



BLOCK CAVING: MINERÍA DEL FUTURO



EXPOSITORES: Ing. Juan Pantoja, ingeniero de Planeamiento de Cadia East Mine, Newcrest – Australia.

FICHA TÉCNICA

Conferencia:
"Block Caving minería del futuro".

Expositores:
Ing. Juan Pantoja, ingeniero de Planeamiento de Cadia East Mine, Newcrest – Australia.

Presidente de mesa:
Ing. Roberto Maldonado Astorga, segundo vicepresidente del Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (IIMP).

ANTECEDENTES

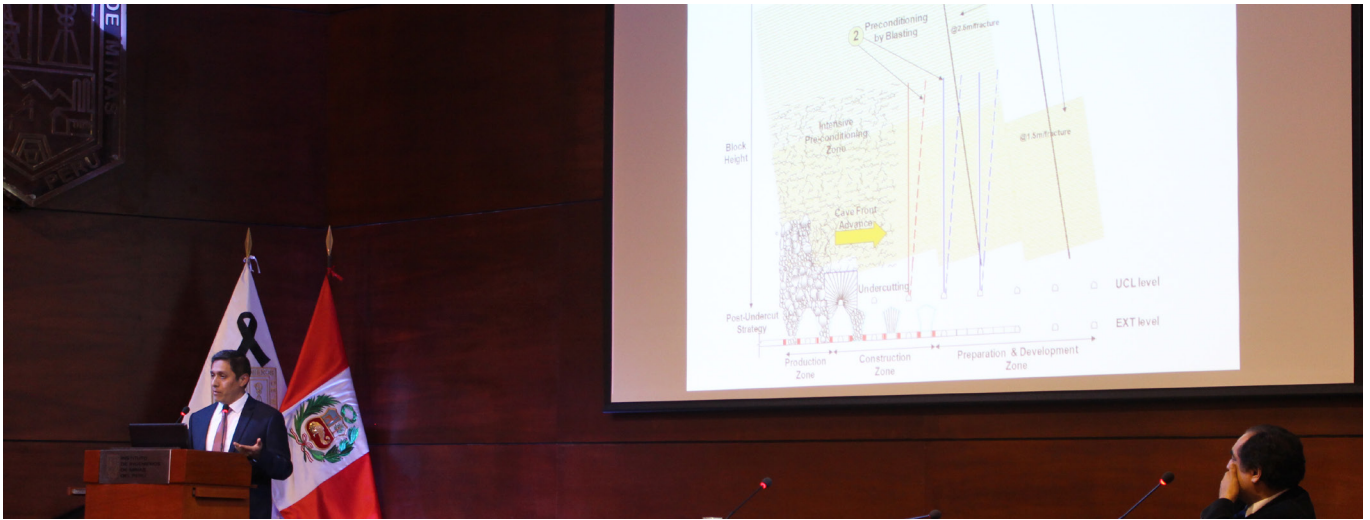
Actualmente, la industria va hacia la minería masiva que puede ser usada en grandes depósitos de baja ley. Durante la década del 60 con la aplicación del Block Caving se realizó un quiebre tecnológico para poder minar cuerpos minerales grandes de manera segura y eficiente a bajos costos y con alta productividad.

En los últimos años se han desarrollado proyectos en circunstancias antes impensadas gracias a esta tecnología que permite trabajar en rocas muy resistentes y a grandes profundidades. Es altamente mecanizada y no selectiva.

Además, implica un mejor entendimiento de técnicas, tecnología y sistemas que permitan reducir los riesgos asociados a este tipo de minado. Se usa en diferentes partes del mundo: Sudamérica (Chile para producir cobre, oro y molibdeno como subproducto), África, Australia, Norteamérica y Asia.

El tonelaje minado mediante Block Caving ha evolucionado en el tiempo, de las iniciales 10 mil toneladas a entre 80 y 100 mil toneladas por día, y se utiliza en yacimientos de baja ley altamente productivos.

Este método trabaja en esencia por gravedad, aunque esta por sí sola no resuelve el tema, requiere de esfuerzos inducidos en el cave back, que van a depender de la resistencia y la geometría de las



discontinuidades que tenga la roca.

En este caso, la roca no soportada va producir caving cuando tenga el área suficiente. Una iniciación exitosa va requerir la presencia de una discontinuidad bien desarrollada. La propagación del Caving incrementa la curvatura del cave back induciendo altos esfuerzos compresivos.

En 1999, un accidente registrado en Australia en una operación de este tipo cobró la vida de cuatro personas lo que cambió la forma de operar y concebir un Caving. Los 10 metros que deben mantenerse como air gap, llegaron a crecer hasta los 180 metros y la roca empujó 4 millones de metros cúbicos de aire a una velocidad de 1,000 kilómetros por hora, en una labor de 4x4, lo que también dañó maquinaria e infraestructura tanto a nivel subterráneo como en superficie.

La inversión inicial para la implementación de un sistema Block Caving es superior a los dos millones de dólares, antes de tener algún retorno. Sin embargo, una vez establecido el Caving, se tiene que invertir entre 5 a 6 dólares por tonelada producida.

Este método de minado fue usado inicialmente en Estados Unidos de Norteamérica. Históricamente fue utilizado para yacimientos poco profundos, con baja ley, masivos, y de poca resistencia, la idea era tener buena fragmentación desde un inicio.

Aunque eso pueda generar complicaciones posteriormente con la estabilidad del nivel de extracción, ahora existe la tendencia de minar cuerpos mineralizados más fuertes, de esta manera los drawpoint pueden ser espaciados y escoger equipos más grandes.

Este sistema es usado principalmente en pórfidos masivos y no son recomendables para narrow or flat deposits.

Para determinar qué cuerpo mineralizado sirve para un Block Caving, no basta con información mineralógica sino geológica, para interpretar de manera correcta la data estructural, para ser capaces de reproducir un modelo geológico remanente.

También se debe tener pleno conocimiento de la información geomecánica, es decir, la calidad de la roca, para modelar mediante aproximaciones numéricas, en especial, el flujo anterior del Caving. En la fase de diseño se debe tener en cuenta los factores técnicos y la cavability.

Siendo de vital importancia el tema de la fragmentación primaria y secundaria, los factores que pueden afectar el fracturamiento son:

geometría de las discontinuidades, orientación, tamaño, espaciamiento, condición, etc.; esfuerzos in situ alrededor del caving; resistencia de la roca; cave back y orientación del frente de hundimiento, y altura de la columna.

Otro aspecto fundamental, es el preconditionamiento, mediante técnicas para crear fracturas en la roca con el fin de tener una fragmentación más fina y mejor productividad. Existen dos tipos: el hidrofracturamiento, que es de aplicación estándar, y por Blasting, que implica el uso de explosivos para crear las fracturas, y que requiere de mayores estudios para una aplicación masiva.

El Caving Performance y la subsidencia, debe determinarse en la etapa de prefactibilidad. Con el ratio adecuado de producción y la fragmentación requerida se evaluará la recuperación obtenida. Conforme se vaya extrayendo de manera progresiva, la capa superior va a ceder con la subsidencia y se debe realizar una evaluación preliminar para verificar impactos ambientales.

Entre los factores de diseño tenemos a la altura del bloque, lo que se refiere a la altitud desde el nivel de extracción a la superficie u open pit pre-existente. Esta va a depender de la geometría del cuerpo mineralizado o de la existencia de algún bloque preminado. En la actualidad, las alturas de minado vienen incrementándose y recientes avances en preconditionamiento pueden aumentar la confianza en minar bloques más grandes.

Igualmente, al Undercutting, cuya iniciación es muy importante y juega un papel relevante en el comienzo del caving. En general se debe buscar que no se incremente el esfuerzo en los niveles de extracción. Una implementación exitosa va a depender de lo siguiente: secuencia del undercut y nivel de extracción conocido como "undercutting strategy", el punto inicial y la dirección de avance, el rate de avance, la altura y la forma del undercut y las prácticas de perforación y voladura.

Otro de los factores de diseño es el nivel de extracción. En este caso, el layout de los desarrollos va a depender de lo siguiente: condiciones geomecánicas incluyendo los niveles de esfuerzo, fragmentación alcanzada por el caving, undercutting strategy que se haya adoptado, tiempo que tome desarrollar las labores y tiempo de acceso para cargar y voltear los LHD.

Entre los factores operaciones, destaca el Draw control strategy, que controla las toneladas que se van a extraer de cada drawpoint para mini-



mizar la dilución y entregar los planes de producción requeridos, asegurar la máxima recuperación, garantizar un caving uniforme, evitando el efecto chimenea y la concentración de cargas y esfuerzos en los niveles de extracción, así como la creación de condiciones que produzcan la caída de roca, air blast y mud rushes.

En la actualidad ya existen supercaving que operan a 80 mil toneladas por día, lo que podría incrementarse por la creciente demanda del mercado por más minerales, ya que se presentan como una opción para unidades que han alcanzado gran profundidad con la consiguiente reducción de la exposición de personal en interior mina.

Para operar eficientemente un Block Caving se requiere un mejor entendimiento e interpretación del depósito mineralizado (baja ley) a grandes profundidades, uso de equipos remotos y eléctricos, modelamiento de flujo y numéricos, preacondicionamiento y diseños optimizados.

En ese contexto, en nuestro país se presentan como una buena opción, pero aún no existe en desarrollo ninguna operación de este tipo, que puede tener una vida útil de hasta 35 años y dar trabajo a mucha gente.

Aporte de la sala

La explotación mediante este tipo de mecanismo demora entre tres a cinco años para desarrollar una operación de hasta 1.2 kilómetros y tres años hasta romper la superficie, sin embargo, los volúmenes de procesa-

miento son altísimos.

La mayoría de Block Caving en Chile está en zonas áridas, y no se conoce experiencias en áreas lluviosas, como muchas de las existentes en Perú, donde las precipitaciones constituyen un riesgo en especial para los finos y la sismicidad.

Por lo general un Caving no crece en forma vertical, va a tener cierto ángulo, aunque ello es lo ideal. Es un método no selectivo, todo lo que cae, se va a extraer, por lo que el tema del sostenimiento de cajas solo es relevante para mantener las labores en el tiempo de operación.

- El impacto ambiental es algo a considerar, se realizan estudios y se considera bastante, pero mediante este método se disturba menos en comparación con un open pit, y se puede obtener también grandes volúmenes de procesamiento.

- En caso se presente un terremoto, no sería algo muy bueno para la operación, siendo clave el preacondicionamiento para no perder la labor, por lo que se debe prevenir todo tipo de escenarios.

- El porcentaje de dilución, al ser no selectivo, no es posible precisarlo, dado que se debe tomar en cuenta que el material se combinará con roca que viene de niveles superiores. Lo que cae tiene que ser económico, sino simplemente se deja.