

Estudio del Diseño de Talud de las Escombreras Mineras para Mitigar el Impacto Ambiental por Deslizamiento

Slope Design Study of the Mining Tailings to Mitigate the Environmental Impact by Sliding

¹ Carlos Huisa Ccori, ² Zoilo Gualberto Tejada Bedoya, ³ Zenón Sarmiento Mejía

RESUMEN:

Schuster y Kockelman proponen una serie de principios generales y metodologías para la reducción de amenazas de deslizamiento utilizando sistemas de prevención, los cuales requieren de políticas del Estado y de colaboración y conciencia de la empresa Minera. La estabilización de deslizamientos activos o potencialmente inestables es un trabajo relativamente complejo, el cual requiere de metodologías de diseño y construcción. En el presente trabajo se demuestra que los botaderos de la mina Cujajone son materiales inestables tal como se ha modelado donde F.S. son menores a 01 y con el monitoreo del talud del botadero N° 05 de la zona Inchupampa el desplazamiento total, horizontal y vertical es 2.9, 3.09 y 3.9 cm/día.

Palabras Clave: escombrera, relieve, topografía, talud, geotecnia, deslizamiento, impacto ambiental

ABSTRACT:

Schuster and Kockelman, propose a set of general principles and methodologies to reduce threat sliding using prevention systems, which require of state policies, collaboration and awareness of the mining company. The stabilization of active slidings or potentially unstable is a relatively complex work, which requires of design and construction methodologies. The present study demonstrates that the dumps from Cujajone mine are unstable materials that as it has been showed where FS is lower than 01 and with the dump slope monitoring No 05 the area of Inchupampa the total displacement, horizontal and vertical is 2.9, 3.09 and 3.9 cm/day.

Keywords: dump, relief, topography, slope, geotechnical, landslide, environmental impact.

¹ Master Science en Tecnología Educativa, Ingeniero de Minas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

² Ingeniero Geólogo, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

³ Ingeniero de Minas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

I. INTRODUCCIÓN

La explotación mediante el tipo de minado a tajo o cielo abierto, esta determinado por la cantidad de material que se tiene que mover, que se inicia en la etapa de la preparación del área para la construcción del tajo, removiendo gran cantidad de material para acceder al mineral; la remoción de los volúmenes pueden demorar años antes de que la unidad entre en producción. La segunda etapa consiste en extraer el mineral junto con el desmonte que en algunas minas supera el 100% al mineral llamado riqueza o de alta ley, Todo este desmonte considerado de muy baja ley o sin valor económico que para las empresas es un gasto desfavorable mover grandes cantidades y para compensar en algo estos gastos tratan de ubicarlos en lugares más cercano al tajo buscando relieves que sean favorables en la deposición o sea favorezcan al volteo de la tolva de los camiones. Estos hechos en gran medida modifican el relieve; la topografía, y geomorfología del lugar, la dimensión del minado va determinar el grado de impacto y el cambio del paisaje producido.

En la mina Cuajone los desmontes están siendo transportados cerca al botadero Torata Este. Los botaderos están extendiéndose actualmente por simple descarga de volquetes desde la cresta resultando en capas simples de descarga con alturas de hasta 200 m.

Los botaderos futuros (y expansiones futuras de Torata Oeste y Torata Este) se construirán similarmente como capas simples de descarga para rellenar los valles. En Torata Oeste se planean tentativamente capas múltiples de 30m encima del botadero existente, para acomodar mejor la operación de lixiviación. Se asume un ángulo de reposo de 37 grados en los diseños. El desmonte proveniente del desbroce de material de la pared este durante las diferentes fases de minado se transportará en

mientras el desbroce de la pared sur utilizara el botadero Cocotea Oeste. El material lixivable se continuará enviando al botadero Torata Oeste. Cuajone Este y Torata Este tomarán el desmonte de la pared norte y oeste según los programas de desbroce. En la Figura N°01 se puede apreciar la ubicación de los botaderos.

Descripción del Problema

El cambio del paisaje se aprecia a simple vista, modificando el relieve; la topografía, y geomorfología del lugar, la dimensión del minado va determinar el grado de impacto y el cambio del paisaje producido.

Según los autores (Vaughan (1989.), Elizondo (1994), los principales impactos ambientales causados por la minería a cielo abierto son los siguientes:

Afectación de la superficie: Devasta la superficie, modifica severamente la morfología del terreno, apila y deja al descubierto grandes cantidades de material estéril, produce la destrucción de áreas cultivadas y de otros patrimonios superficiales, puede alterar cursos de aguas y formar grandes lagunas para el material descartado.

Afectación del entorno en general: Transforma radicalmente el entorno, pierde su posible atracción escénica y se ve afectado.

De esta gama de impactos nace la siguiente interrogante de investigación:

¿El diseño de la pendiente (Talud) de las pilas de desmonte podrá garantizar las medidas de seguridad preventivas, y una adecuada colocación de los materiales para mitigar el impacto ambiental?

II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

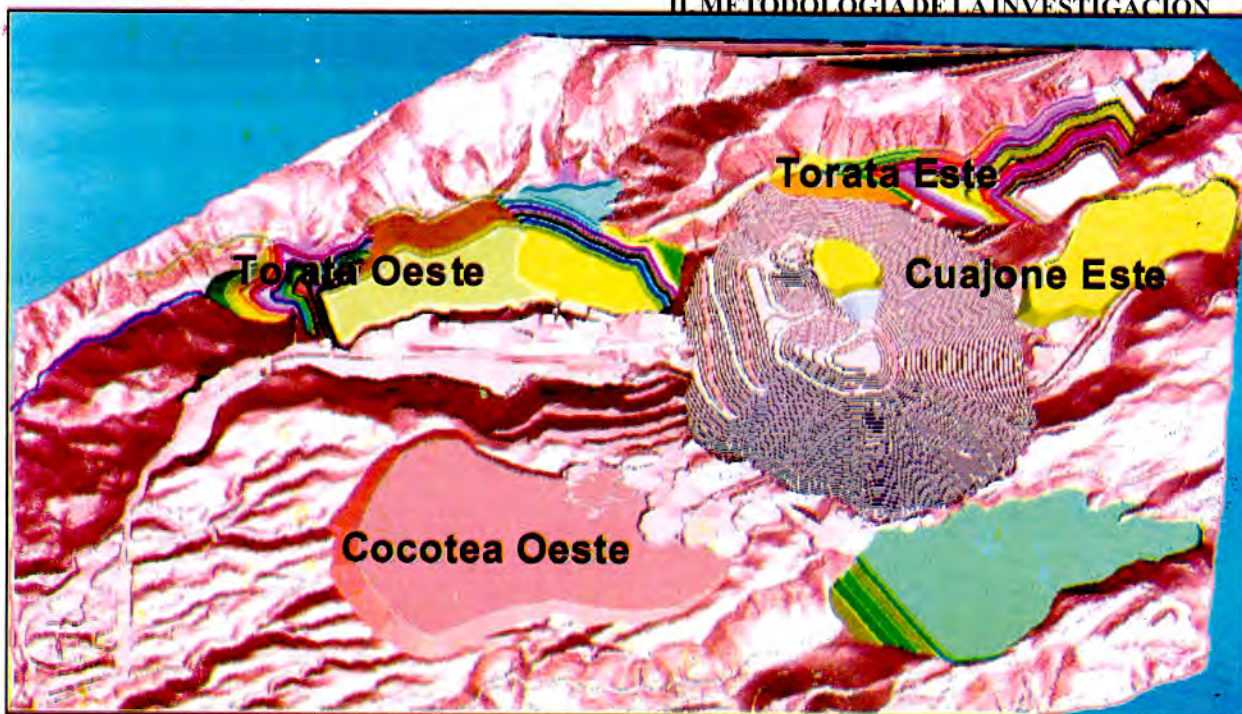


Figura N°01: Ubicación de botaderos de desmonte. Bot. Torata Oeste Este, Cuajone Este, Cocotea Este y Oeste.
Fuente: Departamento de Geología de Cuajone

II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el siguiente esquema se traduce la metodología utilizada en el presente trabajo de investigación.

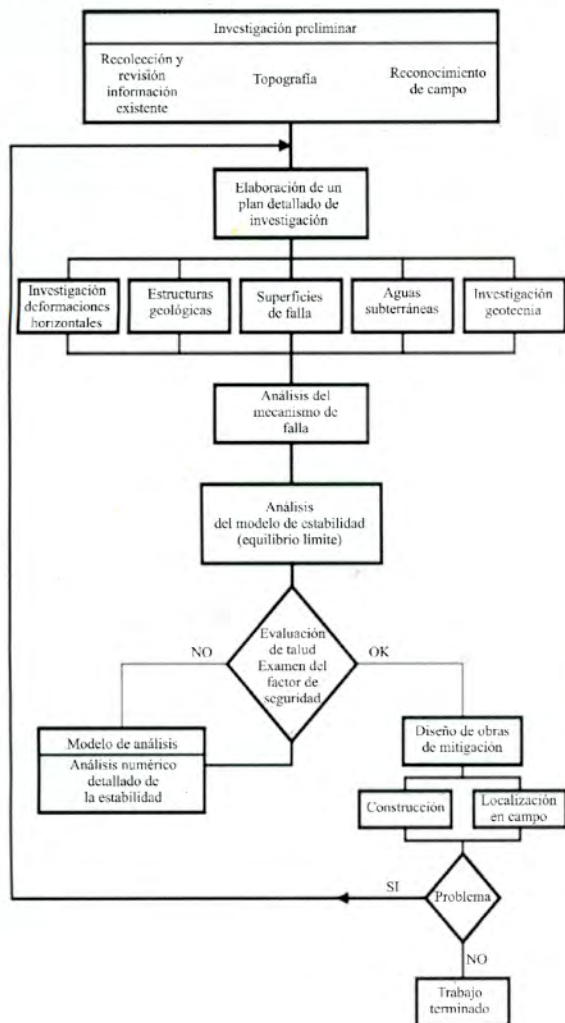


Figura N°02: Diagrama de flujo de metodología de investigación

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Modelamiento del Talud Botadero N°05

Para el Modelamiento del Botadero N°05 se ha utilizado el software Slide 5.0 de Rocscience Inc. y se ha obtenido los factores de seguridad siguientes:

- Bishop Simplified .- Ver Figura N° 3
- Jambu Corrected .- Ver figura N° 4
- Spencer .- Ver figura N° 5

b) Resultado del análisis

Tabla N° 1: Factor de seguridad

Métodos	Factor de Seguridad (F S)
Bishop Simplified	0.488
Jambu Corrected	0.397
Spencer	0.573
Gle/Morgenstern	0.636

c) Monitoreo geotécnico del botadero N°05 (Operación de Campo)

Véase Tabla N° 2.

d) Prevención y estabilizaciones talud

Una vez estudiado el talud, definidos los niveles de amenaza y riesgo, el mecanismo de falla y analizados los factores de equilibrio, se puede pasar al objetivo final que es el diseño del sistema de prevención control o estabilización.

Existen varias formas de enfocar y resolver cada problema específico y la metodología que se requiere emplear depende de una serie de factores técnicos, sociales, económicos, políticos; con una gran cantidad de variables en el espacio y en el tiempo.

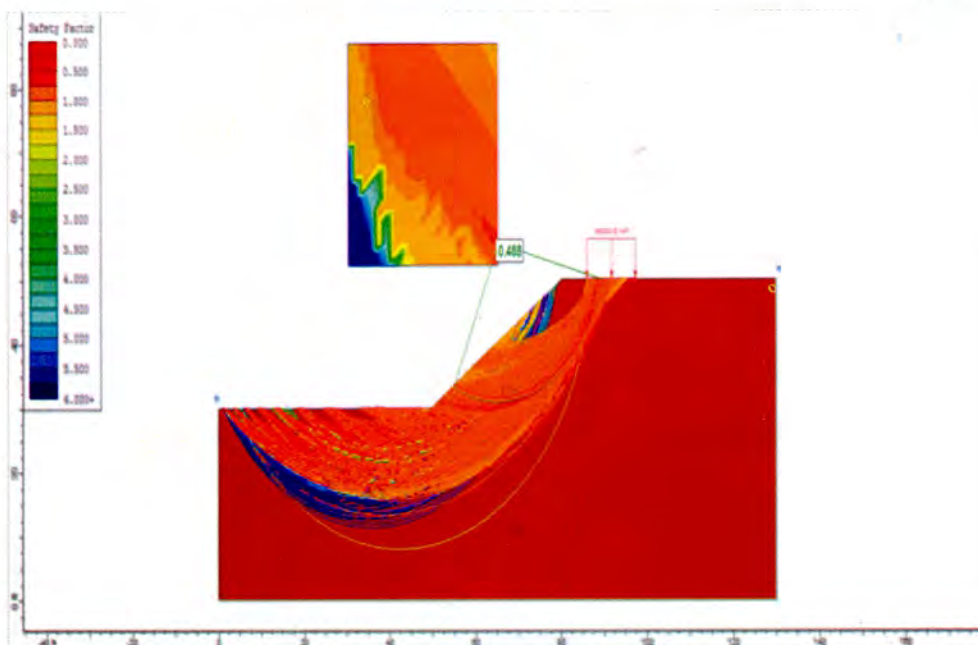


Figura N°03: Modelamiento del talud del Botadero N° 05 (Bishop).

Tabla N° 2: Rangos de desplazamientos totales y Velocidades Incrementales actuales, obtenidas mediante monitoreo Geotécnico del Botadero N° 05

Prisma	Ubicación en el Botadero N° 5	Tendencia	Plunge Inclinación	Desplazamiento Total (m)	Velocidad Incremental (cm/día)
50-1	Carretera de Acceso a Mina	N22°W	-50°	3.4	0.32
50-2	Carretera de Acceso a Mina	N45°W	-54°	8.6	1.48
50-3	Deformación en Falla 3 Ichupampa	N62°W	-10°	15.0	2.90
50-4	Zonas de Deformación	N59°W	-23°	17.4	3.09
50-5	Zonas de Deformación	N60°W	-14°	22.1	3.90

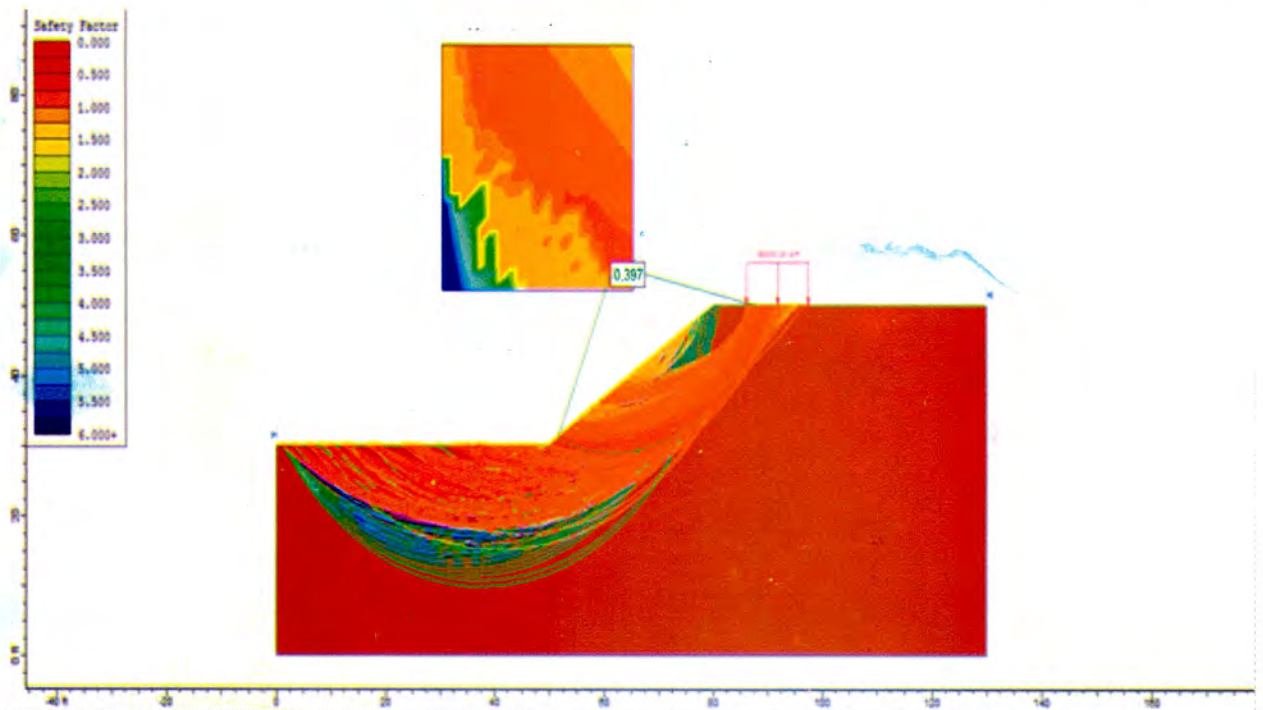


Figura N°04: Modelamiento del talud del Botadero N° 05 (Jambu).

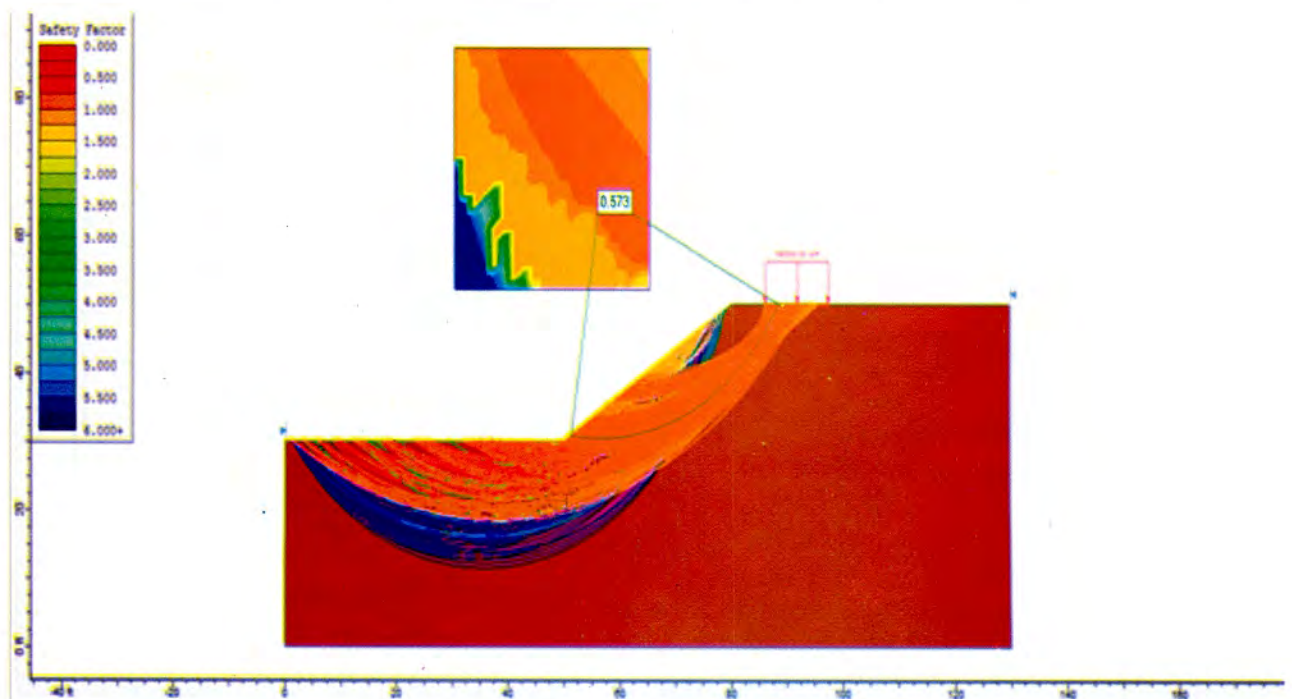


Figura N°05: Modelamiento del Talud Botadero N° 05 (Spencer).

IV. CONCLUSIONES

Litológica y estructuralmente es una zona compleja, con diferentes áreas de debilidad (Deslizamientos Antiguos y Fallas Geológicas) y su base está conformada de rocas volcánicas y intrusivos como Traquitas, Vitrofiro, Toba Salmón, Conglomerado Basal y Material Coluvial que influyen directamente en el proceso de deformación y en la estabilidad de los botaderos.

El Botadero N° 05 presenta un comportamiento completamente anormal, donde los procesos de deformación presentan una tendencia incremental (Fase Progresiva), que es reflejado con asentamientos mayores en las zonas de deformación Ichupampa (Desplazamientos total, Horizontal y Vertical), de 2.9 , 3.09 y 3.9 cm./día. Que según las tablas de Varnes (1996) no es muy peligroso pero hay que tener mucho cuidado.

El análisis por Modelamiento utilizando Slide 5.0 de Rocscience arrojó los siguientes valores de F.S como: Bishop Simplified (0.488), Jambu Corrected (0.397), Spencer (0.573), Gle/Morgenstern (0.636), lo que indica que el F.S. es inferior a 01, el talud es inestable.

En el Modelamiento se ha aplicado Geotextiles como sostenimiento esto demuestra que el F.S. se eleva de 0.488 a 0.675.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramson L.W. (1996). "Engineering Geology Principles" Slopes stability and estabilizacion methods. Wiley interscience pp. 60 – 106.

Beer and Hegg (1992). "Landslide Stabilization at Ancona , Italy, by deep drainage Wells" Proceedings of the sixth internacional symposium on Landslides, Christchurch, pp. 663 – 670.

Brand (1985). "Glossary of Geology" American Geological Institute, falls Church. Va. 751 pp.

Corominas (1992) "Colluvium and Talus" Landslide investigation and mitigation special report 247, Nacional research council pp. 5225 – 554

Choi, E. C.C (1977). "Seepage around Horizontal drains – two and three dimensional finite element análisis" Hong Kong Engineer, vol. 5 N°9 pp. 35 – 39.

Hoek and Brown (1988). "Excavaciones Sbterranas en Roca" Rievew en Ingenieria Geologica pp. 1045

Kenney T.C. (1977). "Design of Horizontal Dains for Soil Slopes" Journal of the Geotechnical Engineering Division ASCE vol. 103 pp. 1311 – 1323.

Correspondencia:

Carlos Huisa Ccori
Ciudad Universitaria Fundo "Los Granados"
Av. Miraflores s/n. Tacna. Perú.
chuisac@unjbg.edu.pe