110
6.1 RECOPIACIÓN, SELECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN BÁSICA	112
6.2 OBSERVACIÓN E IDENTIFICACIÓN EN CAMPO (MODELO GEOLÓGICO)	112
6.3 ADQUISICIÓN, ANÁLISIS Y AUTOMATIZACIÓN DE DATOS	114
6.4 PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	115
7. RECOPIACIÓN, SELECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN BÁSICA	120
7.1 ASPECTOS GENERALES DE LA ZONA	120
7.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	120

7.1.2	VÍA DE ACCESO	121
7.1.3	HIDROLOGÍA	121
7.1.4	FISIOGRAFÍA	122
7.1.5	CLIMA Y VEGETACIÓN	123
7.1.5.1	CLIMA	123
7.1.5.2	VEGETACIÓN	124
7.2	MODELO GEOLÓGICO	125
7.2.1	GEOLOGÍA REGIONAL	125
7.2.1.1	ESTRATIGRAFÍA	125
7.2.1.2	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	129
7.2.2	GEOLOGÍA LOCAL	131
8.	OBSERVACIÓN E IDENTIFICACIÓN EN CAMPO	133
8.1	CONDICIONES ACTUALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	133
8.1.1	IDENTIFICACIÓN DE LOS SITIOS DE BOCAMINA	133
8.1.2	DESCRIPCIÓN DE LAS LABORES MINERAS	134
8.1.2.1	UBICACIÓN	134
8.1.2.2	HISTORIA	134
8.1.2.3	ESTADO ACTUAL	136
8.1.2.3.1	BOCAMINA 1 – MINA COOPSELVA 2A	136
8.1.2.3.2	BOCAMINA 2 – MINA COOPSELVA 1	143
8.1.2.3.3	BOCAMINA 3 – MINA COOPSELVA 2	150

8.1.3	SERVICIOS MINEROS	154
8.1.3.1	DESAGÜE	154
8.1.3.2	SOSTENIMIENTO	155
8.1.3.3	VENTILACIÓN	156
8.1.4	IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA EN LA ZONA	157
9.	ADQUISICIÓN, ANÁLISIS Y AUTOMATIZACIÓN DE DATOS	170
9.1	MUESTRAS DE GEOMATERIALES	170
9.2	DATOS ESTRUCTURALES	170
9.3	ENSAYOS DE LABORATORIO	172
9.4	MODELO GEOMECÁNICO	176
9.4.1	CARACTERIZACIÓN DE GEOMATERIALES	177
9.4.2	CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO	179
9.5	ANÁLISIS DE RELACIONES TENSO-DEFORMACIONALES	189
9.5.1	CRITERIO DE ROTURA	190
9.5.2	ANÁLISIS TENSIONAL	191
9.5.3	APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DE BIENIAWSKI Y BARTON EN LA SECCIÓN DE LOS MACIZOS ROCOSOS QUE EMBEBEN LA BOCAMINA DE LOS TÚNELES	192
9.5.4	CLASIFICACIÓN DE ROCAS PARA EL DISEÑO DE PORTALES PROPUESTO POR ROGERS Y HAYCOCKS (1989 A)	195
9.5.5	MODELO DE TERZAGHI (ROCK LOAD FACTOR)	202

9.6 OBSERVACIONES SOBRE LAS RECOMENDACIONES PARA EL REDIMENSIONAMIENTO DE EMBOQUILLES PROPUESTAS POR ROMANA	206
9.6.1 PARTICIÓN DE LA SECCIÓN	206
9.6.2 PARAGÜAS DE EMBOQUILLE	207
9.6.3 BULONES EN EL TALUD FRONTAL	209
9.6.4 HORMIGÓN PROYECTADO EN EL TALUD FRONTAL	210
9.6.5 RED DE PROTECCIÓN SOBRE EL TALUD FRONTAL	211
9.6.6 MALLAZO	212
9.6.7 VISERAS DE PROTECCIÓN	212
9.6.8 DRENAJE DEL TALUD FRONTAL	213
9.6.9 PERFILADO DE LA ZONA SUPERIOR DEL TALUD FRONTAL	213
10. PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	215
10.1 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ÁREA	215
10.2 ANÁLISIS DE AMENAZAS	219
10.3 ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS	232
10.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	234
11. CONCLUSIONES	240
12. RECOMENDACIONES	245
BIBLIOGRAFÍA	250

