
Escuela: EPET N° 1 DE ALBARDON

Prof.: Raúl Basañez

Curso: 5 año 3° división

Turno: Tarde

Espacio curricular: **Explotación de Minas I**

Guía de estudio N° 3

Voladura

Definición

Una voladura es una generación instantánea de un gran volumen de gases debido a un proceso físico-químico donde un material sólido o líquido pasa a estado gaseoso.



Ilustración 6: secuencia de una voladura en 3 cuadros

Beneficios en minería

Esta liberación violenta de energía se aprovecha para la reducción de tamaño de la roca estéril y mineral, para la generación de paredes estables a través del precorte o recorte de la misma, para evitar dilución estéril/mineral, etc.



Ilustración 7: voladura con fragmentación homogénea, buen despegue de la pared y pila del material quebrado



Ilustración 8: precorte de pared final

Variables

Obtener la energía mínima para quebrar el material in situ, no es suficiente: también es necesario que el material quebrado tenga una fragmentación, proyección y disposición tal, que permita una carga y extracción del mismo de la manera más eficientemente posible con los equipos con que se cuente. A la vez, debe producir el mínimo daño o sobre quiebre en las nuevas paredes obtenidas como producto de la voladura. Un indicador usado para poder visualizar esa cantidad de energía en forma práctica es el concepto de factor de carga. Se refiere a la cantidad de explosivo expresado en kilos, por cada metro cubico o tonelada volada.

Para satisfacer estos requerimientos, se cuenta con determinadas variables tanto en perforación como en la voladura que citaremos a continuación.

En la perforación:

Diámetro de perforación: es directamente proporcional a la cantidad de explosivo por metro de taladro perforado. Generalmente se define al comienzo del proyecto, pero no descarta que se pueda volver a cambiar, acompañado con los cambios de otras variables, ya sea por cambios geomecánicos de la roca, por optimización del proceso, etc.

Burden y Espaciamiento: están en función de la altura de banco y del diámetro de perforación, pero la relación entre ellos, permite trabajar en el tamaño y proyección del material quebrado. Una relación E/B promedio oscila entre 1 y 1,30.

Sobre perforación e inclinación del taladro: estas variables ayudan a que la voladura corte correctamente el piso, evitando la generación de patas o callos en el mismo. También nos ayuda, si se hace correcta la carga de explosivos, a asegurar que Detonador y Booster nos quede por debajo de la línea de piso, esto en caso que queden restos de estos explosivos es una excelente medida de seguridad, ya que la Pala corta por encima de ellos.

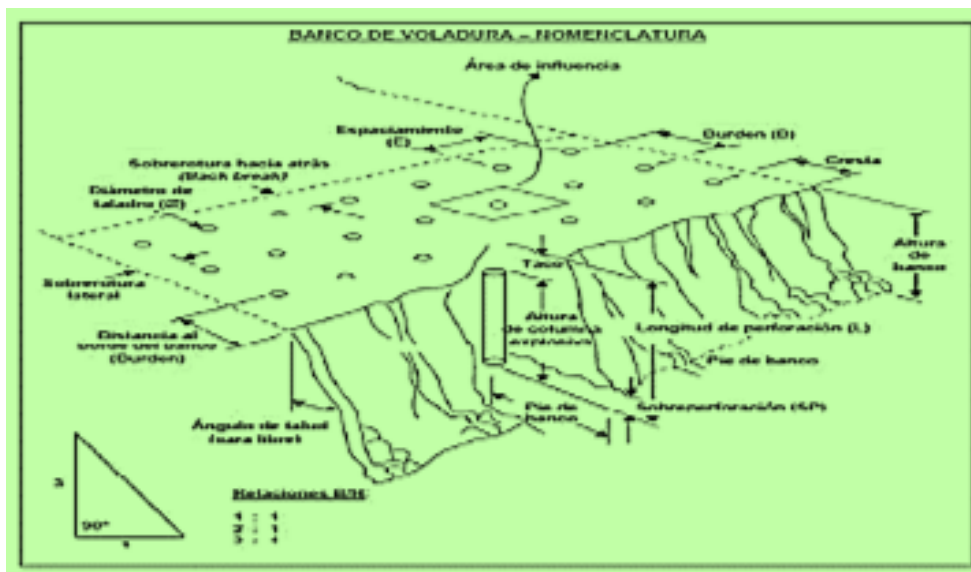


Ilustración 9: diagrama con todos los parámetros de una perforación en banco

En la voladura:

Tipo de explosivo: desde ANFO a emulsiones, explosivos encartuchados o Bulk, incluyendo el iniciador, se configura la energía necesaria de acuerdo a las condiciones de terreno, presencia de agua, y principalmente calidad del macizo rocoso para generar una velocidad de detonación adecuada para obtener una voladura efectiva.

Tipo de detonador: desde pirotécnico a electrónico, se busca la mejor configuración de tiempos para lograr la secuencia de encendido y distribución de energía adecuada para cada caso presentado.

Tipo de amarres: dada una de secuencia de encendido, se busca el tipo de amarre que aporte la configuración que direcciona la energía hacia un resultado de acopio del material quebrado, su forma, su fragmentación y su proyección generando el mínimo sobre quiebre del macizo sin volar. En el caso de Mineral, las menores pérdidas y diluciones posibles.

Podemos ver que las variables se pueden agrupar en 3 áreas: la perforación, el explosivo, y la secuencia de encendido; y que todas están relacionadas entre sí. Si algún área o variable fallara, el resultado de la voladura lo mostrará. Esto es muy importante, puesto que veremos el alcance del fallo una vez sucedido el hecho, el cual es irreversible. Es cierto que un porcentaje de los causantes pasa por la calidad de los materiales usados ya sea explosivo o accesorios, pero otro porcentaje alto es a causa de un trabajo mal hecho, ya sea en el cálculo, diseño, marcación, perforación, carga o amarre.

Vamos a ver el impacto de cada uno y la forma en que influye.

Alcance de las variables de p&v en el resultado de una voladura

Para tener una mejor comprensión de las relaciones entre las distintas variables, ofrecemos una serie de reglas empíricas básicas que sirven para una primera estimación de los mismos. Siendo

D: diámetro

B: burden

E: espaciamiento

T: longitud de taco

J: Sobre perforación

$B = (33 \text{ a } 39) \times D$, en función de la dureza de la roca, de muy dura a blanda

$E = (38 \text{ a } 51) \times D$

$E = (1,0 \text{ a } 1,3) \times B$

$T = (25 \text{ a } 40) \times D$

$J = (10 \text{ a } 12) \times D$

Diámetro: en la pequeña y mediana minería generalmente se explota con bancos de trabajo de 8 a 12 metros de altura, y en situaciones particulares generalmente asociado al mineral, en bancos de 5 metros de altura. Los diámetros más usados varían desde los 4" a 5 ½" para los pozos de producción. Cuando se diseñan los parámetros de perforación, se obtienen unos valores de burden y de espaciamiento en función del diámetro fijado para perforar, buscando alcanzar un factor de carga adecuado para la roca a volar. Si perforamos con un diámetro distinto al estipulado, sin cambiar los valores de burden, espaciamiento ni altura de taco, obtendremos un factor de carga muy diferente al esperado, generando resultados de igual forma en la voladura efectuada. Por

ejemplo, para una malla calculada para una perforación con un diámetro de 5", con un BxE de 4.5m x 5.2m en bancos de 10 metros, el factor de carga es de 0,531 kg/m³ al cargarlo con emulsión a 1,13g/cc de densidad. Si la malla la perforamos con 4" sin modificar los otros parámetros, el factor de carga baja a 0,353 kg/m³, un 33% menos de energía de la necesaria.

El diámetro es una de las principales variables, que se correlaciona con otras. A modo de ejemplo, se citan algunos:

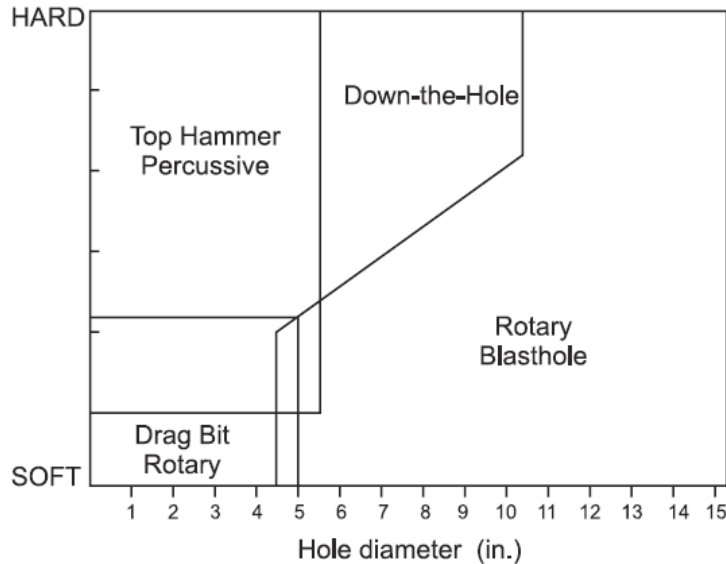


Ilustración 10: elección del diámetro en función del equipo de perforación

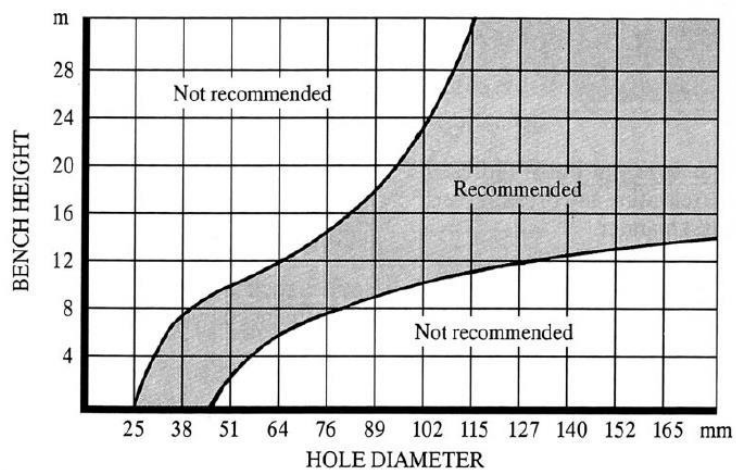


Ilustración 11: diámetro en función de la altura de banco

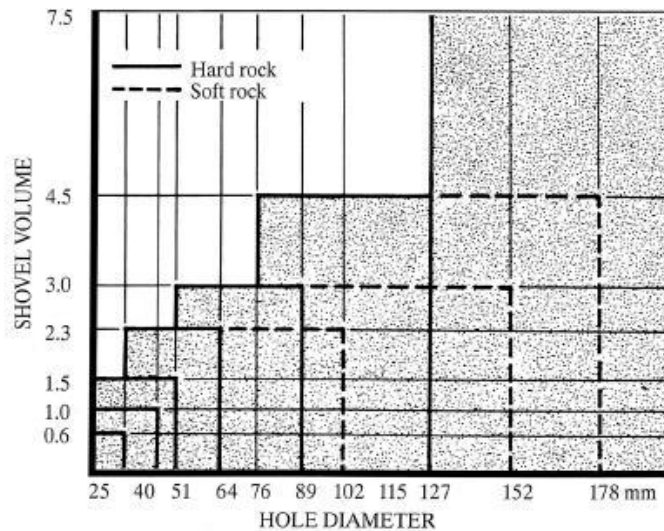


Ilustración 12: diámetro en función del equipo de carguío

Burden y espaciamiento: realizar una marcación incorrecta o no perforar sobre la marcación implica un desbalance en la distribución de la energía de ese taladro cuando detone, creando un potencial riesgo de sobre quiebre hacia el lado donde se acercó y por ende, de sobre tamaño en el lado opuesto.

Taco: no respetarlo impacta directamente sobre la energía cargada en el taladro. En el caso de mayor taco, implica menos energía que la calculada con los riesgos de sobre tamaño, poco desplazamiento, material apretado y formación de bloques preformados. En caso de excesivo explosivo, implica un taco menor, con el riesgo de soplar la voladura por una confinación insuficiente y un gasto innecesario de explosivo.

Cuestionario

- Si tenemos un Minera de Open Pit que perfora con un diámetro de 7", en una roca dura, usando solo los gráficos de la guía se pregunta:
 - ¿Cuál sería el equipo de perforación?
 - ¿Cuál sería la altura del banco ideal, según gráfico?
 - ¿Cuál sería el tamaño del balde que usaría el equipo de carga?
- Si tenemos un Minera de Open Pit que perfora con un diámetro de 3", en roca blanda usando solo los gráficos de la guía se pregunta:
 - ¿Cuál sería el equipo de perforación?
 - ¿Cuál sería la altura del banco ideal, según gráfico?
 - ¿Cuál sería el tamaño del balde que usaría el equipo de carga?