

# Trabajar con polígonos y controlar taludes en MineSight® 3-D Pit Expansion

En el ciclo de planificación de una mina es importante utilizar diseños de tajo abierto que reflejen el proceso de minado. Esto se puede hacer desde la herramienta Pit Expansion que le permite crear tajos definiendo las distintas opciones del diseño, tales como talud del frente, talud del tajo y anchos de berma, a través de valores del modelo de bloques en 3D y de las tablas de datos de entrada. Este artículo tratará dichas opciones y también algunos consejos para generar una expansión de tajo exitosa.

## Redefinir la dirección del polígono después de utilizar Splice para el pie o cresta del tajo

Al realizar un diseño de tajo con Pit Expansion, se crean polígonos del banco que delimitan la forma de la excavación, generalmente en la elevación de mitad del banco o del pie del banco. Cada polígono tiene una dirección específica: ya sea, en sentido horario o antihorario, según los parámetros que se aplicaron durante la configuración de la herramienta, tales como la expansión hacia arriba /abajo, con la opción Up/Down, o hacia adentro /afuera, con Inward /Outward. Si bien esto puede parecer ser un detalle menor, en realidad es un dato muy importante para el funcionamiento adecuado de la herramienta.

A veces, resulta útil emplear la función **Polyline | Splice** para editar los polígonos de pie o cresta de la excavación, con cada expansión. Esto le permitirá modificar la forma del tajo a medida que avanza. Luego de empalmar, con Splice, puede luego expandir la excavación en la dirección deseada y el pit continuará a partir del pie empalmado.

No obstante, cuando realice un empalme manual de los polígonos de cresta o pie, es posible que el empalme invierta la dirección de esos polígonos. Esto hará que la expansión hacia fuera se vuelva hacia adentro o que una hacia adentro se realice hacia fuera. Veamos un ejemplo de este comportamiento en la Figura 1.

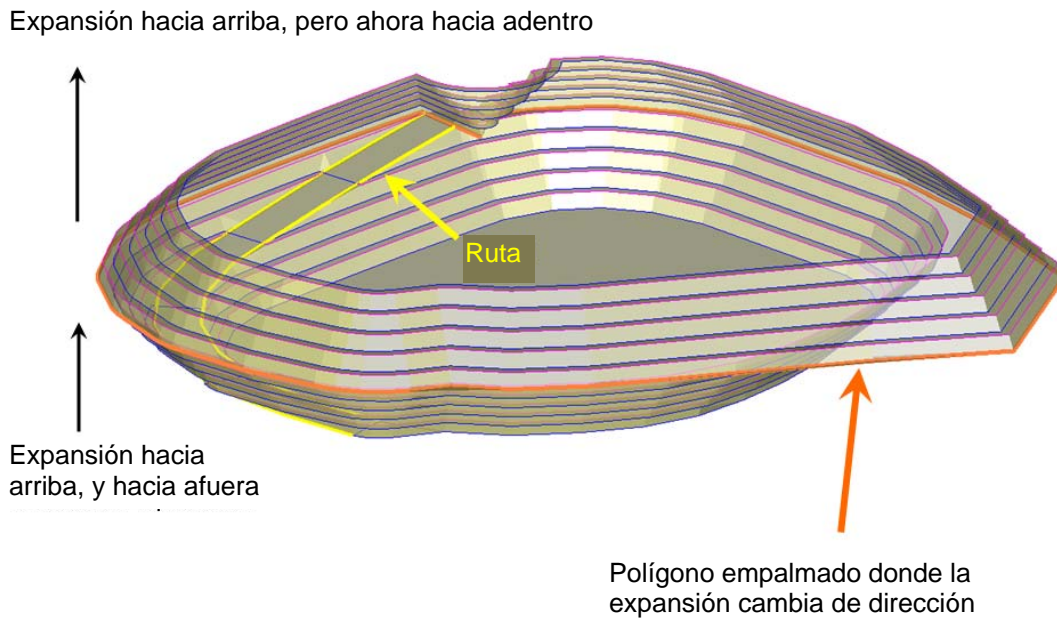


Figura 1. Una expansión de pit hacia arriba y hacia fuera “Up and Outward” hace que erróneamente se vuelva sobre sí misma siguiendo el empalme en un polígono del pie del pit.

Esto se puede resolver manualmente redefiniendo la orientación del polígono. En la pestaña **Expansion**, haga clic en **Edit Strings**. Marque la opción de edición que corresponda, según sea el pie, Toe, o cresta, Crest, e indique la elevación deseada en “At level”. Haga clic en **OK** para incorporar el polígono al conjunto de selección, de modo tal de poder trabajar en el polígono con las funciones CAD de MS3D.

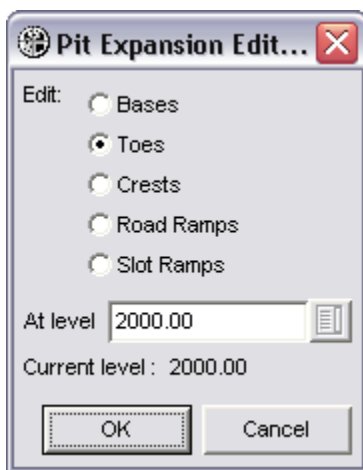


Figura 2. Diálogo Edit Strings en Pit Expansion.

Luego, vaya al menú de Polyline en MS3D y seleccione **Redefine | Direction**, para redefinir la orientación. Active el casillero “Show current polyline/polygon directions” para mostrar las direcciones actuales e indique un tamaño de flecha en “Arrow Size” para visualizar la dirección. Después, marque “Poligons” y elija la dirección adecuada. Haga clic en **Apply** y se corregirá la dirección. Una vez hecho esto, guarde el polígono. La expansión del tajo ahora puede continuar como lo hace habitualmente. Esto se muestra en la figura 4 abajo.

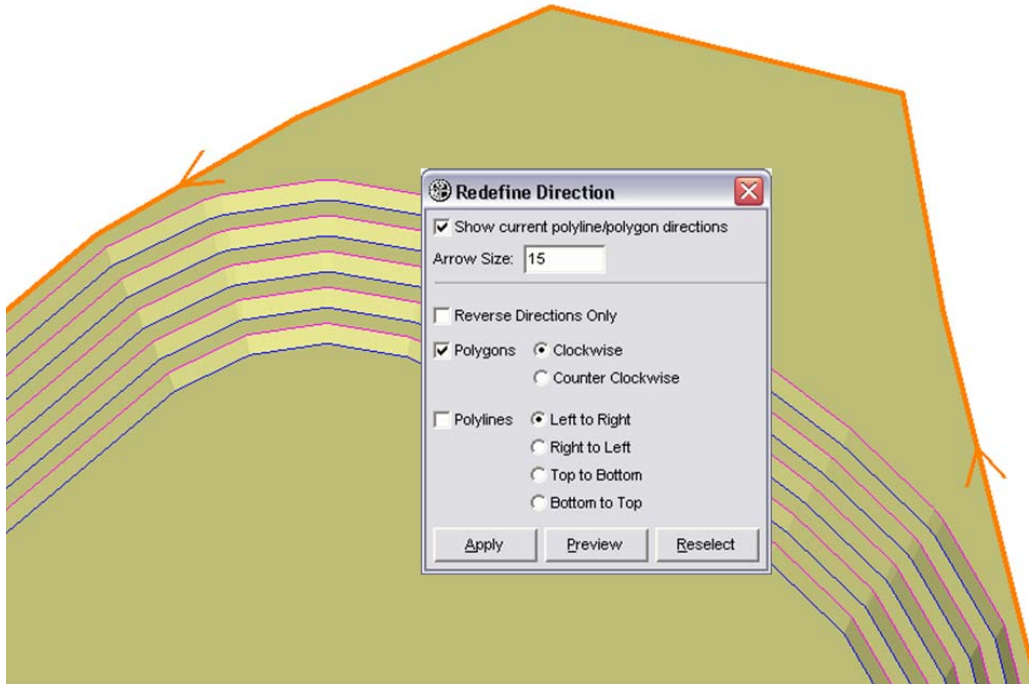


Figura 3. La función *Redefine Direction* donde se observa el polígono de empalme que va de derecha a izquierda con la opción “counter-clockwise”. Emplee las opciones del diálogo para modificar la dirección en sentido horario.

**Consejo:** Para las expansiones en forma de un tajo (hacia fuera y arriba o hacia dentro y abajo, con las opciones *Outward and Up* o *Inward and Down*) es necesario mantener las líneas en dirección horaria, marcando la opción *Clockwise*. Para las expansiones en forma de un vaciadero (hacia dentro y arriba o hacia afuera y abajo, con las opciones *Inward and Up* o *Outward and Down*), respectivamente es necesario mantener las líneas en dirección anti-horaria, marcando la opción *Counter-clockwise*.

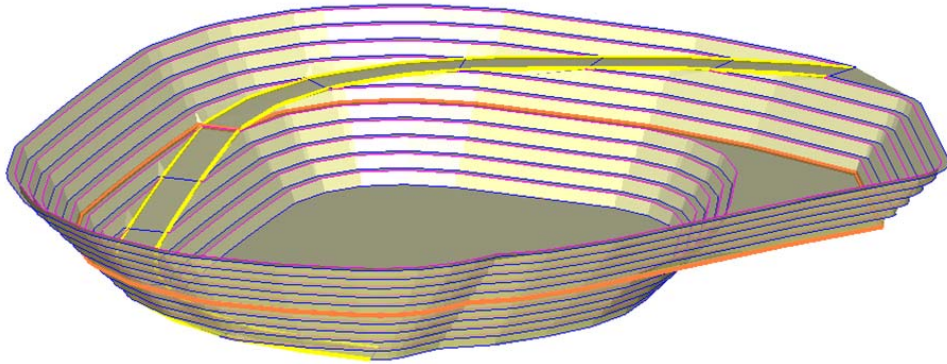


Figura 4. Expansión del tajo después de redefinir la dirección del polígono.

### **Control de la expansión del Pit con los parámetros Face Slope, Pit Slope y Berm Width**

En la pestaña Required dentro de la herramienta Pit Expansion, es posible definir distintos parámetros que controlan las características de expansión de un tajo. Ahora nos concentraremos en: Face Slope, Pit Slope, y Berm Width tal como se ilustran en la Figura 5. El parámetro Face Slope se emplea para especificar el talud de los frentes del banco. Pit Slope es para indicar el talud general del tajo definido por una línea imaginaria que se extiende entre dos polígonos de pie o cresta. Berm Width se emplea para establecer el ancho deseado para el banco.

Durante la creación del diseño de un tajo, la herramienta Pit Expansion respetará dos de estas tres variables. El valor en Face Slope se aplica siempre y se emplea junto con alguno de los otros dos, Pit Slope o Berm Width, para determinar el ángulo de talud general de la expansión.

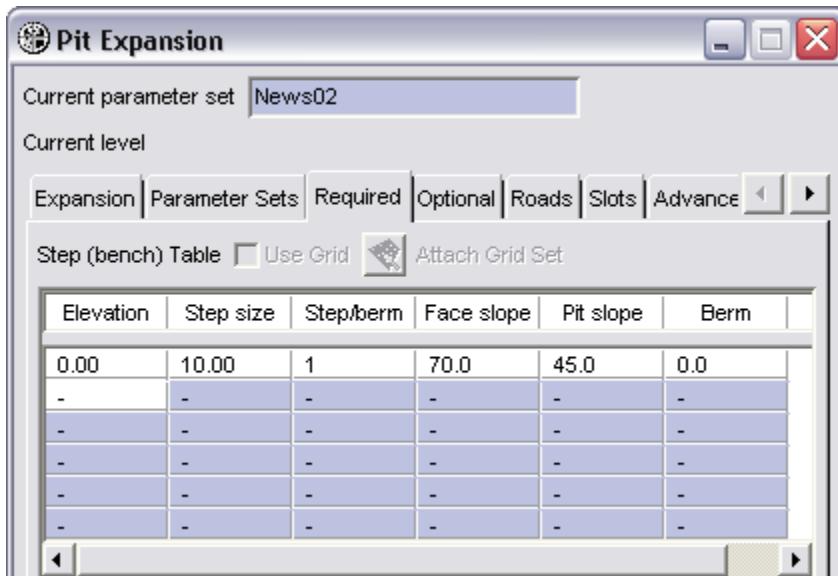


Figura 5. Opciones para controlar el talud general en el diseño del tajo.

En todos los casos, se utilizará el ángulo de talud general mínimo determinado por los valores en Face Slope y Pit Slope o en Face Slope y Berm Width. Debido a esto, el valor en Pit Slope se puede concebir como un ángulo de talud general “máximo”, mientras que el valor que se indica en Berm Width puede considerarse como un ancho de berma mínimo.

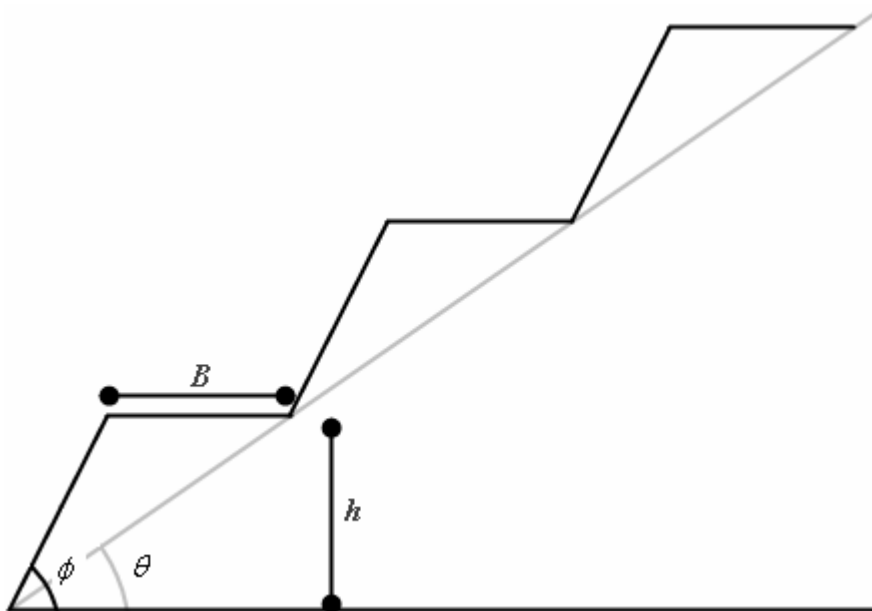


Figura 6. Definiciones matemáticas para las variables definidas en la pestaña Required en la herramienta Pit Expansion. B = ancho de berma, campo Berm width, h = tamaño de la cámara, campo Step Size (por defecto es la altura del banco),  $\theta$  = talud del tajo, campo Pit Slope,  $\phi$  = talud del frente, campo Face Slope.

En los casos en que la forma de la expansión del tajo queda determinada por el talud del frente y del tajo, el ancho de berma se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$B = h * \left( \frac{1}{\tan \theta} - \frac{1}{\tan \phi} \right)$$

Dado que el valor en Berm Width se trata como el ancho “mínimo” de berma, si el valor para Berm Width en la tabla es mayor que el valor calculado a partir de esta fórmula, el tajo se expandirá con el valor del ancho de berma y no con el de talud del tajo.

En los casos en que la forma de la expansión queda determinada por el talud del frente y el ancho de berma, el ángulo del talud del tajo se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{h}{B + h / \tan \phi} \right)$$

Dado que el valor en Pit Slope se trata como el talud “máximo” del pit, si el valor para Pit Slope en la tabla es menor que el valor calculado a partir de esta fórmula, el tajo se expandirá con el valor para talud del tajo y no con el de ancho de berma.

Si desea utilizar específicamente uno de estos métodos con mayor frecuencia que el otro, haga lo siguiente:

#### **Para utilizar el talud de frente y de tajo**


Para expandir el pit aplicando el talud del frente mientras se respeta el talud del tajo, escriba el valor “0” en el campo Berm Width para todos los niveles. Esto anulará todo efecto que este campo tenga en los cálculos. Así se asegura que se aplique siempre el método de cálculo con los valores para Face Slope y Pit Slope.

#### **Para utilizar el talud de frente y el ancho de berma**

Para expandir el pit aplicando el talud del frente mientras se respeta el ancho de berma, ingrese en un valor de Pit Slope igual al de Face Slope para todos los niveles. Esto asegura que la expansión nunca producirá un talud general inferior al del método de talud del frente y del tajo, y de esta forma se asegura que se aplicará el método de cálculo de talud de frente y ancho de berma.

#### **Definir los parámetros de expansión del pit a través de la tabla por sectores, los valores del modelo o de la tabla de modelo/código**

Como alternativa, en lugar de utilizar la tabla de cámaras (bancos) Step Table para especificar los valores de talud de frente y de excavación y de ancho de berma, se puede utilizar la pestaña Optional, desde donde puede recuperar esos valores ya sea de una tabla por sectores, un ítem del modelo de bloques, o la tabla de códigos (opciones Sector table, Model Value, o Model/code table, respectivamente, en la figura 7). Para utilizar

las opciones Model value y Model/code table, debe seleccionar la vista del modelo en 3D desde el selector de vistas .

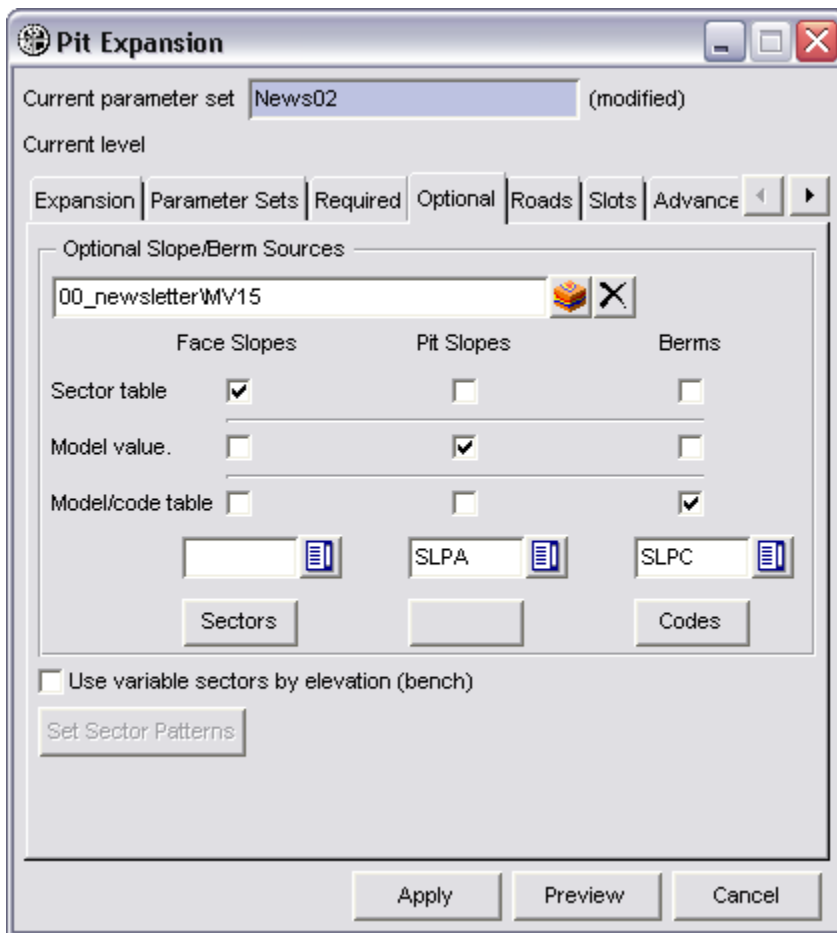



Figura 7. Desde la pestaña *Optional* en *Pit Expansion*, tendrá una mayor flexibilidad para los valores de talud del frente y del tajo y para el ancho de berma.

### Sector Table

Esta opción le permite ingresar manualmente los valores para talud del frente, talud del pit y ancho de berma sobre la base de un rango de azimut. Para utilizar esta opción, en uno o más de estos parámetros, marque la opción "Sector table" para el parámetro requerido; el talud del frente, Face Slope, es el parámetro elegido en el ejemplo. Observe que el botón "Sectors" queda habilitado tal como se muestra en la Figura 7.

Haga clic en el botón  para que se despliegue el diálogo de edición de sectores (Figura 8).

Desde este diálogo, es necesario especificar el centro de los sectores. El centro se puede definir ya sea digitalizándolo directamente en el visor mediante el botón de digitalizar

 o anotando las coordenadas Este y Norte.





La Figura 10 muestra el tajo aplicando distintos valores para ancho de berma tal como se incluyen en la tabla de códigos, Code table, de la Figura 9. El valor para talud del frente (Face Slope = 70 grados) y para el talud del tajo (Pit Slope máximo 45 grados) se incorporan a la Step (bench) table tal como se muestra en la Figura 5. En este caso, la expansión siguiendo el talud del frente y el ancho de berma nunca resulta en un talud de tajo superior a 45 grados, lo cual hace que el valor en Pit Slope sea irrelevante.

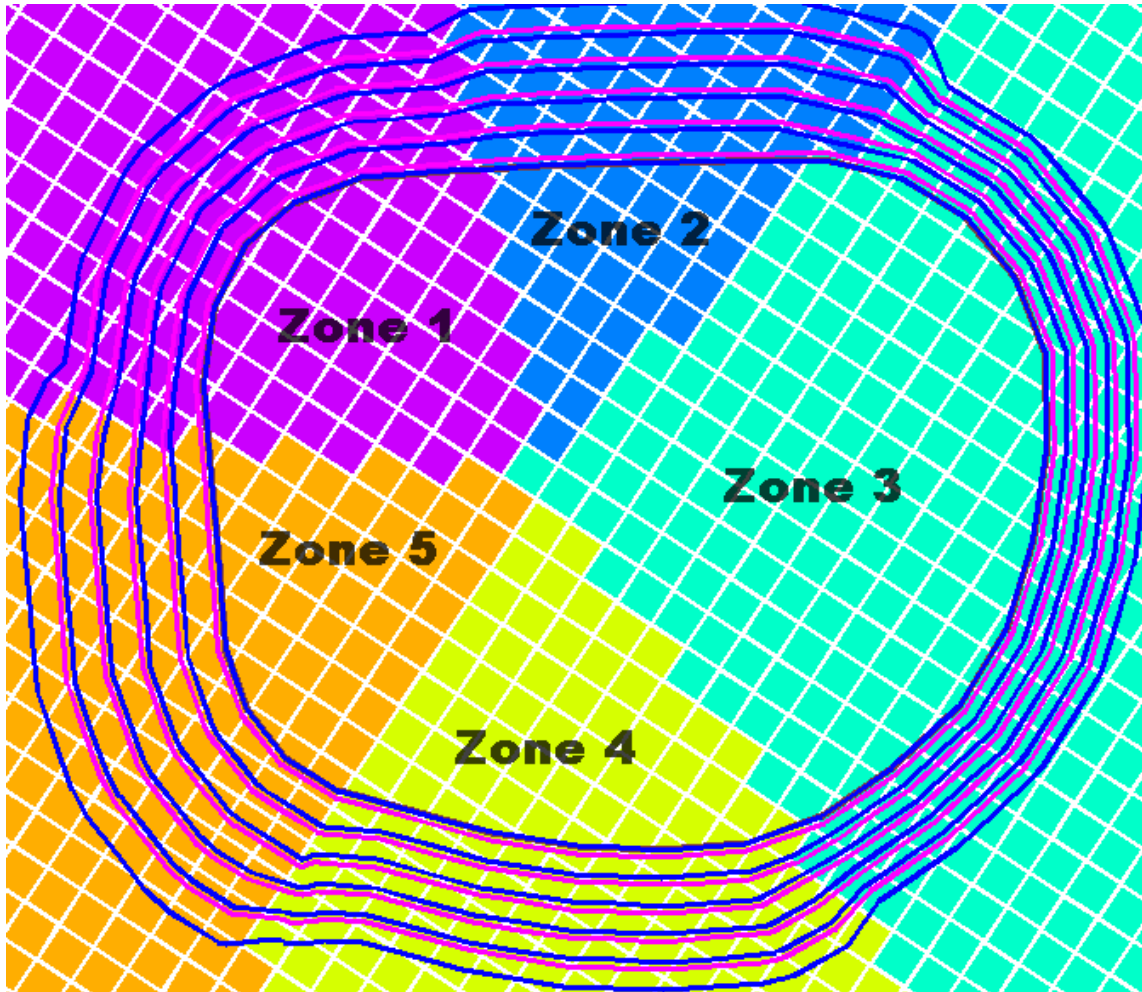


Figura 10. Contornos que representan la modificación del valor de ancho de berma, Berm Width, de la figura 9 con un valor de talud de frente (Face Slope) de 70 grados y un talud de tajo (Pit Slope) de 45 grados (máximo), Figura 5, lo que resulta en una expansión del en talud del frente y en ancho de berma.

Ahora, emplee exactamente la misma configuración de arriba, solo cambiando el valor en Pit Slope dentro de la tabla Step (bench) table de la Figura 5, de 45 a 25 grados. El talud del tajo calculado mediante el método de talud del frente con berma excede los 25 grados para el ancho de todas las bermas. De esta forma, el tajo se expande aplicando el método de talud del frente con talud del pit, y la expansión tiene un talud de tajo uniforme de 25 grados en todas direcciones, tal como se muestra en la Figura 11.

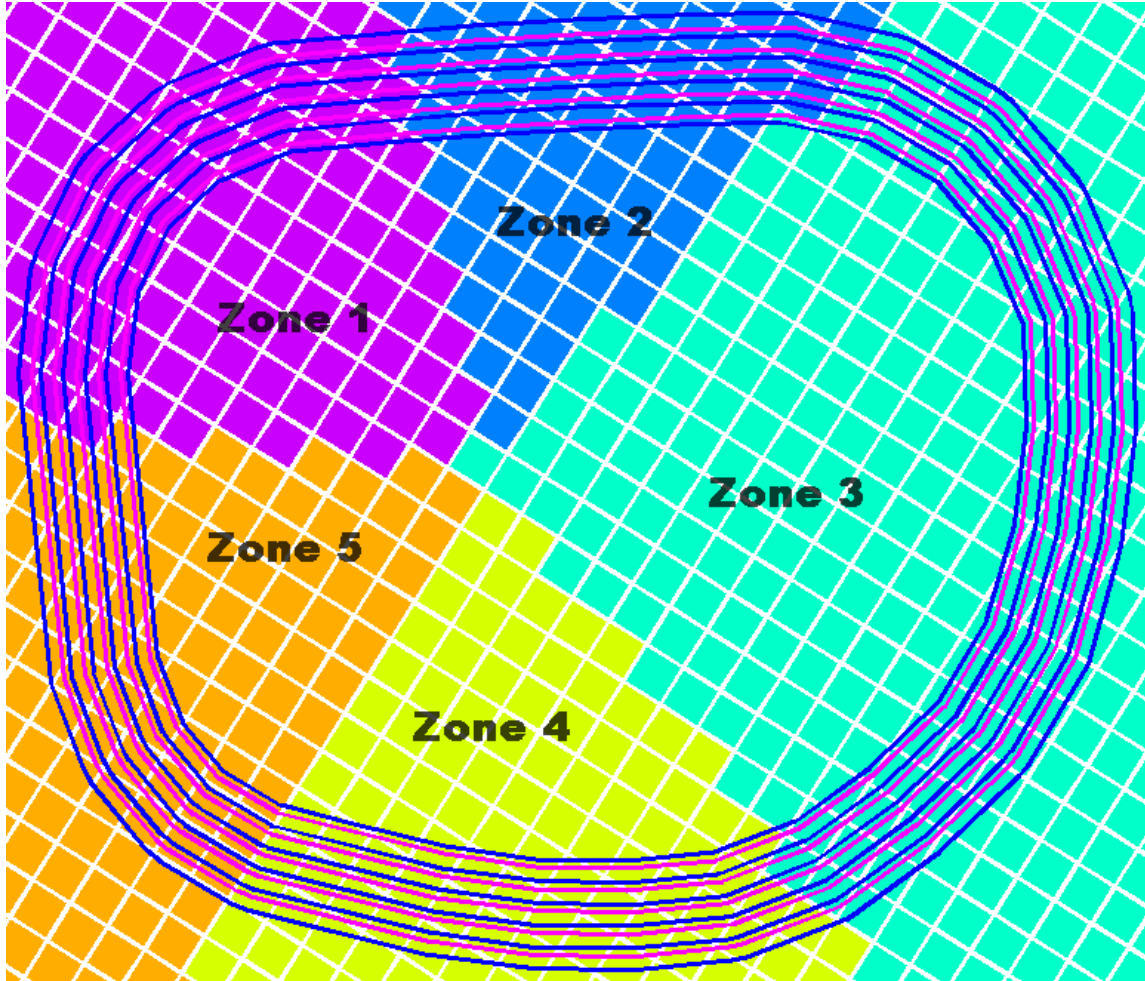


Figura 11. Contornos que representan la modificación del valor de ancho de berma Berm Width de la figura 9m con un valor de talud de frente (Face Slope) de 70 grados y un talud de tajo (Pit Slope) de 25 grados (máximo), lo que resulta en una expansión en talud del frente y del tajo.

Al utilizar las opciones Face slope, Pit slope y Berm width que aparecen en la pestaña Required u Optional, puede implementar taludes simples o complejos para el diseño de la excavación. Al comprender la forma en que estos valores se emplean y se calculan, aumenta el control del usuario sobre la expansión, lo cual reduce la necesidad de empalmar crestas y pies y posibilita un empleo más eficiente de la herramienta Pit Expansion.