



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN – TESIS DE GRADO

AUTORES: JOHANNS RICARDO VALDES EUSE
FABIO ANDRES SOLER ALVARADO

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE MINAS

DIRECTOR: GUSTAVO ASDRUBAL MEJIA URON

TITULO DE LA TESIS: DISEÑO DEL SISTEMA DE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO DE LA MINA DE ARCILLA LOS VADOS, MUNICIPIO LOS PATIOS, N.S.

RESUMEN

En el siguiente trabajo se elaboró el estudio geomecánico del macizo rocoso donde se encuentra localizado el área de concesión; se determinaron las propiedades físicas de las arcillas, se diseñó el método de explotación más apropiado para la mina teniendo en cuenta cada uno de los factores estudiados; se realizó el diseño de escombreras en el área de estudio. Además se identificaron los impactos ambientales y se propusieron las medidas necesarias para prevenir, mitigar, compensar o restaurar la flora, fauna, suelo, aire, agua, por impactos generados durante la actividad minera.

CARACTERISTICAS

PAGINAS_314_ PLANOS_8_ ILUSTRACIONES ___ CD-ROM_1_

**DISEÑO DEL SISTEMA DE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO DE LA MINA
DE ARCILLA LOS VADOS, MUNICIPIO LOS PATIOS, N.S.**

**JOHANNES RICARDO VALDES EUSE
FABIO ANDRES SOLER ALVARADO**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTADER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE MINAS
SAN JOSE DE CUCUTA
2008**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO DE LA MINA
DE ARCILLA LOS VADOS, MUNICIPIO LOS PATIOS, N.S.**

**JOHANNES RICARDO VALDES EUSE
FABIO ANDRES SOLER ALVARADO**

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

**Director
GUSTAVO ASDRUBAL MEJIA URON
Ingeniero en Minas**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTADER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE MINAS
SAN JOSE DE CUCUTA
2008**



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

ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Cúcuta, 09 de mayo de 2008 HORA: 4:00 p.m.

LUGAR: AUDITORIO CREAD

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA DE MINAS

TITULO DE LA TESIS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO DE LA MINA DE ARCILLA LOS VADOS, MUNICIPIO DE LOS PATIOS, N.S."

JURADOS: Ing. EGDY HERNANDO FLOREZ
Geo. SANDY MARCELO PARRA
Lic. ANA MILENA GOMEZ SOTO

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

DIRECTOR: Ing. ASDRUBAL MEJIA URON

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES	CODIGO	CALIFICACIÓN		
		NUMERO	LETRA	(A) (M) (L)
JOHANNNS VALDES EUSE	0180612	4.3	Cuatro, tres	APROBADA

OBSERVACIONES:

FIRMA DE LOS JURADOS:

Vº. Bº.

COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

A mi madre, Martha Euse Cardona por ser la persona más especial en mi vida, inculcándome valor, fortaleza, honestidad y brindándome su amor incondicional en todos los momentos con el único propósito de ayudarme a terminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mi padre, Luis Horacio Valdés; por brindarme la fuerza, comprensión e impulsarme cada día a culminar las metas que proponga en mi vida.

A mi hermana Yaneth Valdés Euse y sobrinos quienes con su fe y confianza, me dieron fortaleza en los momentos que más necesite para lograr mis sueños.

A todos mis familiares y amigos que de una u otra forma me apoyaron en los momentos buenos y difíciles.

Johanns Valdes Euse

El apoyo, los consejos, los buenos deseos, y la confianza son fundamentales para seguir adelante por el camino que emprendo hoy en mi vida; por eso la dedicatoria y los agradecimientos son para mis padres, Alfonso Soler, Martha Alvarado, familia y amigos.

Fabio Andrés Soler Alvarado

AGRADECIMIENTOS

Los autores del trabajo expresan sus agradecimientos a:

La Universidad Francisco de Paula Santander, por la formación académica recibida.

Gustavo Asdrúbal Mejía Urón, Ingeniero en Minas, Director del trabajo, por su dedicación y orientación a la hora de realizar el trabajo de grado.

Rafael Rincón, Ingeniero de Minas y Geólogo, por el aporte de sus valiosos conocimientos para lograr el desarrollo del actual trabajo.

Pablo Albarracín, jefe de explotación en la mina Los Vados, por su apoyo y asesoría prestados durante la ejecución del trabajo.

Daniel Gelvez, administrador del Tejar Los Vados, por su atención, paciencia y gestiones para lograr los aportes económicos para la ejecución del trabajo.

Cecilia Hernández, Ingeniera de Minas, por las asesorías prestadas durante el desarrollo del trabajo.

Maria Del Pilar Rey, Ingeniera de Minas, por el aporte de sus conocimientos para el mejoramiento del trabajo.

A la empresa Tejar Los vados, por depositar en nosotros su apoyo, colaboración, confianza, especialmente a Jesús Ernesto Gelvez Albarracín, propietario de la mina de arcilla Los Vados.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	36
1. GENERALIDADES	38
1.1 ASPECTO GEOGRAFICO	38
1.1.1 Localización	38
1.1.2 Municipio de Los Patios	39
1.1.3 Acceso	43
1.2 SITUACION JURIDICA	44
1.3 COMPONENTE GEOSFERICO	44
1.3.1 Geología	44
1.3.2 Geología estructural	53
1.3.3 Geomorfología	53
1.3.4 Suelo	54
1.4 COMPONENTE HIDRICO	56

1.5 COMPONENTE ATMOSFERICO	56
1.6 COMPONENTE BIÓTICO	57
1.6.1 Vegetación	57
1.6.2 Fauna	58
1.7 COMPONENTE SOCIO-ECONOMICO	59
1.8. TOPOGRAFIA	60
1.8.1 Equipos utilizados para realizar la topografía	60
2. GEOLOGIA ECONOMICA	63
2.1 RESERVA	63
2.1.1 Estimación de las reservas de mineral	63
2.1.2 Determinación de parámetros	64
2.2.3 Tipos y categorías de reservas	64
2.2.4 Métodos para el cálculo de reservas	66
2.2.5 Procedimiento	67
2.3 VIDA UTIL DE LA MINA	69

3. CARACTERIZACION FISICOCERAMICAS DE LAS ARCILLAS	72
3.1 PROPIEDADES DE LAS ARCILLAS	72
3.1.1 Origen	72
3.1.2 Composición mineralógica	72
3.1.3 Análisis químico	73
3.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y TECNOLÓGICA	74
3.2.1 Propiedades físico-cerámicas	75
3.3 ANALISIS FISICO CERAMICO DE LA MINA DE ARCILLA LOS VADOS	80
3.3.1 Muestreo	82
3.3.2 Análisis granulométrico	83
3.3.3 Análisis granulométrico - método del hidrometro	84
3.3.4 Análisis de plasticidad	90
3.3.5 Análisis de límite de contracción	96
4. CLASIFICACION GEOMECANICA	101
4.1 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL RMR	102

4.1.1 Resistencia de la roca inalterada	102
4.1.2 RQD. Índice de calidad de la roca	106
4.1.3 Condiciones de las discontinuidades	107
4.1.4 Presencia de agua	109
4.2 VALORACIÓN GENERAL DEL MACIZO ROCOSO	110
4.2.1 Clasificación de parámetros y rangos de valores	110
4.2.2 Ajuste de valores por orientación de las juntas	112
4.2.3 Determinación de la clase del macizo rocoso	112
4.2.4 Significado de las clases de macizos rocosos	112
4.3 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICO	114
5. ELECCION DEL METODO DE EXPLOTACION	118
5.1 PARÁMETROS PARA LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN	119
5.2 MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO	119
5.2.1 Cortas	121
5.2.2 De cajón o descubiertas	121

5.2.3 Terrazas	122
5.2.4 Contornos	122
5.2.5 Gravera	123
5.2.6 canteras	123
5.3 METODOS DE EXPLOTACION APLICABLES AL YACIMIENTO	124
5.4 FACTORES PARA LA SELECCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	125
5.4.1 Características geológicas y físicas del yacimiento	125
5.4.2 Factor técnico-económico	128
5.4.3 Factor social y ambiental	128
5.5 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	130
5.5.1 Ventajas y desventajas del método de explotación seleccionado	132
5.6 SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO	134
5.6.1 Selección del sistema de explotación	135
5.7 OPERACIONES BASICAS	137

5.8 INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA	137
6. PLANEAMIENTO Y DISEÑO DE LA EXPLOTACIÓN	138
6.1 DISEÑO DE BANCOS	138
6.1.1 Elementos de diseño	138
6.1.2 Parámetros geométricos para el diseño de los bancos	139
6.2 DISEÑO DE LOS TALUDES DE EXPLOTACIÓN	145
6.2.1 Determinación de los parámetros geométricos de los taludes	145
6.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	151
6.3.1 Estudios previos e identificación de tipos de rotura	152
6.3.2 Representación estereográfica de las discontinuidades	153
6.4 ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LAS DISCONTINUIDADES	156
6.5 METODOS DE CÁLCULO DE ESTABILIDAD DE TALUDES	159
6.5.1 Clasificación de los métodos de cálculo	159
6.6 METODOS DE EVALUACION	162
6.6.1 Rotura planar	162

6.6.2 Rotura circular	162
6.6.3 Rotura por cuñas	163
6.7 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES POR MEDIO DEL SOFTWARE WEDGE FAILURE ANÁLISIS MODULE VERSIÓN 2-1	164
6.8 FACTOR DE SEGURIDAD EN LA ESTABILIDAD DE LA EXPLOTACION	168
6.8.1 Calculo de factor de seguridad de la explotación por medio del método de Jambu y Bishop	169
6.9 DISEÑO DE LA ESCOMBRERA	172
6.9.1 Selección del área para escombreras	172
6.9.2 Ocultación de la escombrera	174
6.9.3 Evaluación del área seleccionada	175
6.9.4 Análisis de los estériles a manejar en el área	176
6.9.5 Método de disposición de estériles	177
6.9.6 Diseño de la escombrera	178
6.9.7 Análisis de estabilidad	179
6.10 EVALUACIÓN DE LA MECANIZACIÓN PARA LA MINA LOS VADOS	183

6.10.1 Criterios básicos que intervienen en la selección de los equipos	183
6.10.2 Cálculo de rendimiento	188
6.11 DESCRIPCIÓN Y ADECUACIÓN DE LA MINA LOS VADOS	197
6.11.1 Adecuación de vías de acceso	198
6.11.2 Labores mineras	198
6.11.3 Adecuación del patio de almacenamiento	201
6.11.4 Adecuación de las instalaciones de campamento	201
6.12 ADMINISTRACIÓN DE LA MINA LOS VADOS	201
6.12.1 Organización administrativa	201
6.12.2 Programa de mantenimiento de equipos	202
6.12.3 Recursos	202
6.13 SALUD OCUPACIONAL	204
6.13.1 Objetivos del programa de salud ocupacional	205
6.13.2 Política de salud ocupacional	206
6.13.3 Organización de la salud ocupacional	207

6.13.4 Estructura orgánica de la salud ocupacional	207
6.13.5 Descripción de los principales factores de riesgos presentes en minería	208
6.13.6 Consecuencias de los factores de riesgos	210
6.13.7 Programa de higiene industrial	211
6.13.8 Programa de seguridad industrial	212
6.13.9 Programas primeros auxilios y servicios médicos	213
6.14 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES MINERAS	214
7. MANEJO AMBIENTAL	215
7.1 GENERALIDADES	215
7.2 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS Y SU CALIFICACIÓN	216
7.2.1 Clase (C)	216
7.2.2 Presencia (P)	216
7.2.3 Duración (D)	216
7.2.4 Evolución (E)	216
7.2.5 Magnitud (M)	216

7.2.6 La Calificación Ambiental (Ca)	217
7.2.7 Matriz de impactos ambientales en la minería a cielo abierto (MCC)	218
7.3 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO BIOFÍSICO	219
7.3.1 Impactos sobre la atmósfera	219
7.3.2 Impactos sobre el agua	220
7.3.3 Impactos sobre el suelo	221
7.3.4 Impactos sobre la flora	222
7.3.5 Impactos sobre la fauna acuática y terrestre	224
7.3.6 Impactos sobre el paisaje	225
7.4 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO SOCIAL	226
7.4.1 Impactos población	226
7.4.2 Impactos a la salud	227
7.5 PLAN DE MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL MEDIO BIOFISICO, SOCIECONOMICO Y CULTURAL	228
7.5.1 Manejo ambiental de material particulado y gases	229
7.5.2 Manejo ambiental del incremento en los niveles de ruido	230

7.5.3 Manejo ambiental de aguas lluvia	231
7.5.4 Manejo ambiental de aguas residuales mineras	232
7.5.5 Manejo ambiental del suelo	235
7.5.6 Manejo ambiental fauna y flora	236
7.5.7 Manejo ambiental paisajístico	238
7.5.8 Manejo ambiental socio económico y cultural	242
7.6 PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	244
7.6.1 Programa de salud ocupacional	244
7.6.2 Programa de higiene industrial	245
7.7 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	245
7.7.1 Objetivos	246
7.7.2 Actividades a desarrollar	246
7.8 INTERVENTORÍA AMBIENTAL	246
7.8.1 Informes de avance y cumplimiento	247
7.9 CIERRE Y ABANDONO DE MINA	247

7.9.1 Criterios fundamentales para el cierre	248
8. EVALUACION ECONOMICA	251
8.1 RESUMEN DE COSTOS DE PRODUCCION	251
8.2 COSTOS DE CAPITAL E INVERSIONES	252
8.2.1 Inversiones existentes	252
8.2.2 Inversiones a realizar	252
8.3 COSTOS DE OPERACIÓN	253
8.3.1 Costos directos o fijos	253
8.3.2 Costos indirectos o variables	253
8.3.3 Costos generales	253
8.4 FACTOR DE AGOTAMIENTO	253
8.5 COSTOS DE CAPITAL	254
8.5.1 Depreciación	254
8.5.2 Amortización	255
8.5.3 Capital de trabajo	255

8.6 COSTO POR TONELADA	255
8.7 ANALISIS FINANCIERO	256
8.7.1 Flujo de caja	257
8.7.2 Relación beneficio / costos	257
8.7.3 Punto de equilibrio	257
9. CONCLUSIONES	259
10. RECOMENDACIONES	262
BIBLIOGRAFÍA	263
ANEXOS	264