



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



## RESUMEN TESIS DE GRADO

**AUTOR (ES):**

**NOMBRE (S):** ELIANA MARÍA **APELLIDOS:** ARDILA MONTAÑEZ  
**NOMBRE (S):** HERMES ALEXIS **APELLIDOS:** CRUZ CHACÓN

**FACULTAD:** INGENIERÍA

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA DE MINAS

**DIRECTOR:**

**NOMBRE (S):** CARMEN EMILSE **APELLIDOS:** ARÉVALO

**TITULO DE LA TESIS:** EVALUACIÓN DEL SOSTENIMIENTO DE LA MINA LA RINCONADA UNO PARA LA DISMINUCIÓN DE ACCIDENTES POR CAÍDA DE ROCA

**RESUMEN:**

Se realizó un diagnóstico del sostenimiento empleado en La Rinconada Uno, en las labores de preparación y explotación del nivel 2, analizando las condiciones actuales del sistema de sostenimiento que se implementa. Igualmente, se recolectó información topográfica (externa e interna) y geológica determinando las características geomecánicas y geológicas del macizo rocoso. Por ultimo, se identificaron las variables que intervienen en el proceso de evaluación formulando una propuesta en las labores de preparación y explotación del nivel 2, mediante la aplicación de parámetros técnicos para calcular el sostenimiento.

Palabras clave: evaluación, sostenimiento, mina, disminución, accidentes.

**CARACTERÍSTICAS:**

**PAGINAS:** 201

**PLANOS:**

**ILUSTRACIONES:**

**CD-ROM:** 1

EVALUACIÓN DEL SOSTENIMIENTO DE LA MINA LA RINCONADA UNO PARA  
LA DISMINUCIÓN DE ACCIDENTES POR CAÍDA DE ROCA

ELIANA MARÍA ARDILA MONTAÑEZ  
HERMES ALEXIS CRUZ CHACÓN

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

EVALUACIÓN DEL SOSTENIMIENTO DE LA MINA LA RINCONADA UNO PARA  
LA DISMINUCIÓN DE ACCIDENTES POR CAÍDA DE ROCA

ELIANA MARÍA ARDILA MONTAÑEZ  
HERMES ALEXIS CRUZ CHACÓN

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

Director  
CARMEN EMILSE ARÉVALO  
Ingeniero de Minas

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS 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, 24 de mayo de 2013 HORA: 4:00 p.m.

LUGAR: LABORATORIO EMPRESARIAL

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA DE MINAS

TITULO DE LA TESIS: "EVALUACION DEL SOSTENIMIENTO DE LA MINA LA RINCONADA UNO PARA LA DISMINUCION DE ACCIDENTES POR CAIDA DE ROCA".

**JURADOS:** Ing. ALVARO PEDROZA ROJAS  
Ing. MARCELINO ASCENCIO  
Lic. JORGE GARCIA

**ENTIDAD:** U. F. P. S.  
**ENTIDAD:** U. F. P. S.  
**ENTIDAD:** U. F. P. S.

**DIRECTOR:** Ing. CARMEN EMILSE AREVALO

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACION		
		NUMERO	LETRA	(A) (M) (L)
ELIANA MARIA ARDILA MONTAÑEZ	0180625	3,5	TRES, CINCO	APROBADO
HERMES ALEXIS CRUZ CHACON.	0180693	3,5	TRES, CINCO	APROBADO

OBSERVACIONES:

FIRMA DE LOS JURADOS:

Vº. Bº.

COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	20
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.3 JUSTIFICACIÓN	21
1.4 OBJETIVOS	22
1.5 DELIMITACIONES	22
2. REFERENTES TEÓRICOS	26
2.1 ANTECEDENTES	26
2.2 MARCO TEÓRICO	26
2.3 MARCO LEGAL	26
3. METODOLOGÍA	28
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	28
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	28
3.3 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	28
3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS	29
4. ASPECTOS GENERALES	30
4.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA Y CARACTERÍSTICAS DE BOCHALEMA	30
4.2 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	32

4.3 LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO	32
4.4 RASGOS FISIOGRÁFICOS	33
4.5 CLIMA Y VEGETACIÓN	33
4.6 HIDROGRAFÍA	33
4.7 TOPOGRAFÍA INTERNA DE LA MINA	34
4.8 TOPOGRAFÍA EXTERNA	34
5. GEOLOGÍA	38
5.1 GEOLOGÍA REGIONAL	38
5.2 GEOLOGÍA LOCAL	44
5.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	45
5.3.1 Análisis cinemático de acuerdo a los datos estructurales tomados en campo	47
5.4 CALIDAD DE LOS MANTOS DE CARBÓN	51
6. CONDICIONES ACTUALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	53
6.1 LABORES MINERAS	53
6.1.1 Labores de acceso	53
6.1.2 Labores de preparación	54
6.1.3 Labores de explotación	54
6.2 SERVICIOS MINERO	54
6.2.1 Ventilación	54
6.2.2 Sistema de desagüe	54
6.2.3 Sostenimiento de servicios mineros	55
6.2.4 Alumbrado y señalización	56

7. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SOSTENIMIENTO DEL NIVEL 2	58
7.1 GENERALIDADES	58
7.2 DISTANCIA ENTRE PUERTAS	59
7.3 CONDICIONES DE HUMEDAD	73
7.4 CONDICIONES DE TEMPERATURA	75
7.5 GENERALIDADES SOBRE EL SOSTENIMIENTO DE MINAS	79
7.5.1 Sostenimiento de minas	79
7.5.2 Exigencias técnicas	79
7.5.3 Exigencias de producción	79
7.6 MATERIALES DE SOSTENIMIENTO	80
7.7 LA MADERA Y SUS COMPOSICIONES	80
7.8 CARACTERÍSTICAS INGENIERILES DE LA MADERA EMPLEADA EN LAS MINAS	81
7.9 EL AGUA COMO COMPONENTE DE LA MADERA	82
7.9.1 Defectos de la madera	82
8. SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE	85
8.1 RIESGOS DE ACCIDENTES EN INTERIOR DE LA MINA	85
8.1.1 Causas de accidentes	89
8.1.2 Prevención de accidentes por caída de rocas	92
9. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO - MINA LA RINCONADA - NIVEL 2	93
9.1 ANÁLISIS DE LOS DIAGRAMAS DE FRACTURAMIENTO Y DE DISCONTINUIDADES	93

9.1.1 Diagramas de fracturas y análisis de las discontinuidades	94
9.2 MODELO GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO	97
9.2.1 Determinación del índice de calidad de roca (RQD)	98
9.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA ROCA	100
9.3.1 Propiedades físicas	100
9.3.2 Propiedades mecánicas	102
9.4 CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO	108
9.4.1 Clasificación geomecánica del macizo rocoso según Bieniawski, Método RMR	109
9.4.2 Índice de calidad de los túneles (NGI)	112
9.4.3 Correlaciones	114
9.4.4 Criterio de rotura Hoek-Brown	115
10. EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD MINA LA RINCONADA - NIVEL 2	118
10.1 CAPACIDAD PORTANTE DE LA ROCA DE TECHO	118
10.2 CARGAS ACTUANTES	118
10.2.1 Profundidad del túnel	118
10.2.2 Cálculo de los esfuerzos litostáticos (verticales y horizontales) y del coeficiente de empuje lateral de tierra (k)	118
10.2.3 Cálculo de los esfuerzos en los límites de la excavación	121
10.2.4 Cálculo de la altura a la cual se fractura la roca de techo o altura de carga	122
10.2.5 Cálculo de la carga de roca a soportar por el sostenimiento	125
11. PROPUESTA PARA MEJORAR EL SISTEMA DE SOSTENIMIENTO ACTUALMENTE IMPLEMENTADO EN LA MINA LA RINCONADA 1 NIVEL 2	127

11.1 CÁLCULO DEL SOSTENIMIENTO PARA LAS LABORES DE EXPLOTACIÓN	127
11.2 RESISTENCIA DE LA MADERA	127
11.2.1 Resistencia a la compresión de la madera paralela a su fibra	127
11.2.2 Factores que influyen en la resistencia a la compresión de la madera	129
11.2.3 Ensayo de resistencia a la compresión inconfiada	129
11.2.4 Resistencia a la flexión estática de la madera	135
11.3 CÁLCULO DEL SOSTENIMIENTO PARA LAS SOBREGUÍAS	139
11.3.1 Cálculo del diámetro del cápiz	142
11.3.2 Cálculo del diámetro de palanca	144
11.4 CÁLCULO DEL SOSTENIMIENTO PARA LOS TAMBORES Y LOS FRENTES DE DESCUÑE	148
11.4.1 Cálculo del sostenimiento para los tambores	148
11.4.2 Cálculo del sostenimiento para los frentes de explotación	152
11.5 APLICACIÓN DEL LAS CLASIFICACIONES GEOMECAÑICAS EN EL CÁLCULO DEL SOSTENIMIENTO	155
11.5.1 Aplicación del RMR	156
12. CONCLUSIONES	158
13. RECOMENDACIONES	160
BIBLIOGRAFÍA	162
ANEXOS	164