

FACTORES A TENER EN CUENTA PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LAS EXCAVACIONES ABANDONADAS DE LA MINA CROMITA CON VISTAS A SU EMPLEO CON FINES PATRIMONIALES.

Prof. Dr. Roberto Watson Quesada
Prof. Dr. Roberto Blanco Torrens

Departamento de Minería
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
Las Coloradas s/n. Moa. Cuba

RESUMEN

La mina Cromita cerro sus actividades desde la década de los ochenta, sus excavaciones en el nivel principal alcanzan una longitud aproximada de 1200 m. Esta mina se estudia para su valorización como patrimonio de la minería del Cromo en Moa.

Para garantizar la seguridad en las excavaciones es necesario evaluar su estabilidad tomando en consideración los múltiples aspectos que impactan la estabilidad de un macizo laboreado y abandonado entre los que tenemos: Sus características geomecánicas antes y después del laboreo, las características reológicas del macizo, la influencia de las zonas de arranque.

En el trabajo se ofrecen la valoración de las excavaciones que requieren trabajos de estabilización y se establecen los factores para valorar la estabilidad y decidir la factibilidad de estabilizar.

Introducción.

La mina subterránea, Cromita, fue construida en la década del 50, su explotación llega hasta finales de los años 70, en que es abandonada al agotarse las reservas de Cromo.

La Empresa Cromo Moa ha encargado al Departamento de Minas del ISMM la investigación de sus instalaciones y excavaciones con vistas a inventariar y categorizar cuales tienen valor patrimonial y a la vez diagnosticar el estado y los trabajos a realizar para la conservación y su puesta en uso.

Teniendo en cuenta que esta mina ha estado abandonada por más de 25 años sin ninguna atención, sus excavaciones pueden constituir factores de riesgo por su estado actual (fortificación en mal estado, sectores con fortificación propensas al derrumbe etc, en particular las ubicadas en zonas cercanas a las cámaras explotadas sobre el nivel principal en las que se produjo una alta concentración de tensiones.

Por ello para cumplimentar el objetivo de acondicionar y elegir el sostenimiento adecuado para las excavaciones de esta mina, con vistas a poner en valor su patrimonio minero se analizan un grupo de factores que se consideran fundamentales para las condiciones actualmente existentes en esta mina.

Antecedentes

La mina Cromita se encuentra en la parte Noreste de la provincia de Holguín, en el municipio Moa, a 10 KM de Punta Gorda. Situada en la margen derecha del río Cayoguan, en la ladera de una montaña, cuya cima rebasa los 380 m sobre el NMM.[2, 3, 4, 9]

En la década del 50 comenzaron a realizarse los trabajos subterráneos, con el empleo de socavones llegándose a construir 8 en las cotas 79, 110, 125, 140, 150, 166, 176, y 196. En la actualidad, luego de una inspección es posible afirmar que se encuentran abiertos los socavones 2 y 3 ubicados en las cotas 150 y 79. [3, 4 .9]

El socavón 3 es la entrada principal a la mina y se comunica con el 2 por medio de un contrapozo inclinado, que parte desde su final de manera que se garantiza una segunda entrada y salida a la mina. La mina cuenta con un conjunto de galerías horizontales que fueron laboreadas con fines de exploración y explotación.

El socavón 3 fue utilizado para la extracción de los cuerpos cromítico ubicado debajo de la cota 150, el socavón 2 permitió extraer las reservas que encontraban entre las cotas 176 y 150.

La ubicación de ambas excavaciones garantiza mediante la red de galerías, la explotación de las cámaras ubicadas por encima y por debajo de ellas. Esto hace que el estado tensional que se produce en el sector (Presión de cámaras y de las galerías que interceptan los socavones) sea de especial interés por la posibilidad de que se produzcan altas concentraciones de tensiones y sea afectada la estabilidad. [2, 3,7, 9]. Ver figura # 1

Trabajos de Campo y Laboratorio

Se han realizado numerosas visitas a la mina y a partir de los resultados de su inspección visual se conforma la tabla # 1; donde se dan los parámetros principales de sus excavaciones.

Se realiza también el estudio del agrietamiento del macizo y se valora a priori el estado del macizo y la ocurrencia de derrumbes en el periodo que lleva abandonada la mina. Se determina la afluencia de agua, aspecto este que en general se manifiesta poco. Estos y otros resultados obtenidos de estos trabajos "In Situ" se ofrecen en la tabla # 2. En tanto las propiedades de las rocas fueron determinadas en los laboratorios del ISMM. La confiabilidad de los resultados obtenidos se considera superior al 85 %. Estos se ofrecen en la tabla # 3

Para esta investigación se desarrollan trabajos de gabinete, trabajos de campo, investigaciones de laboratorio.

Tabla # 1. Parámetros de las excavaciones

Tipo de excavación	Año de laboreo	Longitud (m)	Forma de la sección	Área de la Sección (m ²)	Función
Socavón #3	1961	435	Techo abovedado con paredes rectas	5,8	Transporte
Galería S-1	1961	70	Iden.	4,6	Exploración
Galería S-2	1961	85	Iden	4,6	Transporte
Galería S-3	1961	80	Iden	4,6	Transporte
Galería S-4	1973	145	Iden	4,6	Exploración
Galería Sur	1961	83	Iden	4,6	Exploración
Galería Norte	1961	138	Iden	5,4	Transporte
Galería N-2	1966	55	Iden	4,6	Transporte
Galería N-3	1973	55	Iden	4,6	Exploración
Galería N-4	1973	87	Iden	4,6	Exploración
Socavón # 2	1954	260	Trapezoidal	4,8	Transporte
Galería Este	1954	213	Trapezoidal	4,6	Exploración
Galería de Ventilación	1956	50	Trapezoidal	4,4	Ventilación

Tabla # 2. Estado Actual de las excavaciones

Tipo de excavación	Estado de las rocas	Estado de la fortificación	Agrietamiento	Derrumbes	Afluencia de agua
Socavón #3	Bueno	Malo	Espaciados a tres familias de grietas	Un derrumbe de 6m de longitud	Medio, existe una cámara por debajo del nivel
Galería S-1	Bueno	No tiene	Dos familia	No	Poco
Galería S-2	Bueno	Malo, destruida 90 %	Dos a tres familias	No	Poco
Galería S-3	Bueno	No tiene	Dos familia	No	Poco
Galería S-4	Bueno	No tiene	Dos a tres familia	No	Poco

		Muy malo	Intenso	Voluminosos	Abundante
Galería Sur	Muy malo				
Galería Norte	Regular o medio	Destruida	Medio de dos familias	Escasos	poca
Galería N-2	Muy malo	Destruida	Intenso en tres familias	Voluminoso	Medio
Galería N-3	Bueno	No tiene	Dos familias espaciadas	No tiene	Poca
Galería N-4	Bueno	No tiene	Dos familias espaciadas	No tiene	Poca
Socavón # 2	Regular	Destruida	Dos a tres familias	Unos 45 m de longitud	Abundante
Galería Este	Bueno	No	Dos a tres familias	No	Poca
Galería de Ventilación	Bueno	No	Dos a tres familias	No	Poca

Tabla # 3. Propiedades físico – mecánicas de las rocas

Tipo de Roca	Masa volumétrica Kg. / m ³	Porosidad %	Resistencia a Compresión Mpa.	Coefficiente de fortaleza	Coefficiente de esponjamiento
Serpentinita	2,50	6 a 10	50 – 55	5 - 6	1,8
Peridotitas	2,65	7 a 8	60 –70	6 -7	1,6 – 1,7
Cromita	3,80	5 a 6	60 –75	6 - 8	1,4
Gabro pegmatitas	2,80	4,0 a 4,5	65 -70	7- 8	1,6 –1,7

Factores que se deben valorar para el acondicionamiento de la mina y la elección del sostenimiento.

Teniendo en cuenta la situación actual del macizo rocoso, el estado de las excavaciones y los objetivos que se persiguen con el empleo de esta mina, se considera que los factores fundamentales que deben analizarse, para definir las tareas de acondicionamiento que en ella se deben realizar (Mantenimiento de sectores dañados, ampliación de excavaciones, adecuación de otras, mejora de las condiciones de estabilidad, etc.) y elegir el sostenimiento de las excavaciones.

Análisis de estado de las excavaciones y de sus parámetros actuales.

- Valoración del estado del macizo y de sus características geoestructurales.
- Evaluación de la estabilidad actual de las excavaciones.
- Estudio del campo tensional actuante existente y del que se puede producir, en particular en los sectores de mayor posibilidad de altas concentraciones de tensiones.
- Valoración de potenciales riesgos geodinámicos.
- Trabajos de acondicionamiento en las excavaciones.

Estado y parámetros actuales de las excavaciones

Es de interés conocer las variaciones en forma y dimensiones que han sufrido las excavaciones, por la información que de ello se puede obtener en particular sobre la forma y mecanismo de acción de las cargas que han actuado sobre ellas.

Se debe analizar la ubicación de la excavación con relación a las demás excavaciones y con respecto a los principales sistemas de grietas y otras afectaciones estructurales del macizo rocoso.

Estado actual del macizo y sus características geoestructurales.

Es importante conocer el estado actual del macizo, en particular su grado de deterioro por la acción de la meteorización (en este caso, principalmente por la acción del agua y la atmósfera subterránea) para lo cual se debe valorar su pérdida de calidad y resistencia con el empleo de diferentes índices. [1, 8]

En los sectores donde se produzcan derrumbes se debe realizar una valoración para determinar el estado actual del macizo, las condiciones actuales de equilibrio y la posibilidad de que estos se manifiesten de nuevo.

Debe evaluarse el agrietamiento actual del macizo para definir el su intensidad, los principales sistemas de grietas y sus direcciones y así poder pronosticar sobre su futura incidencia sobre las excavaciones.

Todo esto es importante valorarlo en conjunto a la hora de definir cuales son los trabajos de acondicionamiento que se deben realizar y el tipo de sostenimiento que se debe elegir.

Evaluación de la estabilidad actual de las excavaciones.

Debe realizarse por excavación y en casos especiales incluso por sectores de excavación con le empleo de las denominadas " clasificaciones geomecánicas "; en los casos en que se considere necesario deben emplearse además otras vías de evaluación tales como: a partir del desplazamiento sufrido y que se puede producir en el macizo rocoso en el entorno de las excavaciones y valorando la zona de deformaciones plásticas o de roca destruida que se produce en el contorno de la excavación. [5, 6,]

Estudio del campo tensional.

En la actualidad en Mina Cromita, aparentemente, el campo tensional del macizo rocoso se encuentra en un estado de equilibrio y solo ha sido alterado en dos ocasiones, según demuestran los resultados, una vez por un dislocamiento interno del macizo (fractura geológica) y la otra por un evento sísmico, que aunque de baja intensidad (de 2 a 5 según la escala de Richter) se produjo un reacomodo en las cargas.

Atendiendo a las características complejas del macizo; las afectaciones tectónica existente y las características de la obra que se emprende es necesario realizar una valoración integral del campo tensional, definiendo y zonificando los sectores más críticos.

Para ello se recomienda emplear una combinación de métodos empíricos y geofísicos (Sísmica) y de mediciones directas, lo que permitirá obtener una información valiosa al respecto, lo que permitirá tomar las medidas adecuadas.

Riesgos geodinámicos.

La pérdida de estabilidad del macizo rocoso en la mina Cromita, se produce fundamentalmente por el desprendimiento de sectores de roca del resto del macizo.

El macizo tiene un comportamiento que oscila del rígido- plástico al elástico-plástico-heterogéneo; aunque en ocasiones se puede considerar al macizo como un medio Discreto.

A partir de lo anterior el riesgo geodinámico particularmente más probable es el derrumbe de sectores del macizo, en particular en las zonas cercanas a los anteriores frentes de arranque, lo que además puede provocar hundimientos (asentamientos) y deslizamientos en la superficie; con el peligro que esto trae consigo y la afectación del entorno.

Por ello es necesario realizar un estudio en detalle de a susceptibilidad que tienen diferentes sectores del macizo a caerse y a partir de aquí tomar las medidas adecuadas a cada caso.

Acondicionamiento de las excavaciones.

Para el acondicionamiento de las excavaciones se deben realizar un grupo de trabajos que exigen de equipamiento y en algunos casos de los trabajos de voladura.

Para estos trabajos se elaboró por los autores un grupo de medidas de seguridad que deben

ser de estricta observancia, entre ellas tenemos:

Debe realizarse el levantamiento y señalización de aquellos lugares o zonas potencialmente peligrosos por derrumbes.

En los lugares donde se han producido derrumbes o existen altas concentraciones de tensiones, se empleará la fortificación temporal durante los trabajos de acondicionamiento.

En las zonas de alta concentración de tensiones no se realizarán trabajos con explosivos y en las zonas aledañas se detonarán cargas controladas.

Se debe analizar la posibilidad de rellenar o derrumbar aquellas cámaras que presentan un estado tensional peligroso según sea el caso.

Conclusiones.

- La puesta en valor del patrimonio de la Mina Cromita es una tarea de gran importancia socio-económica para la región de Moa y permitirá ir desarrollando esta actividad a otras áreas del país.
- Teniendo en cuenta que la mina tiene más de 25 años de abandonada, sin prácticamente ningún tipo de atención, es menester realizar un estudio muy profundo y detallado de su estado actual para garantizar que los trabajos de acondicionamiento se realicen con la mayor seguridad.
- Se evalúan un grupo de factores, que se consideran los principales a la hora de definir los trabajos de acondicionamiento que se deben realizar y elegir dos variante sostenimiento a emplear.

Bibliografía.

1. ALMAGUER Y., GUARDADO R. Análisis de estabilidad en taludes a partir de la evaluación geomecánica del macizo serpentinito de Moa. Tesis de Maestría. ISMM. Moa 2001
2. ASFAW D. BLANCO R. Y WATSON R. Proyecto de construcción de un Frigorífico en las excavaciones de la Mina Cromita. Trabajo de Diploma. ISMM. Moa 1987
3. ÁVILA E. Informe de cierre de las operaciones en la mina Cromita. UGM. Moa 1980.
4. BIRNALDEL A. BLANCO R. Y WATSON R. Estudio de la excavaciones abandonadas de la Mina Cromita , con otros fines de la Economía. Trabajo de Diploma. ISMM. Moa. 1985
5. BLANCO T. R. Curso de evaluación de estabilidad, Maestría geomecánica. ISMM. Moa 1997
6. BLANCO R. SARGENTON G. WATSON R. Estabilidad de excavaciones sin fortificar . Rev. Geología y Minería Vol. VI, N° 3 , página 65 ISMM 1988.
7. BLANCO R. WATSON R. RODRÍGUEZ E. Estudio de Minas abandonadas para otros fines de la economía. Congreso Mundial de Minería. China. 1990
8. NOA R. BLANCO R. Metodología para la elección del método de arranque de las rocas en excavaciones horizontales. Tesis de Maestría. ISMM. Moa 1998
9. WATSON R. CERVANTES G. Informe de la Inspección a las excavaciones de la Mina Cromita. ISMM. Moa 2003