

UNIVERSIDAD DE SONORA

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y MINAS**

Manual de Software Minero Vulcan

DISERTACIÓN

Que para obtener el Título de:
INGENIERO MINERO

Presenta:

**JORGE SAMUEL ESTRADA SAUCEDA
OMAR ADRIÁN MUNGUÍA FÉLIX**

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

RESUMEN

El objetivo de esta disertación es presentar un manual que comprenda todos los aspectos básicos que engloba el software Vulcan, usado en la industria minera, con el cual el alumno o cualquier otra persona que utilice este manual, sea capaz de usar este programa de una forma intuitiva, fácil y eficiente, para que pueda aplicar los conocimientos obtenidos en su camino académico o profesional dentro de un entorno virtual.

ÍNDICE

<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
<u>I. INTRODUCCION.</u>	<u>1</u>
1.1 <u>¿Qué es Vulcan?</u>	<u>1</u>
1.2 <u>Jerarquía de datos</u>	<u>2</u>
<u>II. INICIANDO VULCAN</u>	<u>5</u>
2.1 <u>Crear un folder</u>	<u>5</u>
2.2 <u>Arrancar Vulcan</u>	<u>6</u>
<u>III. INTERFAZ DE USUARIO</u>	<u>13</u>
3.1 <u>Interfaz general</u>	<u>14</u>
3.1.1 <u>Menú principal</u>	<u>15</u>
3.1.2 <u>Barra de herramientas</u>	<u>16</u>
3.1.3 <u>Explorador de Vulcan</u>	<u>17</u>
3.1.4 <u>Ventana de reporte.</u>	<u>18</u>
3.1.5 <u>Barra de estatus</u>	<u>19</u>
3.1.6 <u>Barra de aplicación</u>	<u>19</u>
3.1.7 <u>Ventana principal</u>	<u>20</u>
3.2 <u>Visualizar datos</u>	<u>21</u>
3.2.1 <u>Look at</u>	<u>21</u>

3.2.2 Barra de herramientas gráficas	22
--------------------------------------	----

IV. FUNCIONES BÁSICAS	25
-----------------------	----

4.1 Herramientas básicas	25
--------------------------	----

4.2 Barra de herramientas	26
---------------------------	----

4.2.1 ¿Qué es un Layer?	29
-------------------------	----

4.2.2 Puntos	33
--------------	----

4.2.3 Líneas	36
--------------	----

4.2.4 Polígonos	37
-----------------	----

4.2.5 Polígonos Texturizado	39
-----------------------------	----

4.2.6 Rectángulo	41
------------------	----

4.2.7 Spline	42
--------------	----

4.2.8 Arco	44
------------	----

4.2.9 Elipse	47
--------------	----

4.2.10 Grid	49
-------------	----

4.2.11 Flechas	51
----------------	----

4.2.12 Texto	53
--------------	----

4.2.13 Eliminar	57
-----------------	----

4.2.14 Mover	58
--------------	----

4.2.15 Insertar	61
-----------------	----

V. IMPORTAR Y EXPORTAR DATOS	65
------------------------------	----

5.1 Importar archivos AutoCAD	65
-------------------------------	----

5.2 Exportar archivos AutoCAD	67
-------------------------------	----

VI. TRIANGULACIONES SOLIDAS	69
-----------------------------	----

VII. MODELO DE BLOQUES	73
------------------------	----

7.1 Localizar el modelo de bloques	74
------------------------------------	----

7.2 Editor de leyendas	75
------------------------	----

7.3 Visualización del modelo de bloques	79
---	----

7.4 Visualizar tipos de rocas	80
-------------------------------	----

7.5 Visualizar mineral	86
------------------------	----

7.6 Block Model Slice	90
-----------------------	----

7.7 Dynamic Block Model	96
-------------------------	----

7.8 Grade Shells	99
------------------	----

7.8.1 Calcular volumen	102
------------------------	-----

7.9 Dividir un sólido en niveles	104
----------------------------------	-----

7.10 Calculo de reservas	109
--------------------------	-----

7.11 Editor de reservas avanzado	111
----------------------------------	-----

VIII. MINADO A CIELO ABIERTO	115
8.1 Importar la triangulación de un terreno	115
8.2 Crear el contorno del tajo	117
8.3 Seleccionar el nivel del polígono	117
8.4 Herramienta AutoPit	120
8.5 Calculo de Volumen Extraído	122
8.6 Actualizar topografía	125
8.7 Diseño de tepetateras	127
8.8 Diseño de tajo con rampa	133
8.9 Reporte de extracción	137
8.10 Calculo de reservas.	138
IV. MINADO SUBTERRANEO	143
9.1 Preparar nuestra área de trabajo	143
9.2 Diseño de rampa	145
9.3 Primitivas	148
9.4 Obras de explotación	150
9.4.1 Cross Cuts	152
X. DISEÑO DE PLOTEO	157

10.1 FILE-PLOT ALL WIZARD 157

10.2 FILE-PLOT QUICK PLOT 162

XI. CONCLUSIONES 167

I. Introducción

Este trabajo de disertación tiene como motivo representar todos los conocimientos adquiridos acerca del software minero Vulcan, y plantearlos en un manual básico, el cual les permitirá a los alumnos llevar a cabo las operaciones dentro del software de una manera más rápida, para poder complementar el conocimiento adquirido en clase, además de servir de apoyo para los usuarios que nunca han manipulado este tipo de programas, sirviendo como un manual de introducción al uso de estos.

1.1 ¿Qué es Vulcan?

Toda mina requiere de un software que pueda representar toda la información que día a día se va recaudando por motivo de sus operaciones, además de que estos se deben presentar de una manera clara y concisa, para poder ser valorados por el personal que está laborando en ese momento.

Con los datos recaudados y presentados de una forma clara, entendible, y que cuente con un significado en cuanto a los requerimientos económicos y temporales de una operación, se podrán tomar decisiones en cuanto a la planeación del proyecto, ya sea a corto, mediano o largo plazo, para aprovechar de una mejor manera los recursos de la mina, esto con el motivo de mejorar el uso del personal y de los equipos mineros que laboran dentro de la mina, y, por ende, aumentar las ganancias netas disminuyendo costos de operación.

Debido a que Vulcan es un programa computacional, a continuación, se definirán algunos conceptos básicos manejados por el software, esto con el motivo de facilitar el entendimiento de ciertos conceptos:

- Carpeta (*Folder*): esta es el área de trabajo donde se almacenan todos los datos recabados por Vulcan, la cual es un directorio localizado en el archivo de sistemas de la computadora.
- Archivo de diseño (*Design File*): es el archivo de base de datos estándar que maneja Vulcan. Este archivo contiene datos de diseño o CAD (líneas o polígonos, etc) creados durante el proyecto. Por convención este archivo tendrá extensión ".dgn" (extensión predeterminada).
- *Layers*: estos son la clasificación de agrupamiento en un archivo de diseño.
- Objetos: entidades de datos secuenciales.
- Puntos: Unidad mínima de datos, que cuentan con coordenadas de x, y, z.

Cabe notar que los datos son guardados unos dentro de otros, lo que facilita su manejo en jerarquías, como, por ejemplo:

- Dentro de las bases de datos de diseño los *Layers* no son guardados como archivos individuales, sino que estos son guardados como un solo archivo.
- Dentro de los *Layers* se almacenan los objetos.
- Cada objeto es la conformación de un conjunto de puntos secuenciales, los cuales pueden tomar la forma de líneas, polígonos, etc, o un conjunto de todos estos, los cuales son transformados en un solo objeto si así es requerido.

A lo largo de este manual estos conceptos serán ampliamente utilizados.

1.2 Jerarquía de datos.

La manera en que el software Vulcan organiza los datos es de manera decreciente, la cual dependerá de la complejidad de estos. De esta forma, será más fácil tener un control sobre todos

los datos que se engloban en un proyecto minero, ya que la complejidad de un conjunto de datos varía dependiendo de la operación que se ha realizado. Esto nos permitirá tener un mejor control dentro de nuestro proyecto en cuanto a los recursos que vayamos generando a lo largo de nuestro trabajo, ya que, en caso de querer buscar una triangulación o levantamiento topográfico en específico, podremos buscarlo siguiendo una línea específica y ordenada (imagen 1.1).

A continuación, se observa como es la jerarquía de datos en Vulcan:

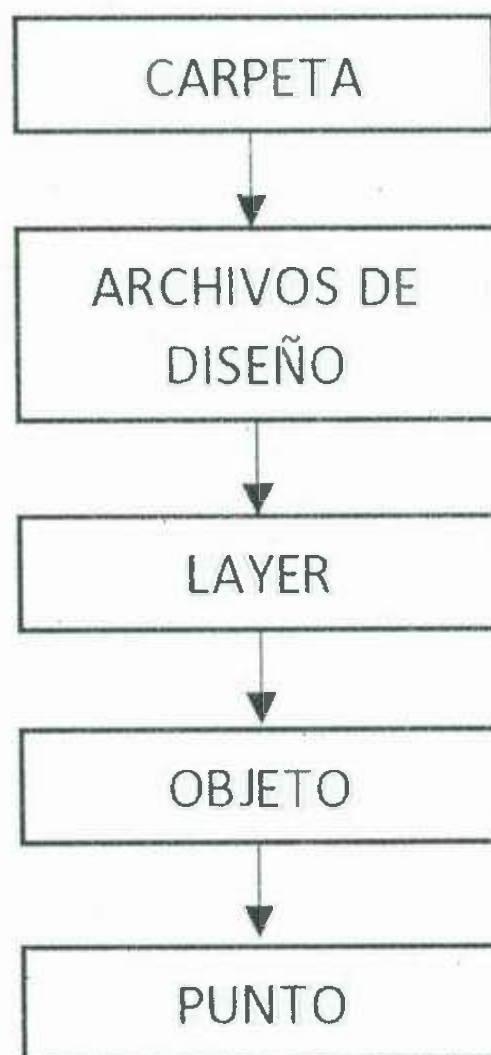


Imagen 1.1

II. Iniciando Vulcan

Una vez que estemos familiarizados con los conceptos básicos, podremos iniciar nuestro proyecto en Vulcan.

A partir de este momento, con proyecto nos referiremos a todo el trabajo que realicemos dentro de la carpeta designada para uso de Vulcan.

2.1 Crear un folder.

Para esto, lo primero que haremos será crear una carpeta dentro de nuestro escritorio, en la cual se ira guardando nuestro proyecto. La carpeta puede tener cualquier nombre, pero se recomienda que esta tenga un nombre relacionado con lo que vayamos a realizar, por ejemplo (imagen 2.1):



Imagen 2.1

Conforme vayamos avanzando con nuestro proyecto, dentro de la carpeta se irán acumulando datos de extensiones diferentes, los cuales serán los *Layers* o triangulaciones que se vayan creando, así como otras operaciones del software, sean estos recursos de operación, reportes de producción generados por el modelo de bloques u otras actividades, etcétera. Un ejemplo de un folder de proyecto se muestra en la siguiente imagen (imagen 2.2):

dgd_backup	05/09/2016 02:39	Carpeta de archivos	
cerro_de_la_campana.00t	05/09/2016 04:00	Archivo 00T	733 KB
exrci_file	13/09/2016 02:08	Archivo	0 KB
Manual_Vulcan.dgl	05/09/2016 02:38	Archivo DGI	1 KB
MINA_SONORA.00t	05/09/2016 03:59	Archivo 00T	28 KB
mva.utopit.dgd.isis	06/09/2016 02:48	Archivo ISIS	26 KB
mva.utopit.dgd.isix	06/09/2016 02:48	Archivo ISIX	2 KB
nivenvs.defaults	05/09/2016 02:45	Archivo DEFAULTS	2 KB
mvs.subteraneo.dgd.isis	13/09/2016 02:16	Archivo ISIS	25 KB
mvs.subteraneo.dgd.isix	13/09/2016 02:16	Archivo ISIX	2 KB
mvs.subteraneo.wrk.isis	13/09/2016 02:08	Archivo ISIS	23 KB
mvs.subteraneo.wrk.isis_lock	13/09/2016 02:08	Archivo ISIS_LOCK	1 KB
mvs.subteraneo.wrk.isis_wlock	13/09/2016 02:08	Archivo ISIS_WLOCK	0 KB
mvs.subteraneo.wrk.isix	13/09/2016 02:16	Archivo ISIX	2 KB
remnant.00t	06/09/2016 02:38	Archivo 00T	438 KB
solidramp.00t	06/09/2016 02:46	Archivo 00T	19 KB
solidtempl.00t	06/09/2016 02:43	Archivo 00T	20 KB
Tiradero_Nivel1.00t	06/09/2016 02:42	Archivo 00T	59 KB
Tiradero_Radial0.00t	05/09/2016 04:33	Archivo 00T	57 KB
Tiradero_Radial1.00t	05/09/2016 04:35	Archivo 00T	50 KB
Tiradero_Radial2.00t	05/09/2016 04:35	Archivo 00T	51 KB
Tiradero_Radial3.00t	05/09/2016 04:35	Archivo 00T	50 KB
Tiradero_Radial4.00t	05/09/2016 04:35	Archivo 00T	49 KB
topo.grafia_mina_Sonora.00t	06/09/2016 02:44	Archivo 00T	738 KB
volumen_extraido.00t	05/09/2016 03:54	Archivo 00T	68 KB
vulcan.chk	13/09/2016 02:16	Fragmentos de sr...	1 KB

Imagen 2.2

2.2. Arrancar Vulcan.

Para poder iniciar el software Vulcan, buscaremos el siguiente icono (imagen 2.3) en nuestro escritorio y le haremos doble clic:



Imagen 2.3

El icono expresa que en este manual se estuvo usando una versión de Vulcan creada por Maptek, la cual cuenta con la actualización 9.1.3, que corre dentro de un sistema operativo de 64 bits.

Ya iniciado el programa aparecerá la siguiente ventana (imagen 2.4):

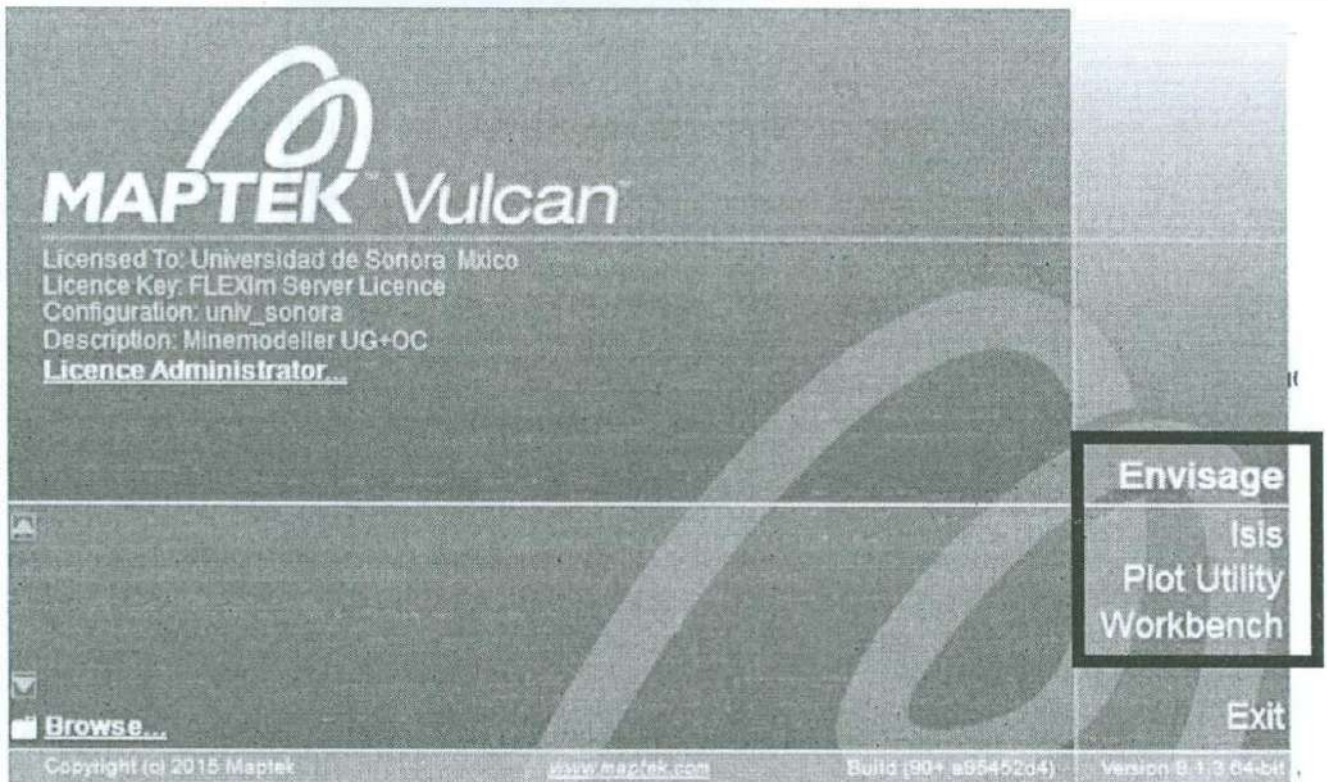


Imagen 2.4

En este cuadro de dialogo, en la parte inferior derecha (dentro del recuadro), se observan los siguientes botones:

- *Envisage*: Visualizador 3d y editor.
- *Isis*: Editor de base de datos que interactúa con *Envisage*.
- *Plot Utility*: Visualizador de archivos plot.
- *Settings*: Ajustes de arreglos dinámicos.

Para crear nuestro proyecto seguiremos los siguientes pasos:

1. Localizar el botón *Browse*, el cual se localiza en la parte inferior izquierda del cuadro de dialogo, y lo seleccionamos.
2. Aparecerá el siguiente buscador (imagen 2.5), con el cual buscaremos nuestra carpeta de proyecto, la seleccionaremos y daremos clic en aceptar.

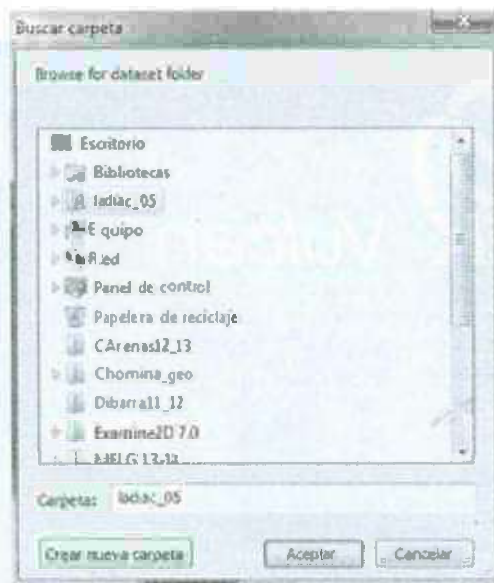


Imagen 2.5

- Una vez que seleccionamos nuestro proyecto, este aparecerá en nuestro historial (imagen 2.6), y una vez que trabajemos en este, podremos seleccionarlo cada vez que iniciemos Vulcan:



Imagen 2.6

- Damos clic en *Envisage*.
- Cuando se inicie el programa, aparecerá la siguiente ventana (imagen 2.7):

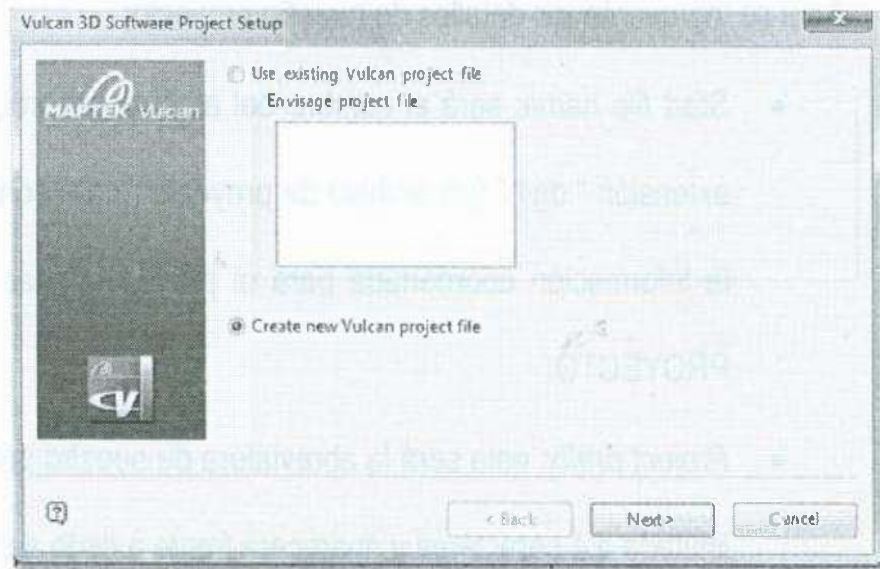


Imagen 2.7

En esta ventana tendremos las siguientes opciones:

- *Use Existing Vulcan project file*: en caso de que ya exista uno o varios proyectos guardados en esta carpeta, estos aparecerán en el cuadro de abajo.
- *Create new Vulcan project file*: nos permite crear un nuevo proyecto, el cual podremos personalizar dependiendo de los parámetros con los que trabajaremos.

6. Seleccionamos la segunda opción, y presionamos *Next*.

7. Aparecerá la siguiente ventana (imagen 2.8):

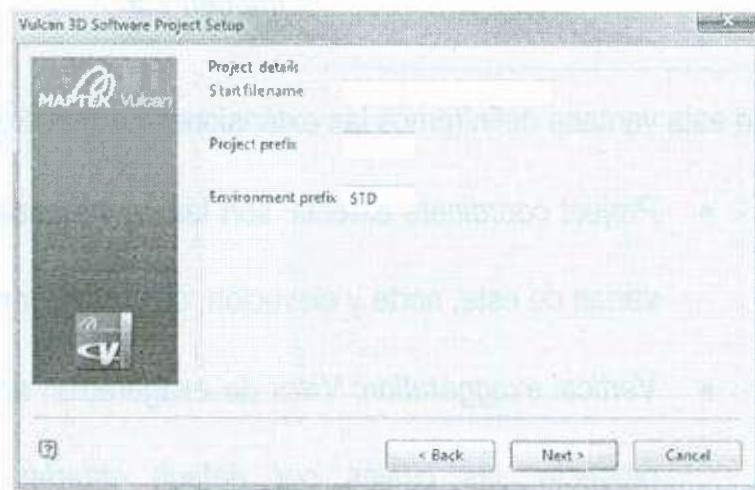


Imagen 2.8

Aquí se ingresarán los detalles de nuestro proyecto:

- *Start file name*: será el nombre del archivo general, y este nombre contará con extensión “.dg1.” (un archivo de proyecto “.dg1” contiene el código del proyecto, la información coordinada para el proyecto, y las unidades a usar), ejemplo: PROYECTO.
- *Project prefix*: esta será la abreviatura de nuestro proyecto. La abreviatura estará limitada a 4 caracteres y aparecerá frente a cada archivo de diseño que se cree.
- *Environment prefix*: es un código que se le agregará a los archivos secundarios, o el nombre de la compañía. Limitado a 4 caracteres.

8. Damos clic en *Next*, y aparecerá la siguiente ventana (imagen 2.9):

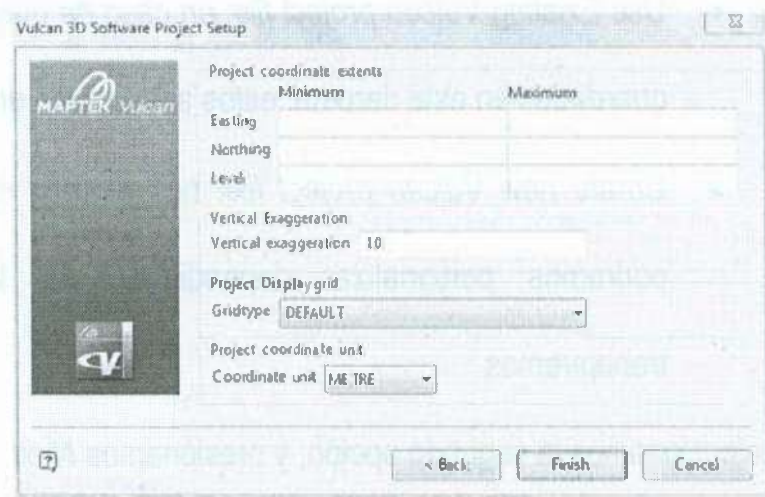


Imagen 2.9

En esta ventana definiremos las extensiones de nuestro proyecto, las cuales son:

- *Project coordinate extents*: son las coordenadas de extensión del proyecto, que varían de este, norte y elevación, con un valor mínimo y uno máximo.
- *Vertical exaggeration*: Valor de exageración aplicado a los valores Z de nuestro proyecto, las cuales por default estarán en relación 1:1 con nuestras coordenadas (x,y).

- *Project display grid*: especifica cómo se etiquetan los ejes de rotación en *Envisaje* (imagen 2.9), los cuales pueden ser:

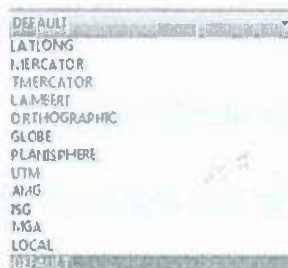


Imagen 2.9

- *Coordinate unit*: son las unidades de nuestro proyecto, en metros, yardas o pies.

Para nuestro proyecto, usaremos los siguientes datos (imagen 2.10):

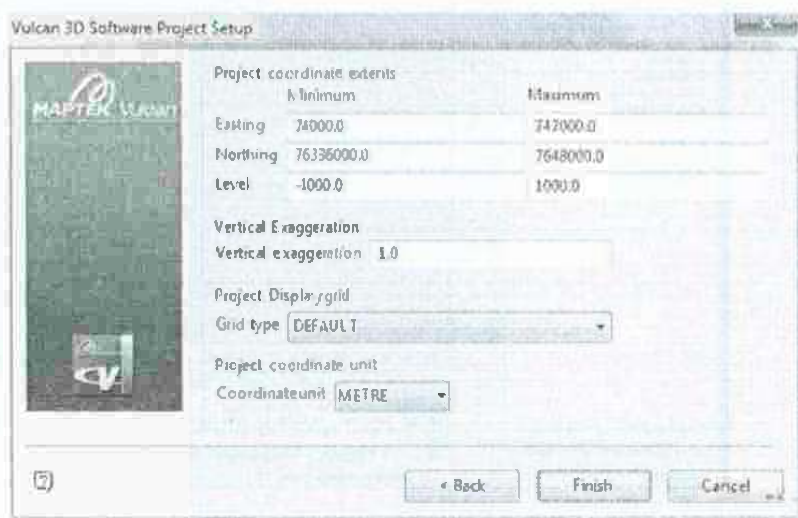


Imagen 2.10

9. Seleccionamos *Finish*, con lo que aparecerá la siguiente ventana (imagen 2.11):



Imagen 2.11

Este cuadro de dialogo nos pide que seleccionemos un archivo de diseño, pero como no existe ninguno, crearemos uno nuevo, con el nombre de NUEVO_PROYECTO. Al finalizar presionar OK.

Cada vez que abramos nuestro proyecto, esta misma ventana aparecerá al inicio, con la que podremos seleccionar en que archivo de diseño trabajaremos.

10. Una vez finalizado con nuestro nuevo proyecto, la ventana de Vulcan se vera de la siguiente forma (imagen 2.12):

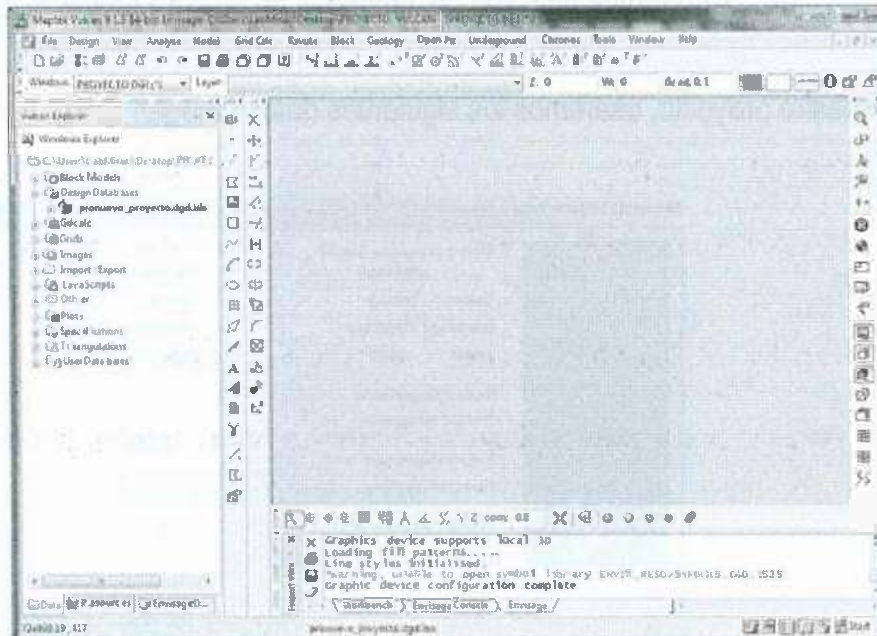


Imagen 2.12

Podremos observar que en *Vulcan Explorer*, nuestro archivo de diseño se guardó como "prnuevo_proyecto.dgd.isis", esto por el prefijo que especificamos al iniciar nuestro nuevo proyecto. Además, en la pestaña de dialogo *Window*, estará designado PROYECTO.DG1, que es el nombre original de nuestro proyecto. Ahora, cada vez que iniciemos Vulcan, podremos nuestro trabajo en la primera ventana que aparece en nuestra interfaz.

III. Interfaz del usuario.

La interfaz de usuario usada por Vulcan, al igual que muchas otras usadas por diferentes softwares especializados para la industria minera, tomaron características de la aplicación AutoCAD, que es un programa tipo CAD (*Computer-Aided Design* o Diseño Apoyado por computadora), el cual tuvo sus inicios en 1982. Este software se especializa en diseños en dos o tres dimensiones, usado por un amplio rango de industrias, como ingeniería, diseño gráfico, arquitectura, etc., ha probado ser una base sólida para poder ser usada por la minería. La interfaz de Vulcan tiene un parecido con la de AutoCAD, lo cual facilita la transición de un programa a otro, lo cual le permitirá al usuario interactuar con las herramientas de una manera intuitiva. Los dos programas comparten varias similitudes, como barra de menús, de herramientas, ventanas y opciones que son destinadas para el diseño de objetos en dos o tres dimensiones.

La interfaz del usuario en Vulcan está diseñada para poder manejar todos los datos de una manera amigable. En este capítulo analizaremos las diferentes partes que componen nuestra área de trabajo.

3.1 Interfaz general.

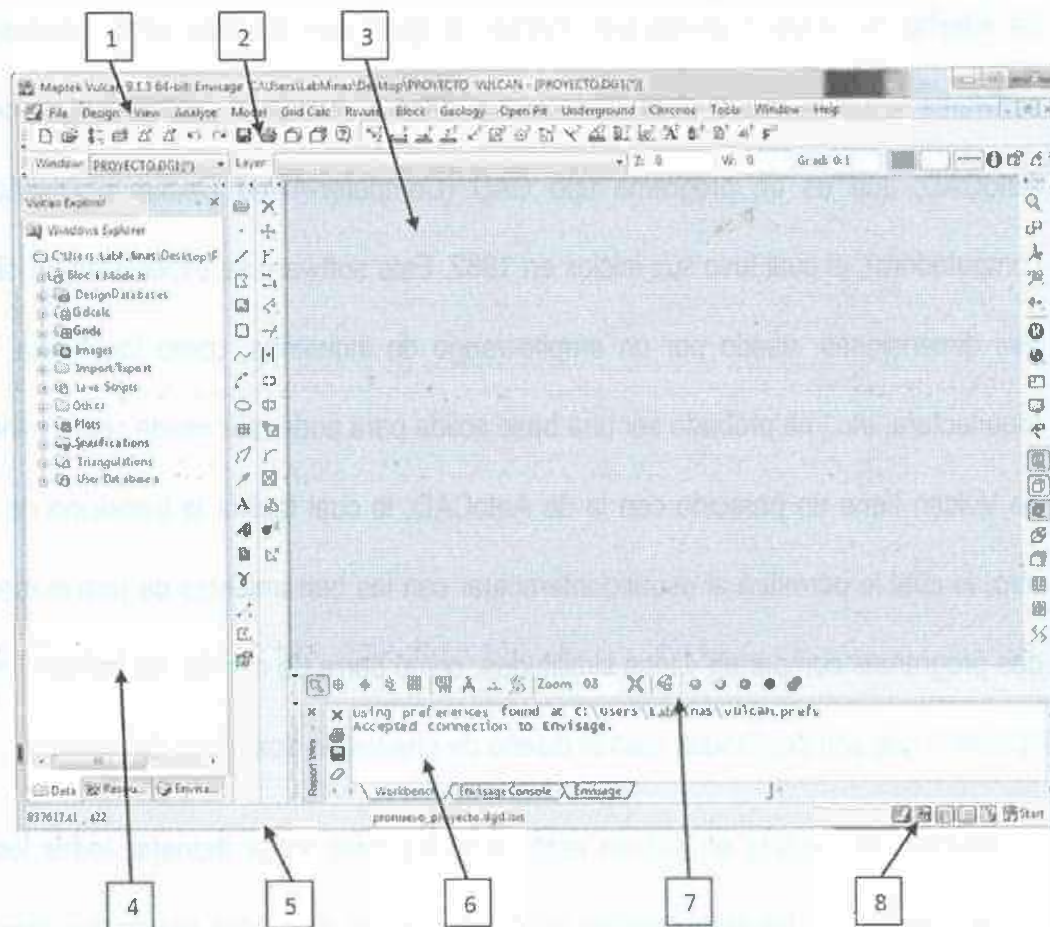


Imagen 3.1

En la imagen 3.1 se puede observar la interfaz de usuario de Vulcan, la-cual cuenta con las siguientes características:

- 1) Menú principal.
- 2) Barra de herramientas de menú.
- 3) Ventana principal.
- 4) Ventana del explorador.
- 5) Barra de estatus.
- 6) Ventana de reporte.

7) Barra de herramientas de la ventana.

8) Barra de aplicación.

Como se puede observar, estas características se pueden agrupar en tres grupos, menú, ventanas y barras de estatus, de aplicación y de herramientas.

3.1.1. Menú principal.

Localizado en la parte superior, justo por debajo de la barra de título, es donde se encuentran la mayoría de las opciones de Vulcan, las cuales varían dependiendo de la licencia con la que se esté trabajando.

La barra de menús cuenta con las siguientes listas de opciones desplegables, agrupadas de la siguiente manera las más importantes:

- *File*: contiene todas las opciones que tienen que ver con el manejo del archivo o proyecto.
- *Design*: contiene opciones relacionadas al diseño dentro del proyecto.
- *View*: abarca todas las formas de vista y opciones para modificar la visibilidad de nuestro proyecto.
- *Analyse*: permite realizar un análisis completo de las diferentes características de nuestro trabajo.
- *Model*: nos permite modificar los cuerpos dentro de nuestro proyecto.
- *Open Pit*: contiene opciones que permiten trabajar con proyectos de minas a tajo abierto.
- *Underground*: contiene opciones que permiten trabajar con proyectos de minas subterráneas.
- *Window*: presenta opciones acerca de la visualización de ventanas.

- *Help*: contiene opciones de ayuda.

3.1.2. Barra de herramientas

Dentro de la barra de herramientas estarán los botones y controles que proporcionan un rápido acceso a comandos CAD.

Existen dos barras de herramientas:

- La barra de herramientas del menú, como la que se observa en la figura 3.2, para acceder a esta opción, iremos a la barra de Menús en *Tools—Toolbar Visibility*. Una vez que aparece la ventana, podremos seleccionar que barra de herramientas queremos dentro de nuestro espacio de trabajo.
- La barra de herramientas de *Window*, como la que se observa en la imagen 3.2 (la ventana de dialogo superior nos permite seleccionar que barra de herramientas será visible en nuestra interfaz, mientras que la barra inferior indica una barra de herramientas vista en nuestra área de trabajo)..



Imagen 3.2

3.1.3. Explorador de Vulcan.

Dentro de esta ventana podremos buscar todos los datos que hemos almacenado dentro de las carpetas de nuestro proyecto, la cual se muestra en la imagen 3.3. Esta ventana también permite un fácil movimiento de estos archivos a nuestra área de trabajo, además de mejorar la organización moviendo archivos o eliminándolos.

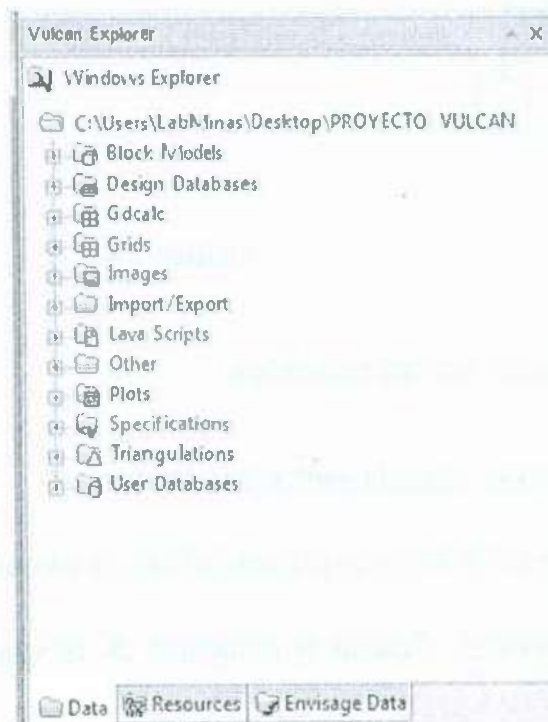


Imagen 3.3

Las pestañas en la parte inferior de la ventana son las siguientes:

- *Data*: muestra los archivos con los que se está trabajando dentro de nuestro proyecto en *Envisage*.
- *Resources*: despliega archivos en el área de *Vulcan Resources*.
- *Envisage data*: Muestra únicamente los archivos que se encuentran en uso dentro de nuestra área de trabajo.

3.1.4. Ventana de reporte.

Esta ventana despliega información de texto que se genera cuando una aplicación de nuestro proyecto se encuentra en uso. La ventana se muestra en la figura 3.4.

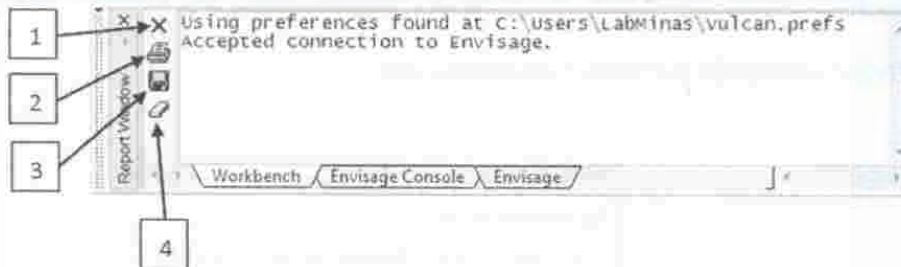


Imagen 3.4

Los iconos que se marcan son los siguientes.

- 1) Cerrar contenidos: cierra la ventana de reporte.
- 2) Imprimir contenidos: Imprime el contenido de la ventana de reporte.
- 3) Guardar contenidos: Guarda el contenido de la ventana de reporte en un archivo de texto.
- 4) Limpiar contenidos: borrar todo el contenido de la ventana de reporte.

Las pestañas que se encuentran en la parte inferior son:

- *Workbench*: muestra información desde donde se almacenan las preferencias de nuestra área de trabajo.
- *Envisage Console*: muestra errores o mensajes.
- *Envisage*: muestra reportes y listas que se generan al realizar ciertas operaciones, que necesitan ser detalladas en cuanto a su contenido.

3.1.5. Barra de estatus.

Esta barra (imagen 3.5) muestra información relacionada a la aplicación actual.



Imagen 3.5

Los datos enumerados se describen a continuación:

- 1) *Prompt*: muestra un mensaje en relación a la opción que está siendo utilizada en ese momento.
- 2) *Coordinates*: muestra las coordenadas del puntero en la pantalla.
- 3) *Function*: muestra el nombre de la función actual.
- 4) *Design Database*: muestra la base de datos de diseño.

3.1.6. Barra de aplicación.

En esta barra (imagen 3.6) se muestran botones que corresponden a Vulcan *Ervisage*, ventana del explorador, ventana de reporte y ayuda de Vulcan.

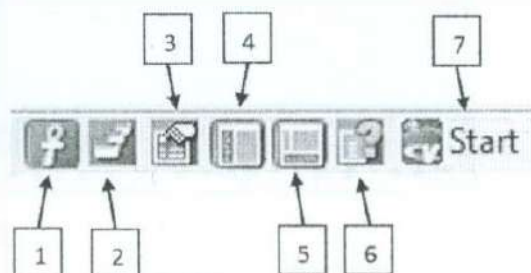


Imagen 3.6

Los iconos enumerados se describen a continuación:

- 1) *Switch to IssiDBApp*: permite cambiar a modo Isis.
- 2) *Envisage*: permite cambiar de modo *ISIS* a *Envisage*.
- 3) Muestra la Ventana de propiedades.
- 4) Explorador de Vulcan: muestra u oculta el explorador.
- 5) Ventana de Reporte: muestra u oculta la ventana de reporte.
- 6) Inicio Ayuda de Vulcan.
- 7) Inicio Aplicación: permite iniciar alguna aplicación de las siguientes: *Envisage*, *Isis*, *Plot Utility*, *Block Model Utility*, *Rapid Pit Design*, *TC Shell*.

3.1.7. Ventana Principal.

Esta será nuestra ventana por defecto, la cual podrá visualizarse en 3D (imagen 3.7). Es aquí donde podremos visualizar todo nuestro proyecto, el cual tendrá la extensión ".dg1" (esta extensión se utiliza para guardar datos relacionados con nuestro proyecto).

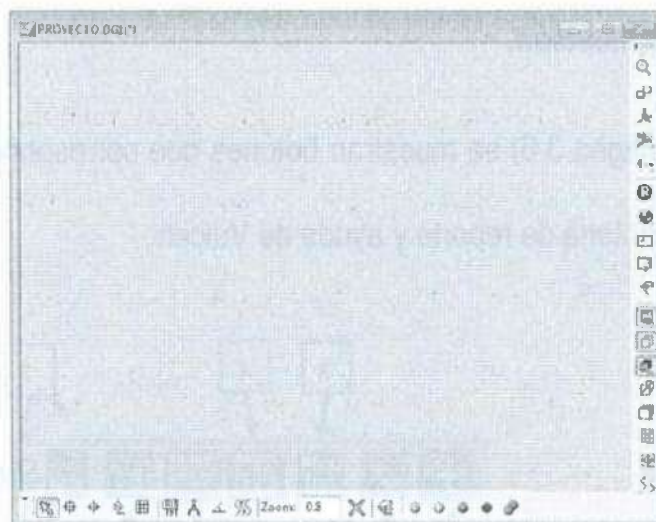



Imagen 3.

3.2.1. Look at

Los botones de *LOOK AT* nos permiten visualizar los datos desde todas sus vistas. Se puede definir de varias maneras, vista de izquierda, derecho, atrás arriba, abajo, isométrico y también vista desde un punto o inclusive usar una vista de vuelo. Para usarlo es necesario darle clic al siguiente icono:  *look from point* y seleccionar la vista que deseemos, desde el siguiente cuadro de dialogo (imagen 3.8):

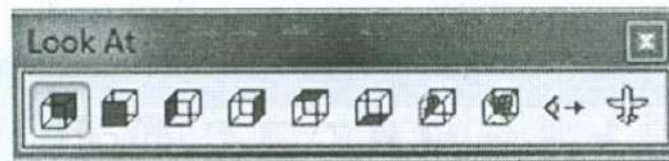










Imagen 3.8

Las vistas se desglosarán a continuación, cada una con su función:

- *Look back*  (vista trasera): La vista de los objetos serán cargados desde atrás.
- *Look front*  (vista frontal): La vista de los objetos serán cargados desde enfrente.
- *Look left*  (vista izquierda): La vista de los objetos serán cargados de la izquierda.
- *Look Right*  (vista desde derecho): La vista de los objetos serán cargados de la derecha.
- *Look Top*  (vista superior): La vista de lo objetos serán cargados desde arriba.
- *Look Bottom*  (vista inferior): La vista de los objetos serán cargados desde abajo.
- *Look Isometric Left*  (vista isométrica izquierda): La vista de los objetos serán cargadas de una vista isométrica izquierda.
- *Look Isometric Right*  (vista isométrica derecha): La vista de los objetos será cargada desde una vista isométrica derecha.

- *Look from point* ↔ (vista desde un punto): La vista de los objetos será cargada desde un punto especificado.
- *Flying Viewpoint* ✈ (vista desde modo de vuelo): Entrará en modo vuelo.

3.2.2. Barra de herramientas graficas (*the graphics toolbar*)

A continuación, se desglosará la barra de herramientas grafica (imagen 3.9):

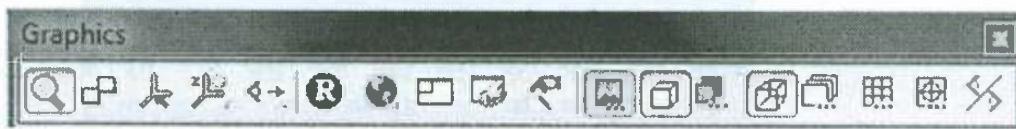











Imagen 3.9

- *Zoom* 🔍: amplia un objeto luego de seleccionarlo en la pantalla.
- *Pan* 🖱: mueve la vista de la pantalla primero se selecciona un punto inicial y luego uno final.
- *Virtual sphere rotation* 🌐: permite la rotación de objetos seleccionados en forma de esfera, para tener mejor vista.
- *Look from point* ↔: permite ver los objetos desde diferentes puntos de vista.
- *Reset view* Ⓜ: botón de reinicio de vistas, reinicia las vistas a su estado por defecto.
- *Zoom data extents* 📏: ajusta el zoom para que todos los datos cargados queden visibles.
- *Overview Window* 🖱: crea una vista secundaria, para ver la orientación dese una vista diferente.
- *Screen dump* 🖨: captura el contenido actual de la pantalla.

- *Effects Toolbar* : Mostrara la barra de efectos.
- *Toggle Texture* : permite activar o desactivar las texturas.
- *3D/solid Shading* : permite activar o desactivar la visualización solida de las triangulaciones.
- *Enable Translucency* : permite activar o desactivar la translucidez de las triangulaciones.
- *Perspective View* : permite activar o desactivar la vista en perspectiva.
- *Toggle sliced view* : permite alternar la vista en rebanadas. Cambia a secciones
- *Toggle Grid Display* : permite activar o desactivar la cuadrícula.
- *Toggle custom cursor* : se presiona clic derecho y se activan las propiedades del cursor.
- *Save view* : guardar vista.

IV. Funciones básicas

En este capítulo se describirán algunas de las funciones más importantes dentro de este software, las cuales más adelante facilitarán el entendimiento de los temas más avanzados, tales como modelo de bloques, así como aplicar estos conocimientos para trabajar con métodos de minado subterráneo y a cielo abierto.

Cada herramienta se ira describiendo con detalle, y conforme se vaya avanzando en el capítulo, la descripción será más específica, ya que estas funciones se irán complementando una con la otra.

4.1. Herramientas básicas.

Todo software de representación de datos cuenta con una barra de herramientas que tiene ciertas funciones básicas que sirven para poder presentar lo que se quiere observar, es por esto que estas herramientas son clave al momento de representar datos.

Las funciones principales son la creación de puntos y líneas, con las cuales es posible crear formas y objetos. Para entenderlos mejor, a continuación, se mostrará su significado:

- Punto: ente adimensional que describe una posición en el espacio.
- Línea: sucesión continua de puntos trazados.

Pero además de la creación de puntos y líneas, existen más funciones, las cuales complementan la acción del usuario en cuanto a la edición del proyecto, las cuales son la creación de polígonos, objetos tridimensionales, mover y copiar objetos, entre otras, las cuales serán descritas a continuación:

4.2. Barra de herramientas.

La barra de herramientas se encuentra dentro de la interfaz del usuario, en la parte superior izquierda, es un conjunto de iconos que están distribuidos en dos columnas, las cuales, al posicionar el cursor sobre uno de estos iconos, mostrara el nombre de la función.

Para poder activar cualquiera de las funciones, solo es necesario, con ayuda del cursor, presionar clic encima de un icono, y con esto la función se activará y será posible utilizarla para editar el proyecto, además de que se pueden buscar en la barra de menú, en *Design*.

El menú *Design* es uno de los muchos menús del *Envisage*. Este contiene submenús para crear y editar trabajo de diseño (líneas, puntos, polígonos, etc.) así como otros submenús muy útiles que asistirán los trabajos de creación y edición. En la siguiente imagen (imagen 4.1) se muestra el menú desplegado:


















Imagen 4.1

La función de este tipo de herramientas es la de plasmar de una manera más exacta y entendible todos los datos que son recabados desde el campo, y así facilitar el trabajo dentro de una mina.

Cabe destacar que todas estas funciones están tienen un nombre en inglés, por lo que se incluirá a lo largo del manual una traducción al español de cada termino que este en otro idioma.

En la siguiente tabla (tabla 1) se presenta un desglose de lo que es la barra de herramientas, con el nombre que aparece en el programa y su traducción:

Icono	Nombre	Traducción
	<i>Layer</i>	Layer
	<i>Point</i>	Punto
	<i>Line</i>	Línea
	<i>Polygon</i>	Polígono
	<i>Textured Polygon</i>	Polígono texturizado
	<i>Rectangle</i>	Rectángulo
	<i>Spline</i>	Ranura
	<i>Arc</i>	Arco
	<i>Ellipse</i>	Elipse
	<i>Grid</i>	cuadrícula
	<i>2D Arrow</i>	Flecha 2D
	<i>3D Arrow</i>	Flecha 3D
	<i>2D Text</i>	Texto 2D
	<i>3D Text</i>	Texto 3D
	<i>Feature</i>	Característica




















	<i>Symbol</i>	Símbolo
	<i>Line draw by hand</i>	Línea dibujada a mano
	<i>Polygon draw by hand</i>	Polígono dibujado a mano
	<i>Configure draw by hand</i>	Configuración dibujada a mano
	<i>Delete</i>	Eliminar
	<i>Move</i>	Mover
	<i>Insert</i>	Insertar
	<i>Merge</i>	Unir
	<i>Sequence</i>	Secuencia
	<i>Relimit</i>	Re limitar
	<i>Apply off set</i>	Aplicar offset
	<i>Split object</i>	Dividir objeto
	<i>Split at intersection</i>	Dividir en intersección
	<i>Modify area</i>	Modificar área
	<i>Chamfer</i>	chafilán
	<i>Expand</i>	Expandir
	<i>Scale</i>	Escala
	<i>Explode</i>	explotar
	<i>Delete bridges</i>	Eliminar puentes

Tabla 1

Ya que fueron señalados los nombres de cada función, se describirán las funciones más utilizadas del software.


4.2.1. ¿Qué es un Layer?

En los softwares CAD (diseño asistido por computadora), es común utilizar el término *Layer*, el cual es la representación gráfica de un conjunto de datos, los cuales pueden ser un conjunto de puntos o líneas, hasta texto y figuras geométricas.

Estos Layers pueden tener nombres de hasta 40 caracteres y una descripción de hasta 80 caracteres.

En La interfaz de usuario, el icono representativo para crear un *Layer* es el siguiente:

Para crear un nuevo *Layer*, se pueden usar dos rutas:

1. En el menú de opciones: *Design>Create-Layer*
2. En la barra de herramientas: únicamente se selecciona el icono de *Layer*. 

Una vez seleccionada la acción *Layer*, aparecerá una ventana nueva (imagen 4.2), la cual pedirá designar un nuevo nombre y una descripción:

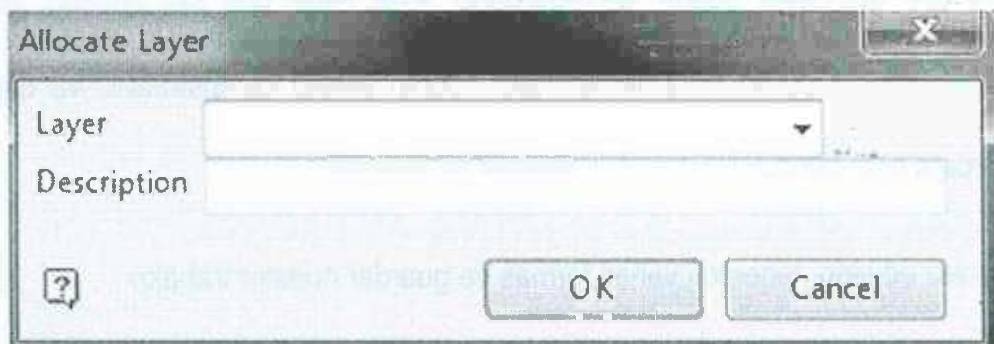


Imagen 4.2

Los recuadros a llenar son los siguientes:

- *Layer*: Nombre con el que se le designara.
- *Description*: Una breve descripción de las características del nuevo *Layer*.

Una vez que se realizó el llenado de los datos, entonces presionamos *OK*, o en caso de que no se quiera continuar con la operación, seleccionamos *Cancel*.

Al momento de crear un nuevo *Layer*, este se podrá visualizar en la ventana del explorador de Vulcan, en el folder "*Design Database*", el cual se compone de Sub-carpetas, que son creadas por default al momento de iniciar Vulcan, para guardar proyectos distintos.

Cada "*Design File*" guardara los distintos *Layers* que se vayan creando conforme sea necesario, para poder visualizar un proyecto. En nuestro caso, nuestro nuevo *Layer*, el cual llamaremos

- NEW LAYER, el cual tendrá la descripción: nuevo Layer, (imagen 4.3):

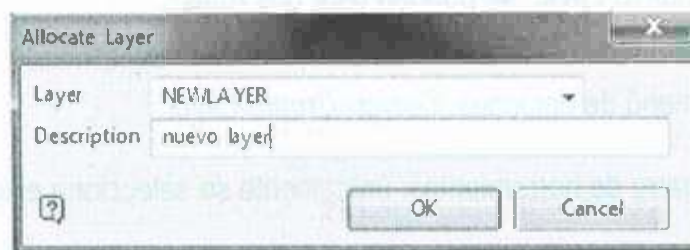


Imagen 4.3

Para que un *Layer* pueda ser guardado, este tiene que ser editado, por esto, crearemos únicamente un punto en este apartado, como efecto demostrativo, ya que más adelante se abarcará este tema.

Una vez editado, tenemos varias formas de guardar nuestro trabajo:

1. En el menú de opciones: *File-Save Layer*.
2. Simplemente usando el icono *Save*.

Al momento de salvar el *Layer*, aparecerá la siguiente ventana (imagen 4.4):



Imagen 4.4

Es entonces que podemos ir al explorador de Vulcan y observaremos que nuestro nuevo *Layer* ha sido creado (imagen 4.5):



Imagen 4.5

En esta figura podemos observar que nuestro *Layer* aparece en "diseserie3.dgd.isis".

Nota: cuando un *Layer* está en negritas, significa que este puede ser editado.

Conforme se va trabajando en un proyecto, diariamente se van introduciendo cientos de datos, por lo que conforma se van realizando nuevos *Layer* para poder facilitar la diferenciación de cada conjunto de datos, se van a ir creando nuevos *Layer*, los cuales, una vez avanzado el proyecto, se pueden ver de la siguiente manera (imagen 4.6):



Imagen 4.6

Para poder abrir un Layer, se puede hacer de dos formas:

1. Hacemos clic derecho sobre el Layer que queremos abrir, entonces aparecerá una ventana de opciones (imagen 4.7), la cual se describe a continuación:



Imagen 4.7

Aquí aparecen las siguientes opciones:

- Load: Cargar el Layer en la ventana principal.
- Remove: remover el Layer de la ventana principal.
- Reload: recargar el Layer.
- Save: Salvar los avances realizados.
- Create Copy: Crear una copia del Layer seleccionado.



Imagen 4.4

Es entonces que podemos ir al explorador de Vulcan y observaremos que nuestro nuevo *Layer* ha sido creado (imagen 4.5):



Imagen 4.5

En esta figura podemos observar que nuestro *Layer* aparece en "diseserie3.dgd.isis":

Nota: cuando un *Layer* está en negritas, significa que este puede ser editado.

Conforme se va trabajando en un proyecto, diariamente se van introduciendo cientos de datos, por lo que conforma se van realizando nuevos *Layer* para poder facilitar la diferenciación de cada conjunto de datos, se van a ir creando nuevos *Layer*, los cuales, una vez avanzado el proyecto, se pueden ver de la siguiente manera (imagen 4.6):



Imagen 4.6

Para poder abrir un Layer, se puede hacer de dos formas:

1. Hacemos clic derecho sobre el Layer que queremos abrir, entonces aparecerá una ventana de opciones (imagen 4.7), la cual se describe a continuación:



Imagen 4.7

Aquí aparecen las siguientes opciones:

-Load: Cargar el Layer en la ventana principal.

-Remove: remover el Layer de la ventana principal.

-Reload: recargar el Layer.

-Save: Salvar los avances realizados.

-Create Copy: Crear una copia del Layer seleccionado.

-Delete: Eliminar el Layer.

-Rename: Renombrar el Layer.

-Refresh: refrescar.

2. Seleccionamos el Layer con un clic izquierdo del ratón, entonces lo arrastramos hacia el área de trabajo.

Nota: la dinámica para los siguientes temas será la de crear un Layer específico para cada uno de estos.

4.2.2. Puntos.

Para la creación de puntos en nuestro proyecto, lo primero que haremos será la creación de un nuevo Layer, usando los procedimientos realizados anteriormente, el cual será designado con el nombre PUNTOS, y tendrá como descripción: serie de puntos.

Una vez que creamos nuestro nuevo Layer, comenzaremos a crear puntos, para lo cual utilizaremos la herramienta de creación de puntos, para la cual el acceso se puede realizar de dos formas distintas:

1. En el menú principal: *Design>Create-point*.
2. En la barra de herramientas, con un clic izquierdo seleccionamos el siguiente icono:

Una vez que activamos esta herramienta, con nuestro cursor podremos crear puntos dentro de nuestra área de trabajo. Mediante un solo clic, un punto será creado, y podremos crear una cantidad indefinida de puntos dentro de nuestra Layer.



Imagen 4.8: en esta imagen se puede observar un conjunto de puntos creados con la opción POINT.

Cuando estamos generando puntos, aparecerá una línea guía de color blanco, la cual nos indica la relación del punto anterior con el nuevo punto a crear. Para comenzar a crear un punto nuevo sin que aparezca esta guía, solo es necesario presionar el botón izquierdo de nuestro ratón.

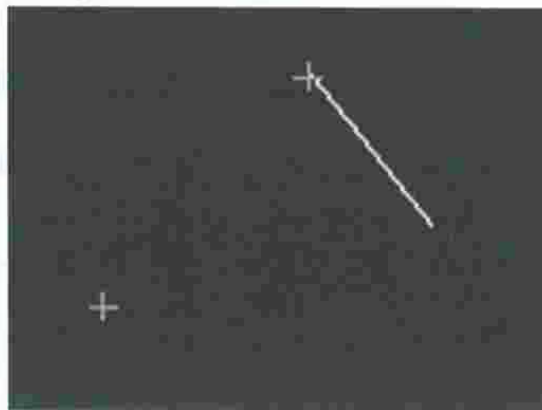


Imagen 4.9: aquí se observa la línea guía de color blanco, la cual indica una relación entre dos puntos.

Para finalizar la creación de puntos, únicamente es necesario hacer doble clic izquierdo sobre el área de trabajo, y con esto la herramienta de puntos quedara desactivada.

Ya que finalizamos la creación de puntos al azar, podemos guardar nuestro trabajo en nuestra *Layer* llamada puntos.

Ejercicio 1: crear un nuevo *Layer* llamado EJERCICIO_PUNTOS.

En este nuevo *Layer*, crear una serie de puntos que asemejen a la figura siguiente (imagen 4.10):

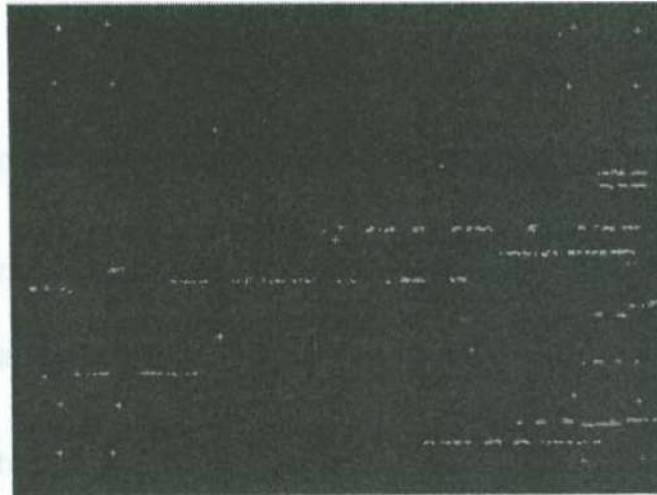


Imagen 4.10

Otra forma de ingresar puntos es usando la herramienta *Key In point Data*, la cual nos permite ingresar coordenadas específicas para un punto deseado. Esto se logra mediante la ventana *Keyboard Input* (imagen 4.11), la cual aparece automáticamente al activar la herramienta.



Imagen 4.11

Las coordenadas se ingresarán en los cuadros designados para X, Y, Z. una vez llenados, podemos crear ese punto con la opción *Get Point*, o si ya tenemos un punto en nuestra área de trabajo, lo podemos seleccionar con *Create Point*, aparecerán las coordenadas de ese punto, las cuales podremos modificar para crear más puntos en base a este.

4.2.3. Líneas

Aquí crearemos un nuevo *Layer* llamado LINEAS, con la descripción: serie de líneas.

Una vez que creamos nuestro nuevo *Layer*, comenzaremos a crear puntos, para lo cual utilizaremos la herramienta de creación de puntos, la cual se puede acceder de dos formas distintas:

1. En el menú principal: *Design>Create-Line*.
2. En la barra de herramientas, con un clic izquierdo seleccionamos el icono:



Una vez que activamos esta herramienta, con nuestro cursor podremos crear líneas dentro de nuestra área de trabajo. Mediante un solo clic, una línea será creada.

Igual que con la creación de puntos, cada línea que va a ser creada cuenta con una línea guía de color blanco que indicará la dirección y la distancia de la línea que será plasmada en el área de trabajo (imagen 4.12):

Para crear una línea a partir de uno o varios puntos, solo es necesario hacer clic sobre el punto inicial, usando *Snap To Points*, para que se ponga sobre el punto, e indicarle a la línea el punto donde quiere que se finalice o continúe.

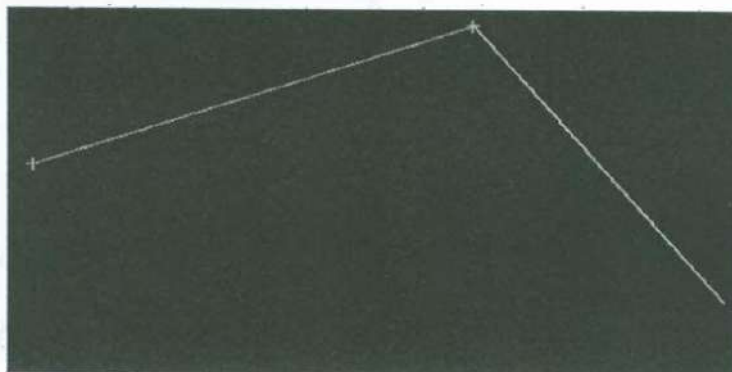


Imagen 4.12

De igual manera, se utilizan los mismos comandos usados con el ratón para finalizar acciones.

Ejercicio 2: crear un nuevo Layer llamado EJERCICIO_LINEAS.

En este nuevo Layer, crear una serie de líneas que asemejen a la figura siguiente (imagen 4.13):

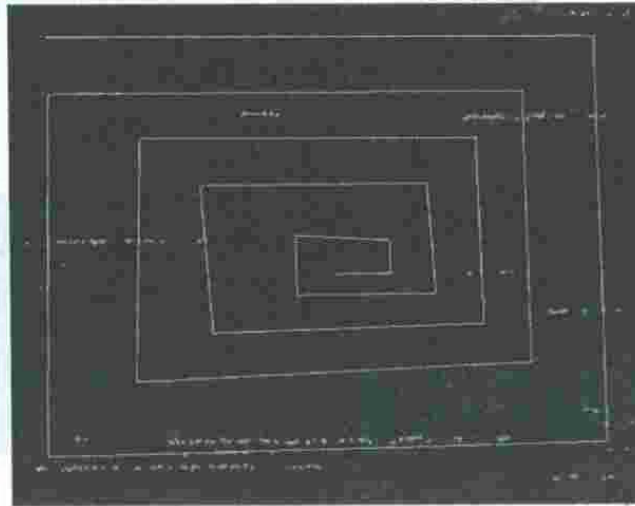



Imagen 4.13

4.2.4. Polígonos.

En este apartado, crearemos un nuevo Layer llamado POLIGONOS, con la descripción: serie de polígonos.

Una vez que creamos nuestro nuevo Layer, comenzaremos a crear puntos, para lo cual utilizaremos la herramienta de creación de puntos, la cual puede ser accedida de dos formas distintas:

1. En el menú principal: Design>Create-Polygon.
 2. En la barra de herramientas, con un clic izquierdo seleccionamos el siguiente icono: 
- icono:

Una vez que activamos esta herramienta, con nuestro cursor podremos crear polígonos dentro de nuestra área de trabajo. Al momento de hacer clic derecho con nuestro ratón, se creará el primer punto del polígono, y a partir de esto podemos crear las líneas que formaran nuestra figura, siguiendo su contorno. Para finalizar o cerrar del polígono, solo es necesario hacer clic izquierdo, con lo que, a partir del último punto creado, se generara una línea que finalizara en el primer punto creado de nuestro polígono.

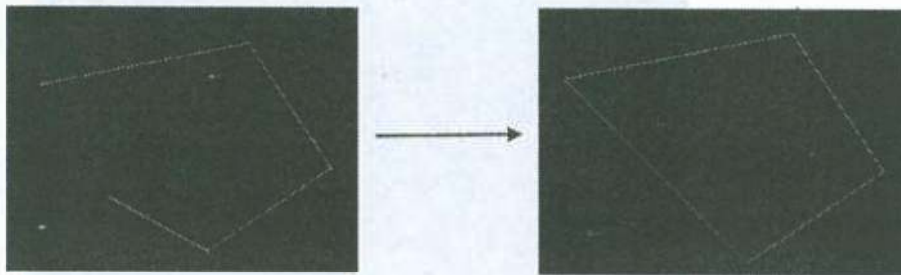


Imagen 4.14. Cierre de un polígono.

Ejercicio 3: crear un nuevo Layer llamado EJERCICIO_POLIGONOS.

En este nuevo Layer, crear una serie de figuras que, las cuales serán: un cuadrado, un triángulo, un hexágono, etc., como se observa en la imagen 4.15.

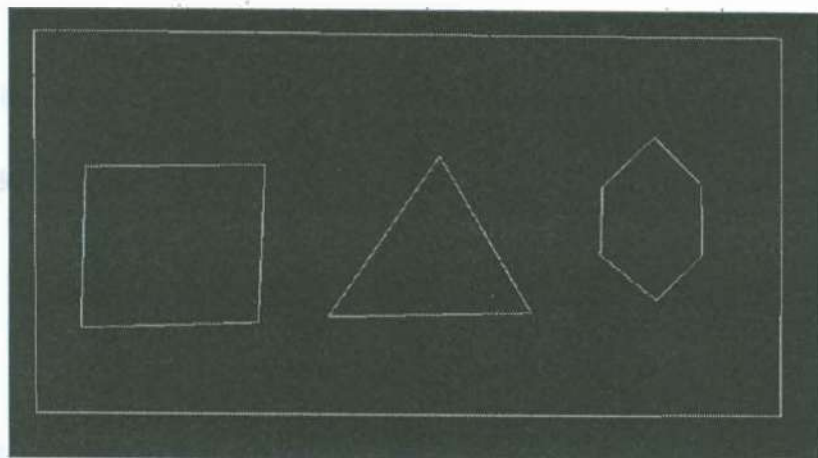


Imagen 4.15

4.2.5. Polígonos Texturizados.

La herramienta de Texturizado de Polígonos nos permite crear polígonos que tengan una cara sólida. Lo cual es muy útil al momento de querer crear objetos 3-D.

Para esto utilizamos la herramienta Textured Polygon. La cual se puede encontrar de la siguiente manera:

1. En el menú superior: Design-Crear Polígono Texturizado.
2. En la lista de herramientas al siguiente lado como

Comenzamos creando en primer lugar un objeto TEXTURIZABLEPOLY, el cual lo seleccionamos para observarlo.

Una vez creado el Layer seleccionamos la herramienta para crear polígonos texturizados, con lo cual nos aparece la siguiente ventana (Imagen 4.11)



Imagen 4.10

La ventana tiene el nombre Triángulo geométrico y nos presenta las siguientes opciones:

1. No features – just solid triangle: esta opción hará que nuestro polígono sea triangulado, lo que hará que dentro de los límites de la figura se genere una cara sólida que tendrá un color verde como default.

2. Use solid feature: el cual que en la opción anterior, se generará una cara sólida en el polígono, pero esta puede tener una textura diferente. Lo cual tiene que ser seleccionada desde una carpeta de texturas, la cual se puede buscar en el recorrido que aparece bajo la opción.

En este caso, seleccionamos la primera opción, que es la más básica, la cual nos arrojará una textura color verde. Seleccionamos OK y al siguiente paso es crear un polígono, como el que se muestra a continuación (Imagen 4.17)



Imagen 4.17

Para poder cambiar el color de la triangulación, localizamos la paleta de colores que se encuentra en la parte superior de nuestra barra de herramientas y seleccionamos el color deseado, como se muestra en la siguiente imagen (Imagen 4.15), en la cual el color de la paleta de colores está cambiando con una flecha de color rojo.

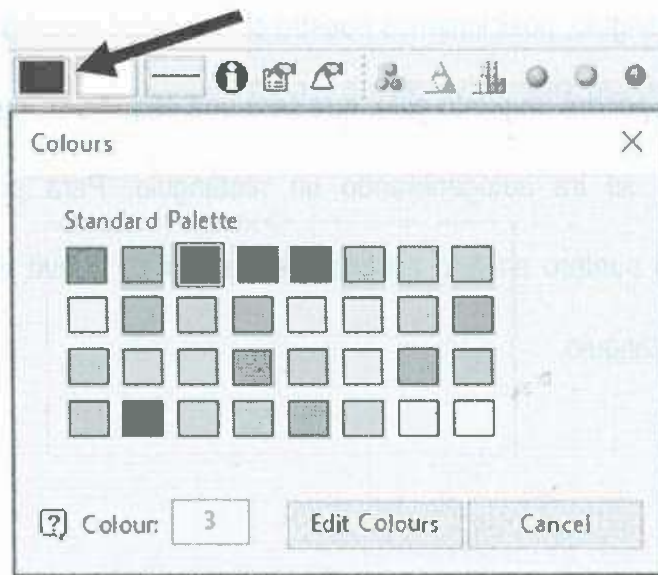


Imagen 4.18.

Ejercicio 4: crear un nuevo Layer llamado EJERCICIO_POLIGONOSTEXT.

En este nuevo Layer, crear una serie de figuras del mismo modo que en el ejercicio 3, con la herramienta para crear polígonos texturizados, usando únicamente la opción de *No Textures – Just solid triangles*.

4.2.6. Rectángulo.

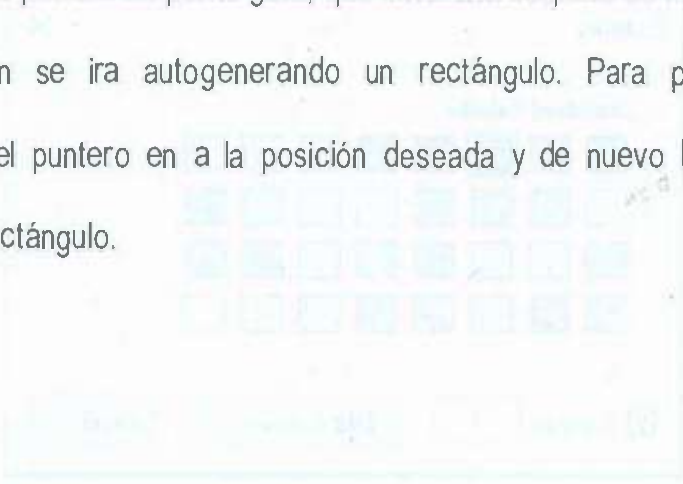
Creemos un Layer llamado RECTANGULO, con su descripción.

Para esto usaremos la herramienta *Textured Polygon*, la cual se puede encontrar de la siguiente manera:

1. En el menú principal: *Design>Create-Rectangle*.
2. En la barra de herramientas, el siguiente icono:

Esta herramienta, a diferencia de la de creación de polígonos, nos permite crear un rectángulo perfecto dentro de nuestra área de trabajo, para esto únicamente activamos la herramienta de

creación de rectángulo, posicionamos nuestro cursor sobre nuestra área de trabajo, hacemos clic derecho, lo cual pondrá un punto guía, que será una esquina de nuestro rectángulo, entonces, al mover el ratón se ira autogenerando un rectángulo. Para poder generar la figura final, posicionamos el puntero en a la posición deseada y de nuevo hacemos clic derecho, lo cual plasmara un rectángulo.



4.2.7. Spline.

Creamos un Layer llamado SPLINE, con su descripción.

Para esto usaremos la herramienta *SPLINE*, la cual se puede encontrar de la siguiente manera:

1. En el menú principal: *Design>Create-Spline*.

2. En la barra de herramientas, el siguiente icono:



Esta herramienta permite crear una línea que, conforme vayamos generando una serie de puntos, esta suavizara las áreas donde se presenten ángulos, sustituyendo las esquinas por curvas. Cabe notar que esta nueva línea continuara por los mismos vértices que la figura original. En la imagen 4.19, en la ilustración superior, observamos que, al momento de dibujar la primera línea, nos indica con una guía la dirección de la segunda línea, y en la figura inferior, al momento de generar la nueva línea, el ángulo se suaviza para dejar un contorno más curveado.

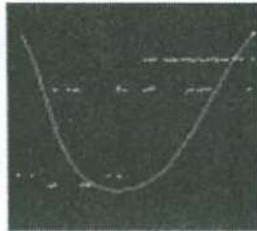
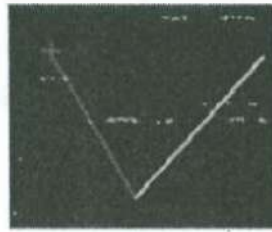


Imagen 4.19

Para usar *Spline* seguiremos los mismos pasos para crear una línea. Conforme vayamos poniendo los puntos para la continuación de la línea, los ángulos se suavizarán de manera automática, quedando una línea con curvas. En la siguiente imagen se puede apreciar la diferencia entre la función *Line* y *Spline*:

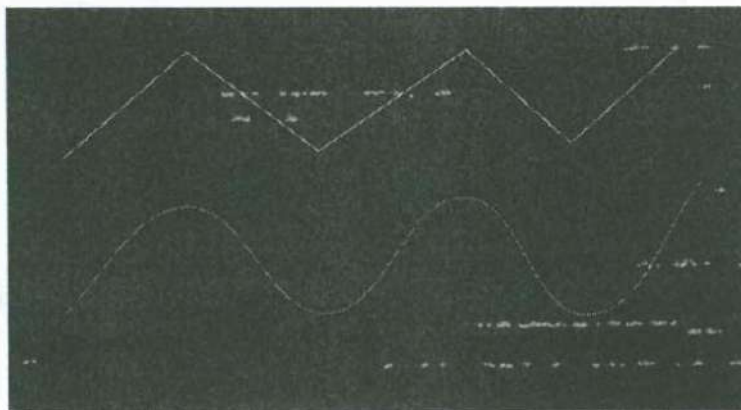


Imagen 4.20: se observa la función *Line* (verde) y la función *Spline* (rojo). Se usó la misma dirección de línea (notese que la línea de color rojo sigue los mismos vértices que la original).

4.2.8 Arco.

Creamos un Layer llamado ARCO, con su descripción.

Para esto usaremos la herramienta *ARC*, la cual se puede encontrar de la siguiente manera:

1. En el menú principal: *Design>Create-Arc*.
2. En la barra de herramientas, el siguiente icono:



Para poder generar un arco, seleccionaremos el icono con cualquiera de las dos opciones que tenemos para activar la función, lo cual nos generara una ventana de dialogo como al siguiente (imagen 4.21):



Imagen 4.21

Esta ventana nos presenta las siguientes tres opciones:

1. *Centre and radius*: esto nos permite crear una circunferencia de un radio determinado, para esto seleccionamos la opción *radius* y le ponemos una medida determinada, como, por ejemplo, 100. Al momento de seleccionar *OK*, se nos pedirá que pongamos un punto que servirá como centro, y al momento de seleccionar con el puntero, nos aparecerá la siguiente ventana de dialogo (imagen 4.22):



Imagen 4.22

Las opciones de este cuadro de dialogo son las siguientes:

- *Accept*: aceptar la creación del nuevo punto.
- *Reject*: Rechazar la creación del nuevo punto.
- *Cancel*: Cancelar la acción.

Seleccionaremos la opción *Accept* para poder crear el centro de la circunferencia en ese punto, lo que nos arrojará la siguiente figura (imagen 4.23):

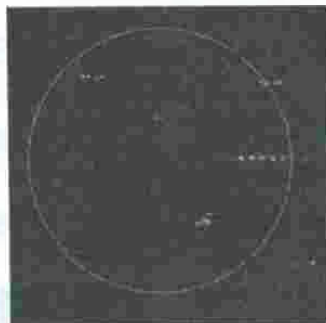


Imagen 4.23

2. *Centre, Radius and Swept angle*: Nos permite crear un arco a partir de los siguientes parámetros:

1. *Swept Angle*: al momento de generar el primer punto, se nos pedirá un segundo punto para crear una línea base para el arco. Dado que el arco seguirá la forma de un perímetro, el *Swept Angle* es la distancia desde el punto final de la línea, hasta

donde terminara el arco, usando el ángulo desde el centro hasta la línea del círculo, como se muestra a continuación:

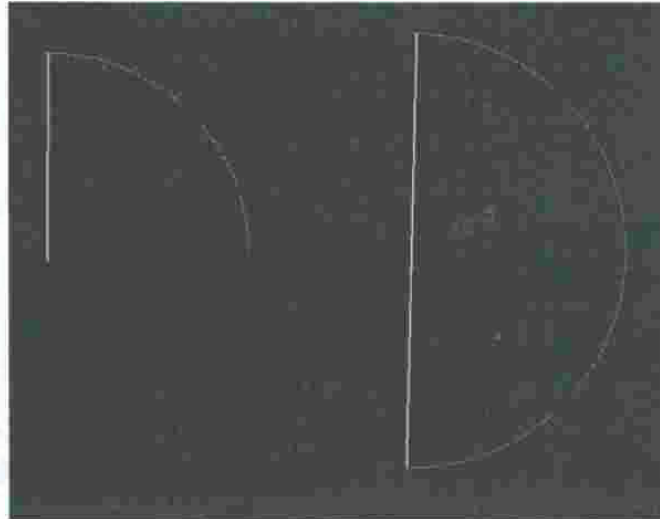


Imagen 4.24: En el arco de la izquierda, se usó un ángulo de 90° , y en el arco de la derecha, un ángulo de 180° . Nótese que se representa la línea blanca, que es la que une a los dos puntos requeridos.

2. *Radius change per.* esta opción permite cambiar el ángulo final del arco, siendo el ángulo final más la suma del radio. En el siguiente ejemplo (imagen 4.25) se usa un *Swept Angle* de 360° , y un *Radius Change Per* de 30° , para crear una espiral cortada, y en la segunda imagen (imagen 4.26), uno con $720^\circ-30^\circ$, respectivamente.

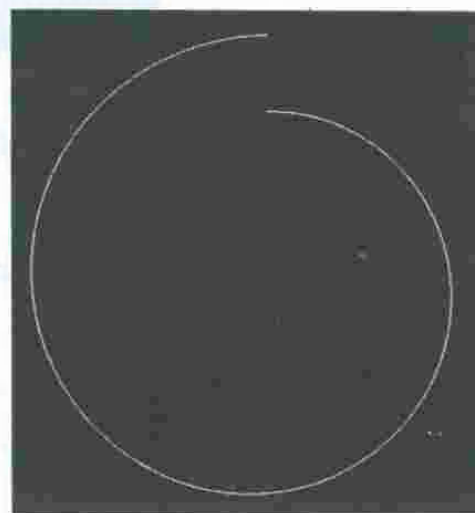


Imagen 4.25

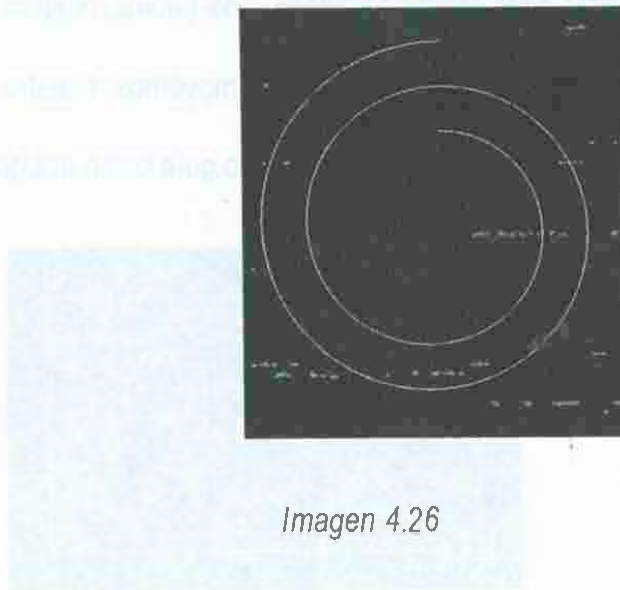


Imagen 4.26

3. *Define Arc by 3 Points*: genera un arco a partir de tres puntos localizados en el plano.

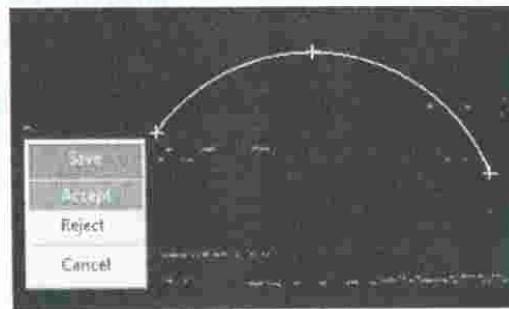


Imagen 4.27: Arco de 3 puntos. Aquí se puede observar la ventana de opciones al momento de crear el arco.

4.2.9. Elipse.

Creemos un Layer llamado ELIPSE, con su descripción.

Para esto usaremos la herramienta *ELLIPSE*, la cual se puede encontrar de la siguiente manera:

1. En el menú principal: *Design>Create-Ellipse*.

2. En la barra de herramientas, el siguiente icono: 

Al activar la herramienta para crear una elipse, nos pedirá, al igual que con el rectángulo, que pongamos un punto base, y a partir de este, movemos nuestro puntero hacia la posición deseada, con lo que se ira generando un rectángulo guía como el siguiente (imagen 4.28):

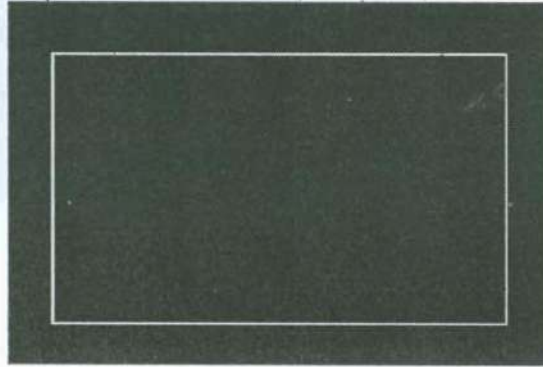


Imagen 4.28

Una vez que calculemos como queremos nuestra elipse, haremos clic derecho y aparecerá la siguiente ventana (imagen 4.29):

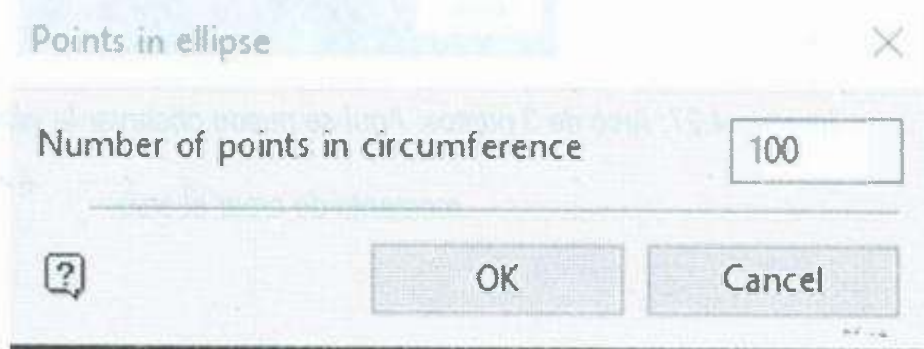


Imagen 4.29

Esto nos permite poner cuantos puntos queremos en nuestra elipse, lo que definirá su forma, lo cual se puede apreciar en la siguiente imagen:

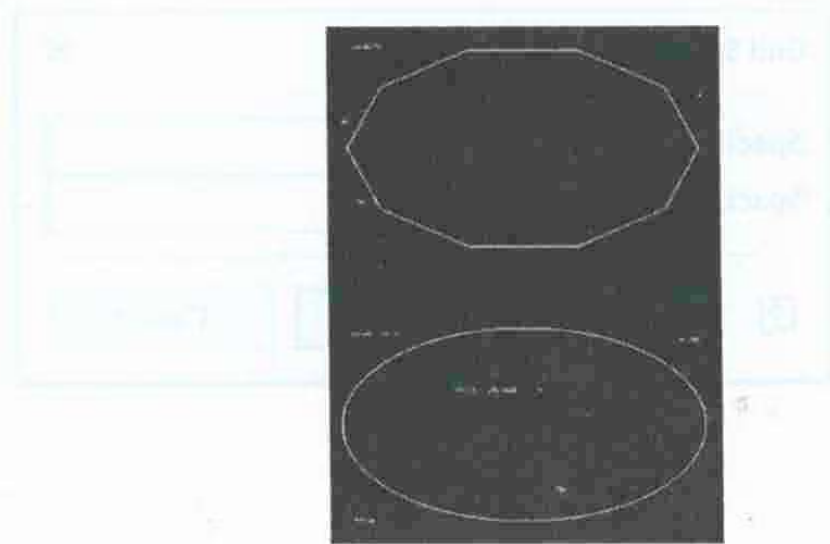


Imagen 4.30: la figura superior contiene 10 puntos en su circunferencia, lo cual hace que la línea sea muy angulosa, mientras que la figura inferior contiene 100 puntos, suavizando su contorno para crear una elipse.

4.2.10. Grid.

Creemos un Layer llamado GRID, con su descripción.

Para esto usaremos la herramienta *GRID*, la cual se puede encontrar de la siguiente manera:

1. En el menú principal: *Design>Create-Grid*.
2. En la barra de herramientas, el siguiente icono:



Con esta herramienta podemos crear una cuadrícula en nuestro plano, con una separación entre puntos que podremos determinar.

Para crear una cuadrícula, seleccionamos la herramienta *Grid*, lo que hará que aparezca la siguiente ventana (imagen 4.31):

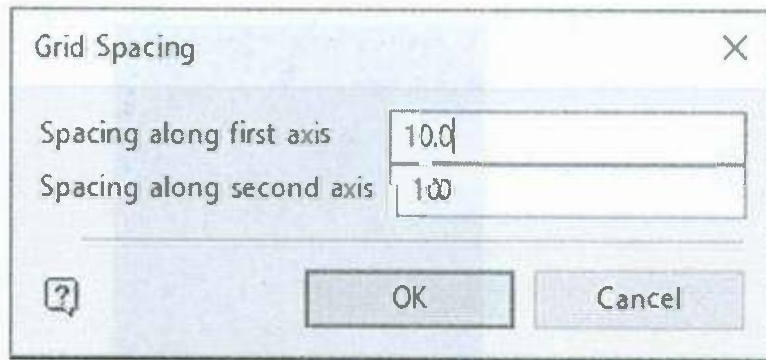


Imagen 4.31

En los recuadros, podremos determinar los espaciamientos en el eje X, así como en el eje Y. una vez agregados los datos, presionamos OK, entonces, con nuestro puntero, seleccionamos el inicio de nuestra cuadrícula, hacemos clic derecho, y movemos nuestro cursor de tal manera que se vaya creando un polígono, en el cual estará delimitada nuestra cuadrícula. Una vez que se tiene el polígono, de nuevo hacemos clic derecho y es entonces que aparecerá la cuadrícula:

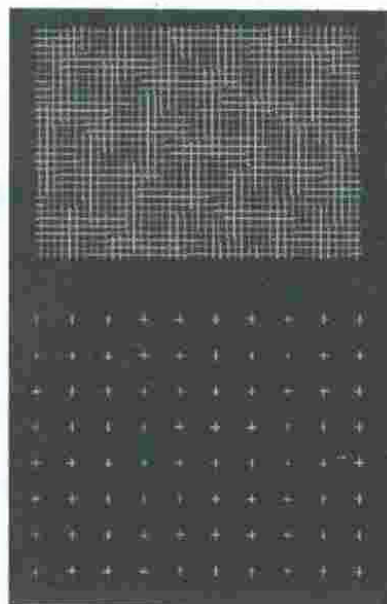


Imagen 4.32: la cuadrícula superior tiene espaciamientos de 10x10, mientras que la cuadrícula inferior tiene espaciamientos de 50x50.

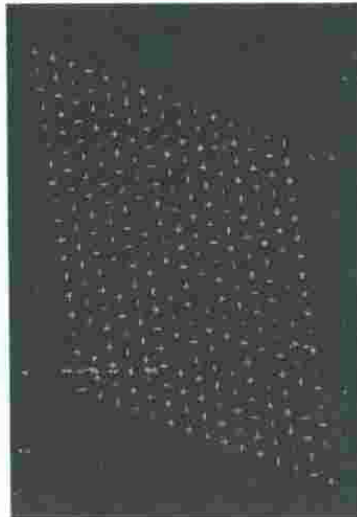


Imagen 4.33: aquí se aprecia la cuadrícula con forma de romboide, inclinada hacia debajo de izquierda a derecha.

4.2.11. Flechas.

Creamos un Layer llamado FLECHAS, con su descripción.

Para esto usaremos las herramientas *2D Arrow* y *3D Arrow*, las cuales se pueden encontrar de la siguiente manera:

1. En el menú principal: *Design>Create-Arrow 2D* o *Arrow 3D*.



2. En la barra de herramientas, el siguiente icono:

Con estas herramientas podremos crear flechas en dos o tres dimensiones, las cuales son útiles al momento de requerir resaltar un objeto.

Para poder crear la flecha en dos dimensiones, seleccionamos el icono en nuestra barra de herramientas, con lo que aparecerá la siguiente ventana (imagen 4.34):

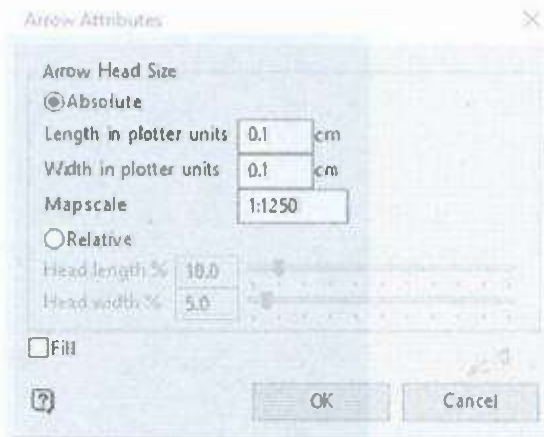


Imagen 4.34

• Tendremos dos opciones:

1. *Absolute*: nos permite ingresar medidas absolutas, ya sean para la medida de largo y ancho, así como la escala en el mapa.
2. *Relative*: con esta opción las medidas de la flecha serán relativas. El largo de la flecha será relativo al ancho de esta, y viceversa.
3. *Fill*: la flecha tendrá una textura sólida.

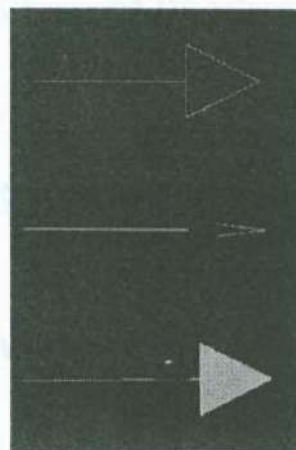


Imagen 4.35: la flecha superior presenta medidas absolutas, en este caso 10 cm largo y 5 cm ancho. La imagen de en medio es relativa, con largo de 20% y ancho de 5%. La imagen inferior es creada con la opción de medidas absolutas, pero con la opción Fill.

4.2.12. Texto.

Creamos un Layer llamado TEXT, con su descripción.

Para esto usaremos las herramientas *2D Text* y *3D Text*, las cuales se pueden encontrar de la siguiente manera:

1. En el menú principal: *Design>Create>Create 2D Texto>Create 3D Text*.



2. En la barra de herramientas, el siguiente icono:

Con esta herramienta podemos insertar texto dentro de nuestro proyecto, ya sea para indicar la descripción de ciertos objetos, nombrar cosas o poner un reporte dentro de nuestra área de trabajo.

Para crear texto en 2D, seleccionamos la herramienta con uno de los pasos mencionados anteriormente. Aparecerá la siguiente ventana (imagen 4.36):

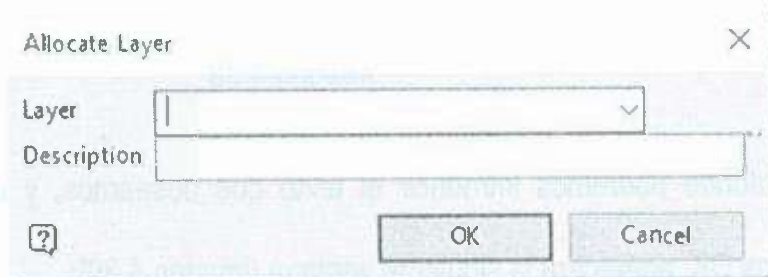


Imagen 4.36

En Layer seleccionaremos el destino en donde queremos que se vea nuestro texto, que será en TEXT. En *description* podemos poner una descripción, o de manera automática al seleccionar el Layer aparecerá la fecha de creación de texto, como se observa a continuación (imagen 4.37):

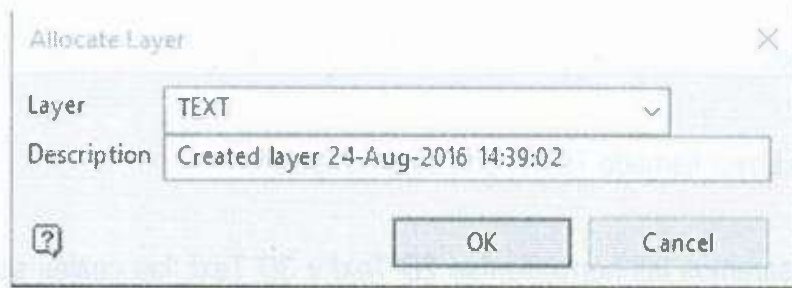


Imagen 4.37

Ya que tengamos todo en regla, presionamos *OK*, y se nos pedirá poner un punto inicial, hacemos clic, y procederemos a poner el siguiente punto, que será la dirección del texto, con lo que nos guiaremos con la línea blanca. Ya que tenemos la dirección deseada, hacemos clic derecho con nuestro ratón, con lo que aparecerá la siguiente ventana (imagen 4.38):

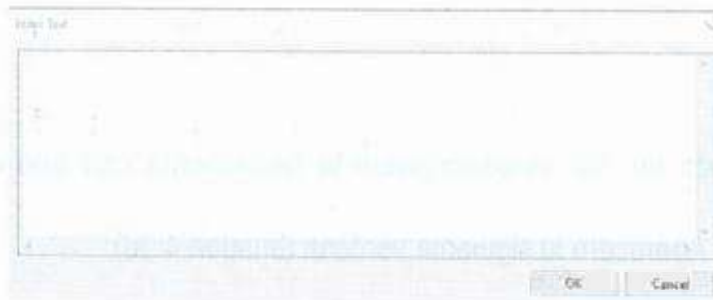


Imagen 4.38

Es aquí en donde podremos introducir el texto que deseamos, y una vez que lo hagamos, presionaremos *OK*, aparecerá la siguiente ventana (imagen 4.39):

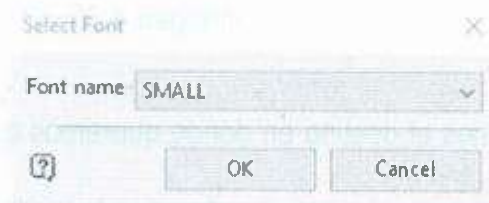


Imagen 4.39

Aquí podremos cambiar el tipo de letra de nuestro texto (imagen 4.40), que en este caso será pequeño:



Imagen 4.40

- Ahora, en esta ventana se elegiría una medida del texto en unidades de ploteo, y si se quiere encuadrar el texto.

Una vez terminado este proceso, el texto se verá así (imagen 4.41):



Imagen 4.41

El tamaño se puede modificar en la ventana *Drafting attributes*, que en este caso fue de 10, y el color del texto puede cambiarse con la paleta de colores.

Texto 3D.

El procedimiento será el mismo que para crear texto en 2D, únicamente cambiara la ventana inicial, que es la siguiente (imagen 4.42):



Imagen 4.42

A continuación, se desglosa lo principal de la siguiente ventana:

- *Font Name*: el tipo de letra que se usara.
- *Text height in plotter units*: altura del texto.
- *Text width in plotter units*: ancho del texto.
- *Map scale for this size*: es la relación de la escala para con la medida del texto. Por ejemplo, si la altura del texto es "0.1" (10 cm) y la escala del mapa es de "1:1250", entonces el texto aparecerá en la pantalla del mismo tamaño que el de un objeto que tenga 120 unidades de alto.
- *Horizontal Position/Vertical Position*: es la posición horizontal (justificación izquierda, derecha o centro) o Vertical (Justificación inferior, superior o central) que tomara el texto.
- *Use specified text angle*: cambiar el ángulo del texto.

Una vez que se selecciona el formato, lo que sigue serán los mismos pasos que para la creación de texto en 2D.

4.2.13. Eliminar.

Cuando creamos una línea o un punto, y queremos eliminarlos debido a que se cometió un error, Vulcan cuenta con una herramienta que nos permite eliminar este tipo de objetos

Para esto usaremos las herramientas *Delete*, la cual se puede encontrar de la siguiente manera:

1. En el menú principal: *Design-Object Edit-Delete*.

2. En la barra de herramientas, el siguiente icono: 

Para eliminar algo, desde un punto hasta un polígono o una triangulación, seleccionamos la herramienta, con lo que aparecerá la siguiente ventana (imagen 4.43):

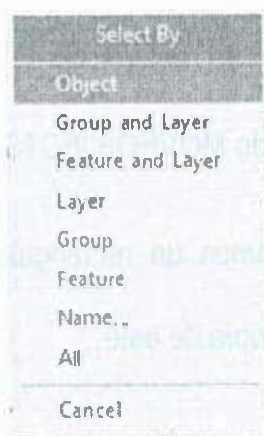


Imagen 4.43

Esta ventana tiene el título de *Select By* (seleccionar por) y consta de las siguientes opciones:

- *Object*: seleccionar un objeto.
- *Group and Layer*: seleccionar un grupo y un Layer.
- *Feature and Layer*: selecciona un atributo y un Layer.
- *Layer*: únicamente selecciona un Layer.

- *Group*: únicamente selecciona un grupo.
- *Feature*: únicamente selecciona un atributo.
- *Name*: Permite seleccionar algún Layer, grupo, atributo u objeto por su nombre, para esto aparecerá una nueva ventana en la cual podremos escribir el nombre de lo que deseamos eliminar.
- *All*: Permite borrar todo de una sola acción.
- *Cancel*: cancela la acción.


Una vez activada, solo resta posicionar nuestro puntero sobre lo que queremos eliminar y hacer clic derecho sobre este.

4.2.14. Mover.

Creamos un nuevo Layer llamado MOVEOBJECTS, con descripción adecuada.

Dentro de este Layer dibujaremos un rectángulo, el cual lo moveremos desde su posición original, además de crear una copia de este.

Para esto usaremos las herramientas *Move*, la cual se puede encontrar de la siguiente manera:

1. En el menú principal: *Design-Object Edit-Move*.
2. En la barra de herramientas, el siguiente icono: 

Ya que tengamos nuestro rectángulo, activamos la herramienta *Move*, la cual nos pedirá que indiquemos un punto de referencia, el cual lo pondremos sobre la esquina superior derecha de nuestro rectángulo. Una vez que ponemos el punto, con la línea guía podremos mover nuestro segundo punto hasta donde queramos reposicionar nuestro rectángulo, hacemos clic derecho y aparecerá lo siguiente (imagen 4.44):

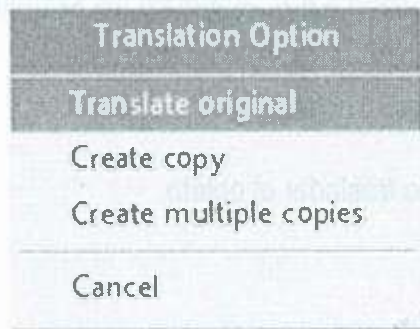


Imagen 4.44

Esta ventana *translation Option* (opción de traslación) contiene las siguientes opciones:

- *Translate original*: trasladara el original hacia esta posición.
- *Create copy*: crea una copia exacta del original en esta posición.
- *Create multiple copies*: crea un número de copias que serán definidas a partir de una sub-ventana. Estas copias estarán separadas a la misma distancia que tiene la línea que usamos de guía.
- *Cancel*: cancelara la acción.

Al momento de seleccionar *translate original*, aparecerá la ventana *select by*, que fue desglosada en el tema anterior. Seleccionamos la opción *Object*, y hacemos clic derecho sobre nuestro rectángulo.

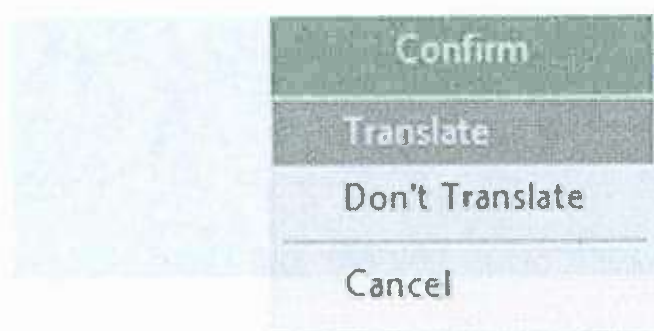


Imagen 4.45

En la ventana *Confirm* (imagen 4.45), aparecen las siguientes opciones:

- *Translate*: trasladar el objeto.
- *Don't translate*: no trasladar el objeto.
- *Cancel*: cancelar.

Usaremos la opción *translate* para poder mover nuestro rectángulo hacia su nueva posición, entonces, quedara de la siguiente manera:

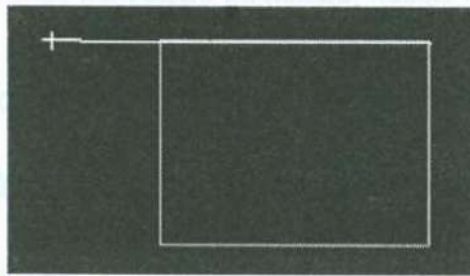


Imagen 4.46: traslación del rectángulo. Nótese que todavía es visible la línea guía, la cual muestra hasta donde se movió el rectángulo. Para quitar esta línea basta hacer clic izquierdo con nuestro ratón.

Para crear una copia, hay que seguir el mismo procedimiento, únicamente en la ventana de *translate option* seleccionamos la opción *Create copy*, la cual creara una copia de nuestro rectángulo, dejando al original en su posición:

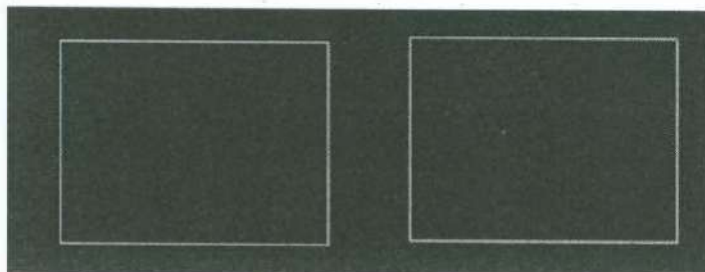


Imagen 4.47: copia del rectángulo original.

Crear múltiples copias.

En la ventana *Translate option* seleccionamos la opción *Create Multiple copies*, la cual generara la siguiente ventana (imagen 4.48):

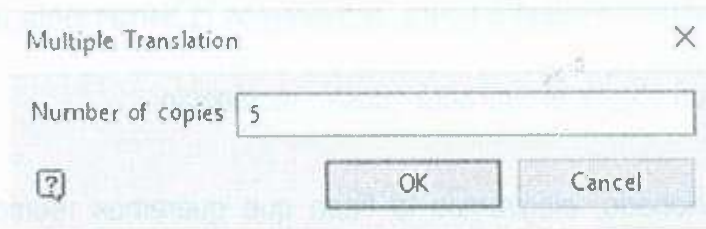


Imagen 4.48

Ponemos el número de copias que necesitamos, presionamos *Ok*, y continuamos con el procedimiento normal:

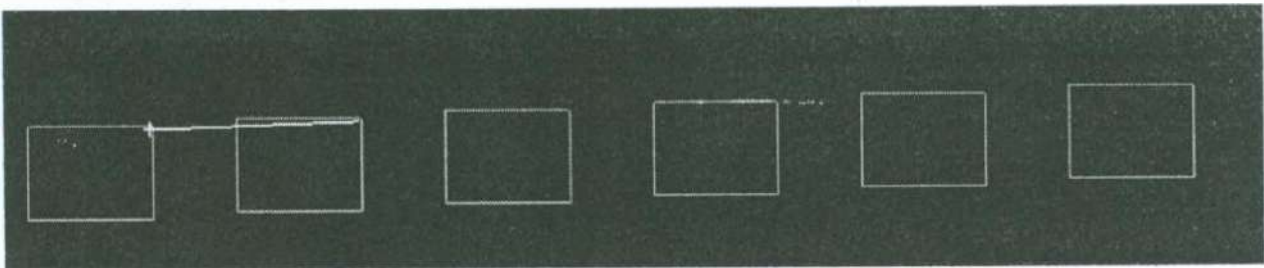


Imagen 4.49: creación de 5 copias a partir del rectángulo original.

4.2.15. Insertar.

Cuando creamos un objeto, es posible modificar la forma básica de este, desde sus líneas, usando la función *insert*, la cual nos permite insertar líneas a partir de un lado original de un polígono o figura.

Para esto usaremos las herramientas *Move*, la cual se puede encontrar de la siguiente manera:

1. En el menú principal: *Design-Point insert-Insert*.

2. En la barra de herramientas, el siguiente icono: 

Para este proceso, crearemos un nuevo Layer llamado INSERT, dentro del cual crearemos un rectángulo.

Una vez que tengamos nuestra figura, activaremos la herramienta *Insert*, la cual nos pedirá que seleccionemos un objeto, el cual será nuestro rectángulo.

Una vez seleccionado, elegiremos la línea que queremos reemplazar, siendo esta la línea superior del rectángulo, lo cual, al momento de seleccionarla con el puntero, tendremos la libertad de crear puntos libremente, los cuales se irán uniendo con líneas a partir de las dos puntas de la línea original.

En este ejemplo, crearemos un triángulo a partir de la línea original como se muestra en la siguiente imagen (imagen 4.50):

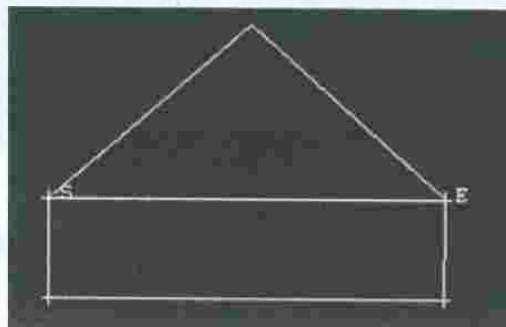


Imagen 4.50

Una vez que hacemos clic derecho, podremos seguir insertando puntos, pero para nuestro caso, finalizaremos esta parte con un clic izquierda, con lo que aparece lo siguiente:



Imagen 4.51

En esta ventana de confirmación (imagen 4.51) se desglosan las siguientes opciones:

- *Retain*: Retener
- *Reject insert*: rechazar

Seleccionaremos la opción de retener, con lo que la figura final será la siguiente (imagen 4.52):

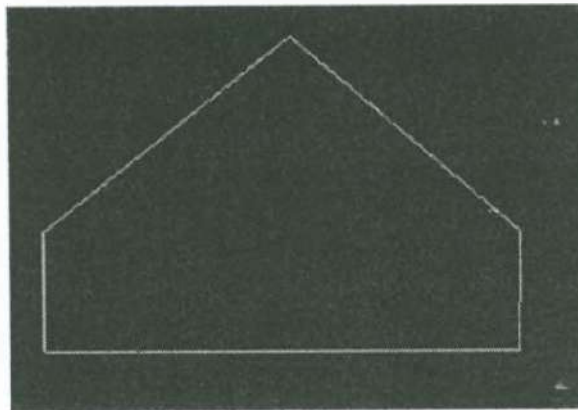


Imagen 4.52

V. IMPORTAR Y EXPORTAR DATOS

5.1 Importar archivos AutoCAD (dwg, dxf,dxf)

A continuación, se describirá el proceso para importar archivos bidimensionales y tridimensionales.

Dentro de la barra de menú seleccionamos *FILE*, posteriormente seleccionamos la opción *IMPORT*.

- FILE-IMPORT

Se desplegará un cuadro como el que es presentado a continuación (imagen 5.1).

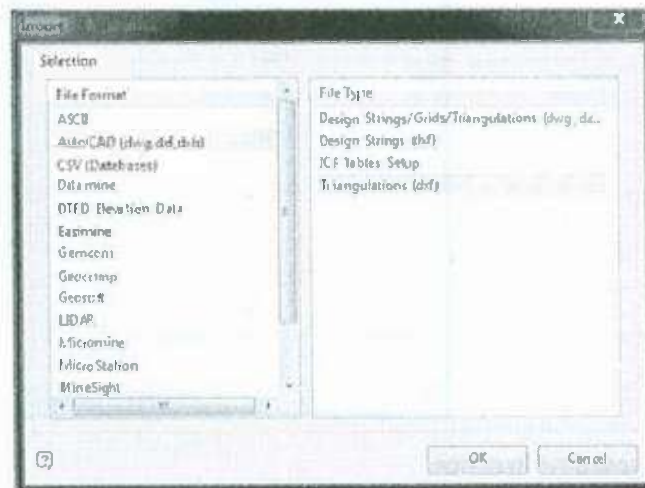


Imagen 5.1

Posteriormente seleccionamos el formato del archivo que deseamos exportar (*FILE FORMAT*) para posteriormente seleccionamos el tipo de archivo que se requiera, en este caso será importar una triangulación DXF, seleccionamos OK

Posteriormente se desplegará el siguiente cuadro (imagen 5.2) donde seleccionaremos el tipo de triangulación, simple o múltiple.



Imagen 5.2

Se desplegará un recuadro (imagen 5.3) donde a la izquierda aparecen los archivos (FILES) disponibles para la importación, seleccionamos el que se requiera y posteriormente se presiona OK.

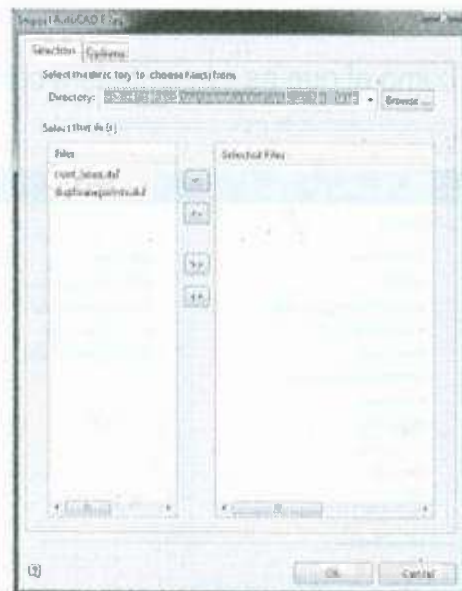


Imagen 5.3

Si el archivo se encuentra exportado anteriormente se desplegará el siguiente cuadro de opciones (Imagen 5.4).

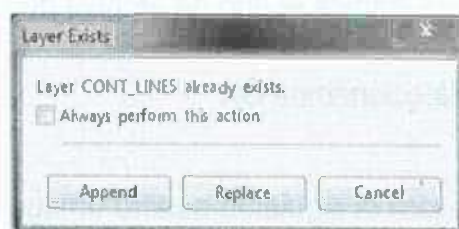


Imagen 5.4

Por ultimo aparecerá la ventana Cargando objetos (*Loading Objects*) (imagen 5.5), la cual, al momento de finalizar, mostrará los objetos en nuestra área de trabajo.

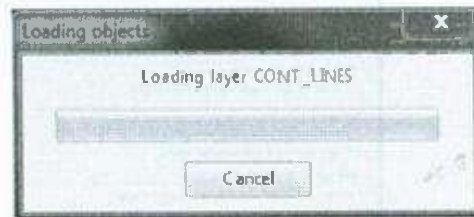


Imagen 5.5

5.2 Exportar archivos AutoCAD (dwg, dxf,dxf)

En la barra de menú seleccionamos *FILE*, después seleccionamos la opción de exportar archivo, se desplegará un cuadro como el siguiente (imagen 5.6) en el cual seleccionaremos el formato del archivo que se requiera. Ejemplo seleccionaremos AutoCAD (dwg, dxf,dxb) y posteriormente el tipo de archivo, presionamos OK.

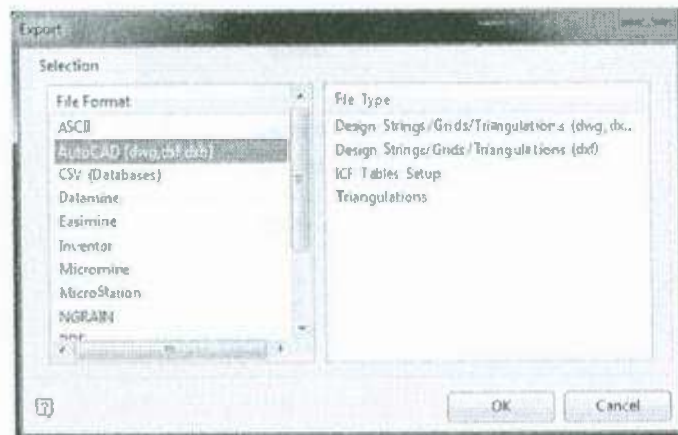


Imagen 5.6

Se desplegará el siguiente cuadro (imagen 5.7), donde se seleccionará el tipo de archivo, el nombre del archivo a exportar y las opciones de Layer. Posteriormente seleccionamos OK.



Imagen 5.7

Seleccionamos lo que se requiera exportar (imagen 5.8).

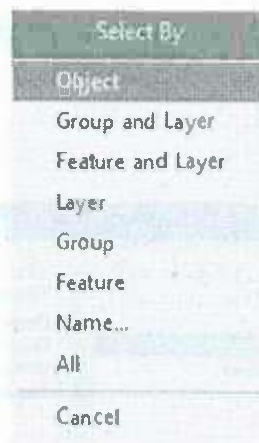


Imagen 5.8

Ponemos el nuevo nombre de nuestro nuevo archivo en la ventana que se despliega, y una vez que revisemos todos los datos, seleccionamos OK.

VI. Triangulaciones sólidas

Cargamos el Layer SIMPLE_SOLID, desde el proyecto "IntroductiontoVulcan_Data_Start", en el cual se encuentran los objetos que deseamos triangular, polígonos o secuencias.

Aplicamos desde la barra de menus-Model-Triangle-SOLID-CREATE, posteriormente se desplegará la siguiente pantalla (imagen 6.1) donde nos dará las opciones para crear el sólido en 3D.



Imagen 6.1

Las opciones que nos mostrara son las siguientes:

- *Build Single Solid*: construirá sólidos continuos.
- *Appened Resulting Triangulation*: se anexará la triangulación resultante para hacer una triangulación continua.
- *Break Solid by Strings*: nos dirá el romper sólidos por cuerdas en esta aparecerán tres opciones a seleccionar:

- *Construct First End Plate*: construir la primera placa de extremo.
- *Construct Last End Plate*: construir la última placa en el extremo.
- *Use Tie Strings*: Usara líneas existentes para conectar los o polígonos creados.
- *Optimum Triangulation*: se encarga de realizar una triangulación más óptima especificando aspectos como la forma el polígono y el número de puntos de los polígonos.

Una vez seleccionada la opción u opciones deseadas, damos "OK" en el recuadro, con lo que aparecerá la siguiente ventana (imagen 6.2)



Imagen 6.2

En esta ventana vienen varias opciones, las cuales permiten una gran versatilidad al momento de crear triangulaciones a partir de objetos diversos. Seleccionamos la forma de triangulación que requerimos en el cuerpo. Al momento de seleccionar, aparecerá la siguiente ventana (imagen 6.3)

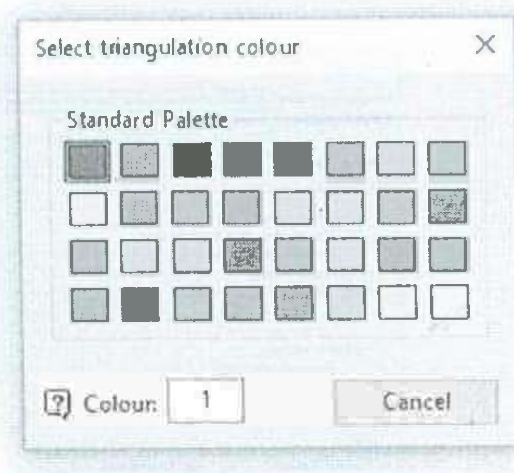


Imagen 6.3

Seleccionamos el color deseado para la triangulación de una lista que nos da por defecto.

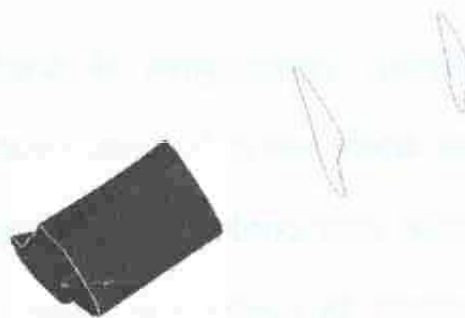


Imagen 6.4

Comenzamos a dar clic en los poligonos que seleccionamos (imagen 6.4), uno a uno, lo cual hará que se vayan uniendo de manera consecutiva. Una vez que terminemos, seleccionaremos la opción *Save edits* en la siguiente ventana (imagen 6.5)



Imagen 6.5

Ya que se seleccionó salvar el objeto editado, aparecerá la siguiente ventana (imagen 6.6)



Imagen 6.6

En *Triangulation Directory*, seleccionamos el directorio donde requerimos guardar la triangulación, el cual por defecto será el de nuestra carpeta de triangulaciones dentro de nuestro proyecto. En *Triangulation name* pondremos el nombre de nuestra triangulación. Para poder modificar las características de nuestra triangulación, tendremos a nuestra disposición las siguientes opciones:

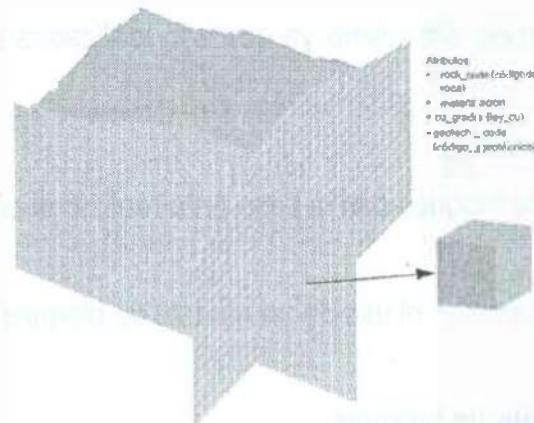
- *Solid shade triangulation*: triangulaciones sólidas.
- *Draw as wireframe*: hacer la triangulación con hilos.
- *Colours*: esta nos dirige a las opciones relacionadas con el color.

Para poder crear la triangulación, seleccionamos *OK*, y automáticamente aparecerá la triangulación en nuestra área de trabajo.

VII. Modelo de bloques

¿Qué son los modelos de bloques?

Los modelos de bloques son representaciones que describen una característica en forma tridimensional utilizando un conjunto de celdas o bloques que varían de tamaño. A cada celda o bloque se le asigna atributos que describan las características del depósito mineral.



¿Qué tipos de depósitos se pueden modelar utilizando modelo de bloques?

Cualquier tipo de depósito se puede modelar, cuando se requiera un análisis de los atributos y propiedades de dicho depósito, desde depósitos muy complejos hasta simples depósitos minerales.

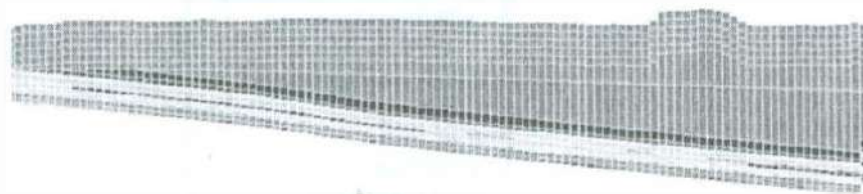


Imagen 7.1: Ejemplo de modelado de bloques de un depósito estratificado visto desde un corte.

Ventajas de los modelos de bloques

- Permiten almacenar una gran cantidad de información del cuerpo geológico. Con descripciones precisas del mismo.
- Permite al usuario la precisión del cuerpo geológico como sea necesario.
- A partir de determinados modelos de bloques se puede crear uno más complejo y grande.
- Fácil comprensión del mismo ya que son realizados en tres dimensiones para su mejor interpretación.
- Los modelos de bloques son la base para realizar el cálculo de reservas.

En este capítulo analizaremos el uso de un modelo de bloques para un proyecto en específico.

7.1. Localizar el modelo de bloques

Usaremos el proyecto SUBTERRANEO. Nuestro modelo de bloques estará localizado en nuestra ventana del explorador de Vulcan, en la carpeta llamada *Block Models*, como se muestra en la imagen 7.2:



Imagen 7.2

Aquí, nuestro modelo de bloques tendrá el nombre "shawug.bmf", en donde ".bmf" será la extensión default. Si queremos, podemos saber todos los datos que son guardados en este archivo, haciendo clic sobre el icono "+" que está junto a nuestro archivo, lo cual se muestra en la imagen 7.3:

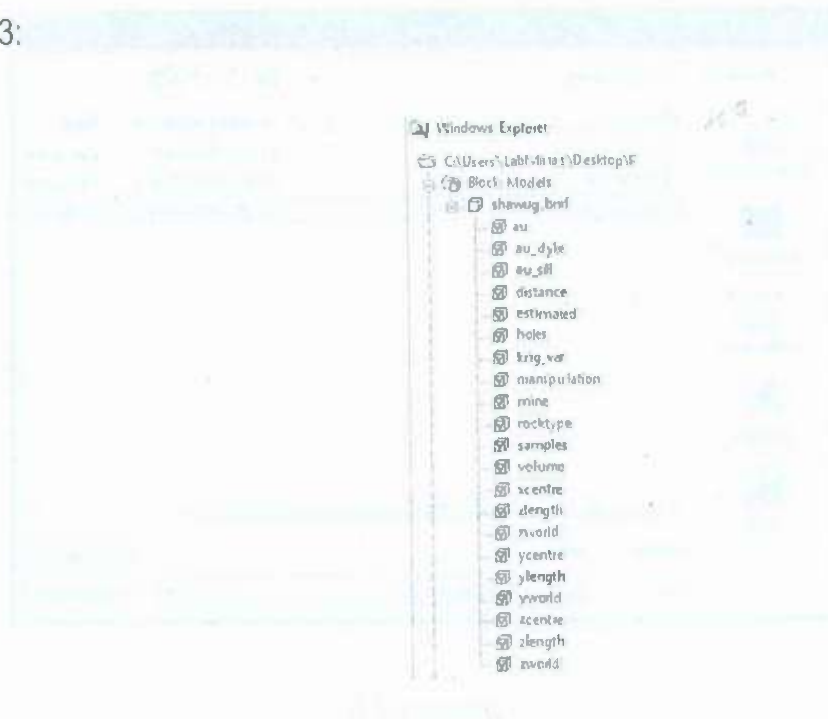


Imagen 7.3

7.2. Editor de leyendas.

En nuestra barra de aplicaciones, seleccionaremos el icono *Start*, y después haremos clic sobre *legend Editor*, como se muestra en la imagen 7.4:

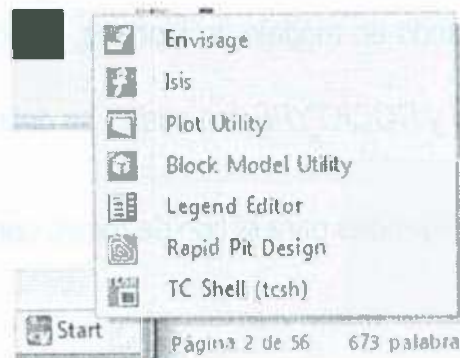


Imagen 7.4

Esto hará que Vulcan pase de *Envisage* a *Legend Editor*, por lo que, al inicio de este, nos pedirá que seleccionemos un archivo para comenzar a editar, por lo que seleccionaremos el archivo "Shaw.scd", como se muestra a continuación (imagen 7.5):

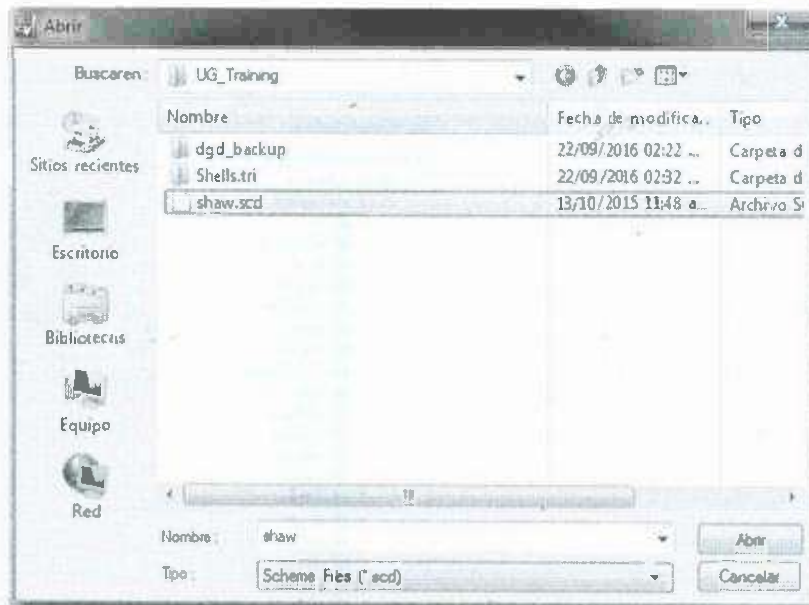


Imagen 7.5

Seleccionamos Abrir, y automáticamente aparecerá la ventana de editor de leyendas. Con esto, podremos editar los parámetros de cualquier formato que estemos utilizando, desde nuestro modelo de bloques hasta el mapa que estemos usando o las escalas, todo esto será controlado desde nuestro editor de leyendas.

Como estaremos trabajando un modelo de bloques, seleccionaremos la carpeta *BLOCK*, la cual tendrá dos opciones: *AU* y *ROCKTYPE*, los cuales se definen como ORO Y TIPO DE ROCAS.

Primero definiremos las leyendas para el tipo de rocas, como se muestra en la imagen 7.6:

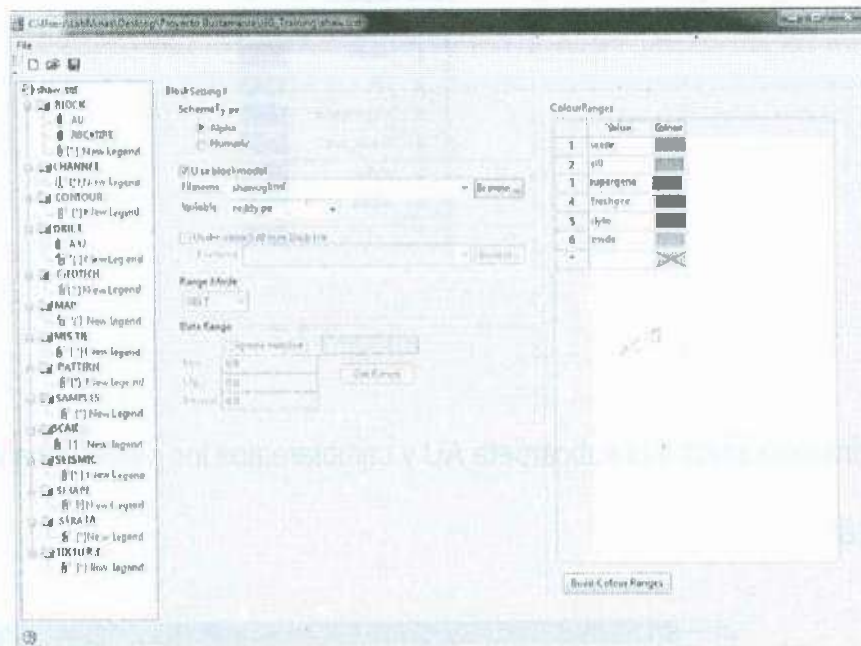


Imagen 7.6

Como podemos observar, tendremos varias opciones, pero en este caso, seleccionaremos las siguientes:

- *Scheme Type*: en nuestro tipo de esquema, tendremos dos opciones, *Alpha* y *Numeric*. La primera es para distinguir si es un tipo de roca específico, en el cual cada bloque tendrá escrito el tipo de roca al cual pertenece, por lo que tendrá un color específico. El segundo se utiliza para diferenciar la ley del mineral, ya que se utiliza un rango numérico, al cual también se le asignará un color específico.
- *Use Block Model*: aquí usaremos nuestro modelo de bloques, el cual lo buscaremos en nuestra carpeta de proyectos, identificado con el nombre "shawug.bmf", y la variable será *rocktype*.

La leyenda para cada tipo de roca será la que se muestra en la imagen 7.7:








	Value	Colour
1	waste	
2	silt	
3	supergene	
4	fresh_ore	
5	dike	
6	oxide	
*		

Imagen 7.7

Para el mineral, iremos a la subcarpeta AU y cambiaremos los parámetros como se observa en la imagen 7.8:

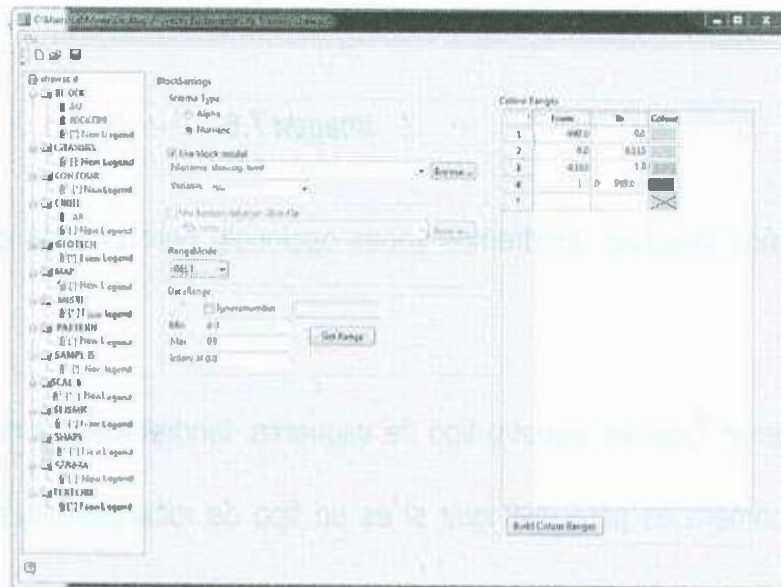



Imagen 7.8

En este caso usaremos el esquema numérico, debido a que estaremos manejando leyes de mineral, las cuales serán representadas con números. Además, en la variable de nuestro modelo de bloques usaremos "au" en vez de "rocktype".

Una vez que terminamos de editar las leyendas, seleccionaremos el icono  para guardar nuestro progreso, el cual se localiza en la parte superior derecha de nuestra ventana de editor de leyendas.

Al momento de volver a nuestra ventana de *Envisage*, podremos ver las leyendas en nuestra pantalla, desde la barra de *menús--Analyse--Display Legend*.

Aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.9) en la cual podremos seleccionar el esquema y la leyenda que deseemos ver:



Imagen 7.9

Abriremos nuestras leyendas de mineral y tipo de roca, las cuales se muestran a continuación (imagen 7.10):

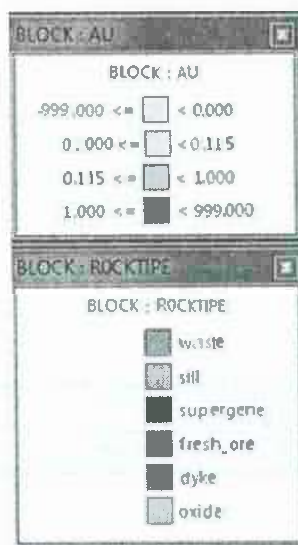


Imagen 7.10

7.3. Visualización del modelo de bloques.

Para poder visualizar nuestro modelo de bloques, lo arrastraremos desde nuestro explorador de Vulcan hasta nuestra área de trabajo, seleccionándolo con el clic derecho de nuestro ratón, o sobre este, hacemos clic izquierdo y seleccionamos la opción *Preview*.

Nuestro modelo se representa en forma de un rectángulo vacío (imagen 7.11), debido a que no se han dado atributos para los bloques. Los límites del rectángulo señalan el área que tiene contenido de información, es decir, que contiene datos de barrenación. Cuando los resultados de los ensayos de los núcleos de barrenación llegan del laboratorio, estos revelan características y contenidos de volumen de roca, los cuales son transformados en un modelo de bloques que tiene datos estadísticos acerca del contenido mineral del depósito que fue estudiado.

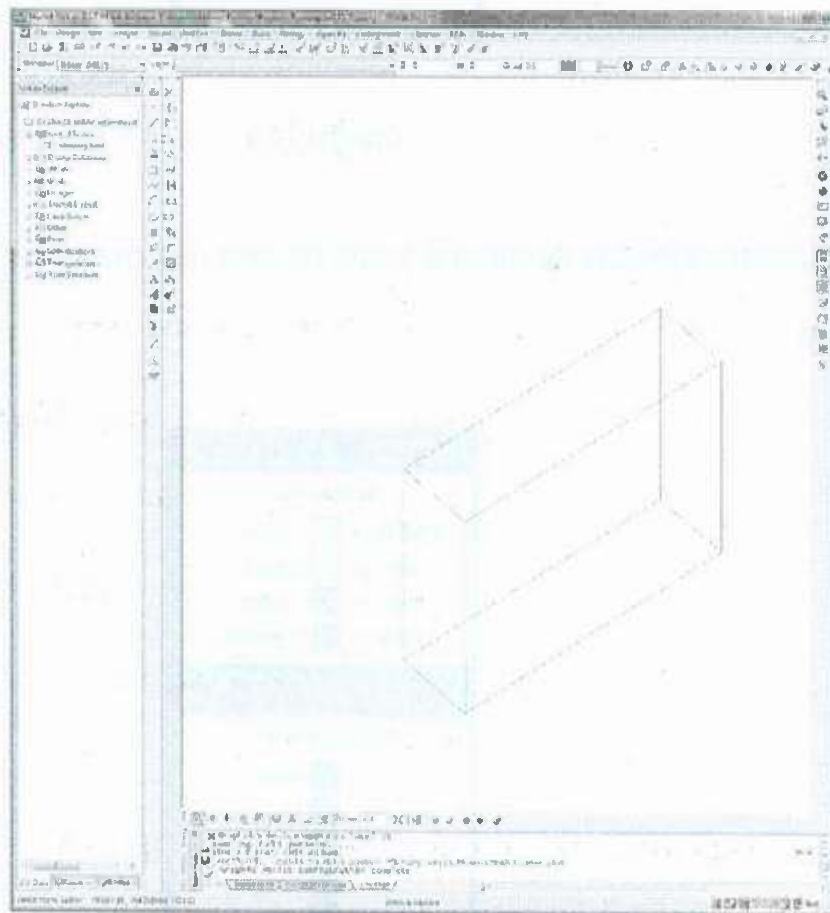


Imagen 7.11

7A. Visualizar tipos de rocas.

Iremos a la barra de menú en *Block—Viewing—Blocks*, y aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.13):

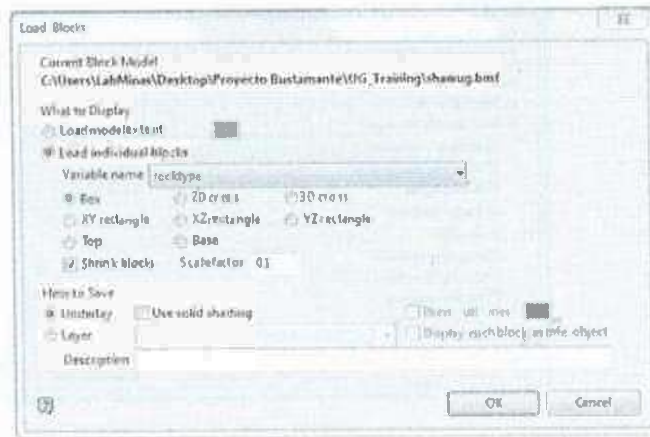


Imagen 7.12

Mediante esta ventana podremos seleccionar los bloques específicos que necesitamos, con las siguientes opciones:

- *Load Model Extent*: cargara la extensión límite que tiene nuestro modelo de bloques.
- *Load individual blocks*: con esta opción, podremos cargar bloques de manera individual conforme a las características que consideremos necesarias al momento de visualizarlos. Podremos escoger entre el nombre de la variable, la cual en este caso será "rocktype", y podremos también escoger la manera de visualización de cada bloque; que puede ser caja, en cruz 2D o 3D, etc.
- *How to Save*: podremos guardar los bloques en una *Layer*, o únicamente que sean representados sin ser guardados en nuestro proyecto.

Presionamos *OK*, y nos pedirá seleccionar la leyenda que manejaremos, la cual será *ROCKTYPE*. Una vez seleccionada, aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.14).

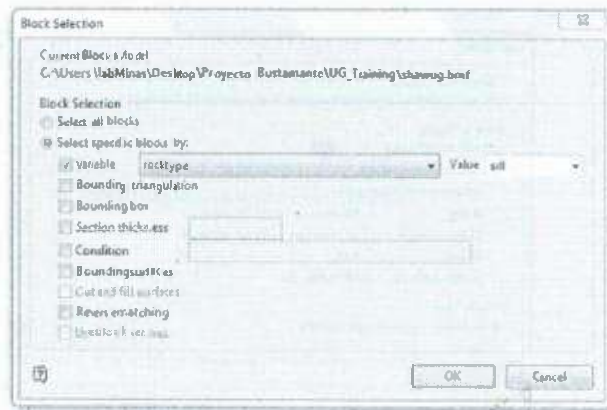


Imagen 7.13

Aquí tendremos varias opciones:

- *Select all blocks*: podremos seleccionar esto para que todos los bloques aparezcan al mismo tiempo, lo cual se observa en la figura 7.15.

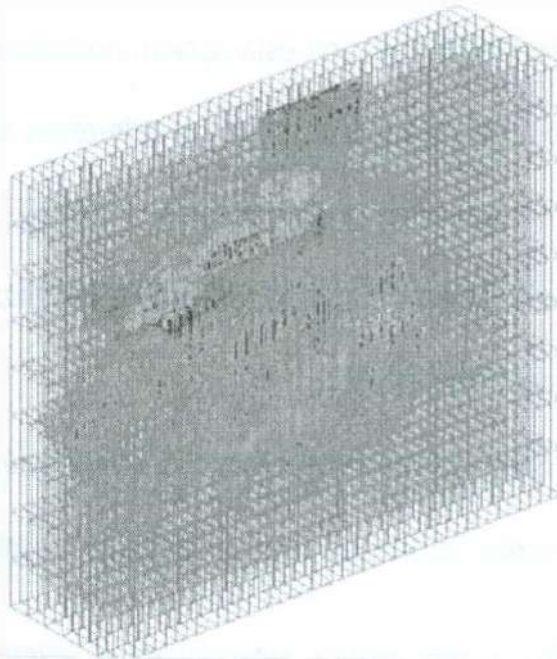


Imagen 7.14

- *Select specific blocks by*: podremos seleccionar bloques específicos, dependiendo de la información que necesitemos visualizar en ese momento. Podremos usar la opción de

variable, en donde, seleccionando "rocktype" y un valor, en este caso "sill", se visualizará de la siguiente forma (imagen 7.16):

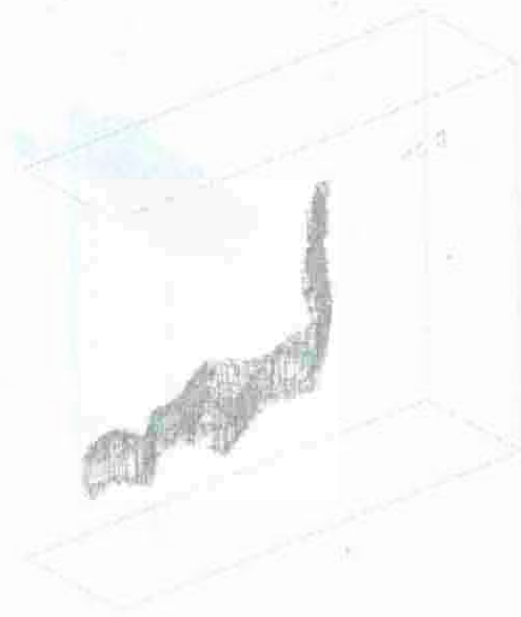


Imagen 7.15

Si hubiéramos seleccionado otros tipos de roca, lo observaríamos de la siguiente manera:

- Waste (imagen 7.17):

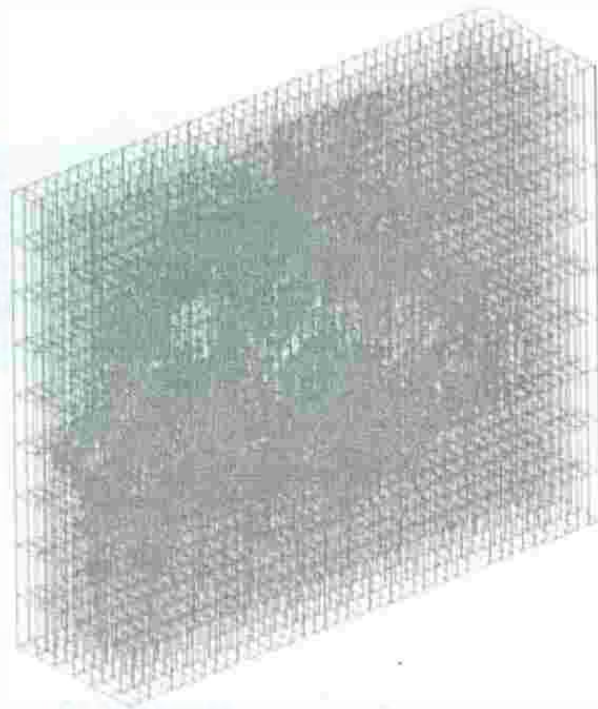


Imagen 7.16

- *Supergene* (imagen 7.18)

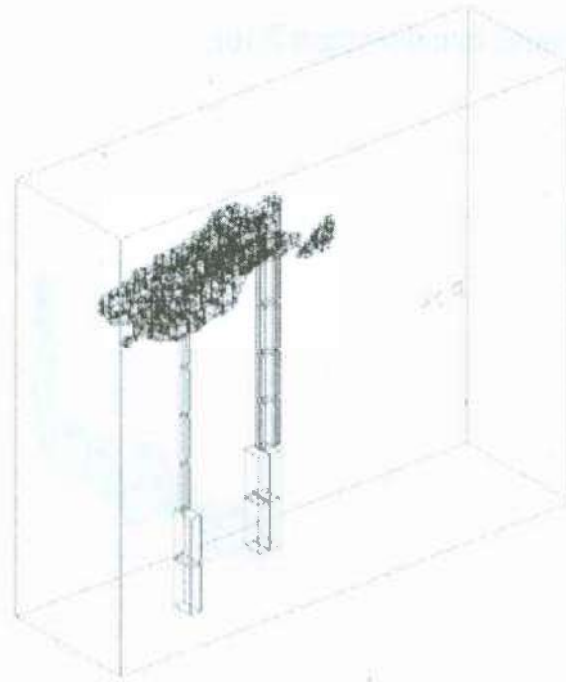


Imagen 7.17

- *Fresh ore* (imagen 7.19)

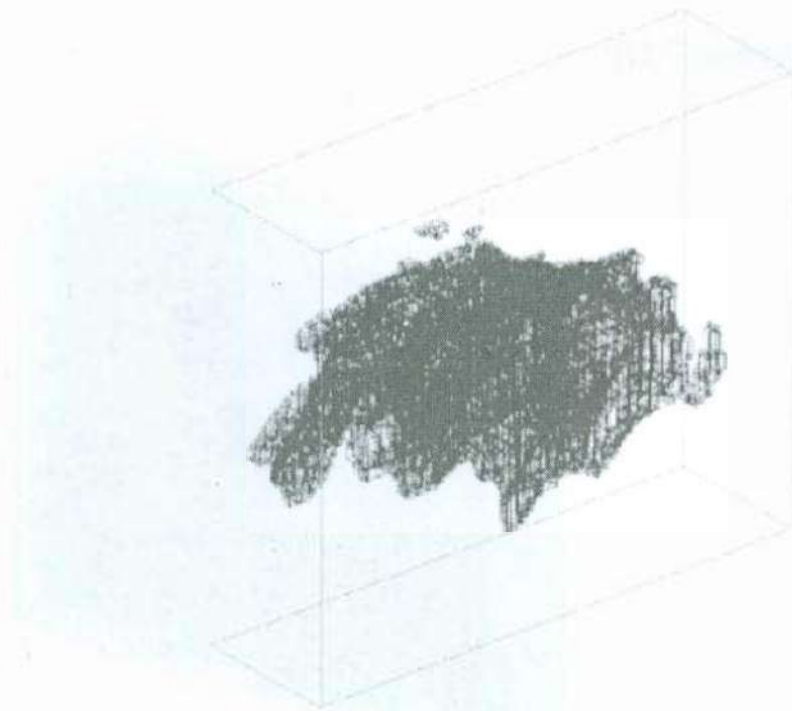


Imagen 7.18

- Dyke (imagen 7.20):

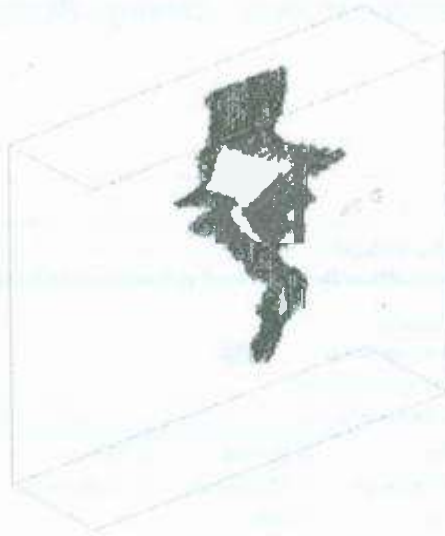


Imagen 7.19

- Oxide (imagen 7.21):

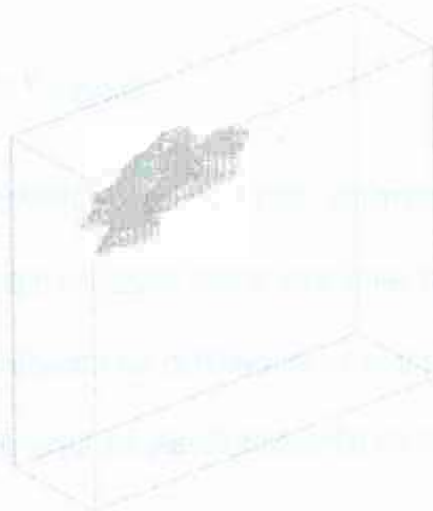


Imagen 7.20

Podremos remover cada conjunto de bloques haciendo clic derecho sobre este y seleccionando la opción *remove*.

7.5. Visualizar mineral.

Iremos a la barra de menú en *Block—Viewing—Blocks*, y aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.22):

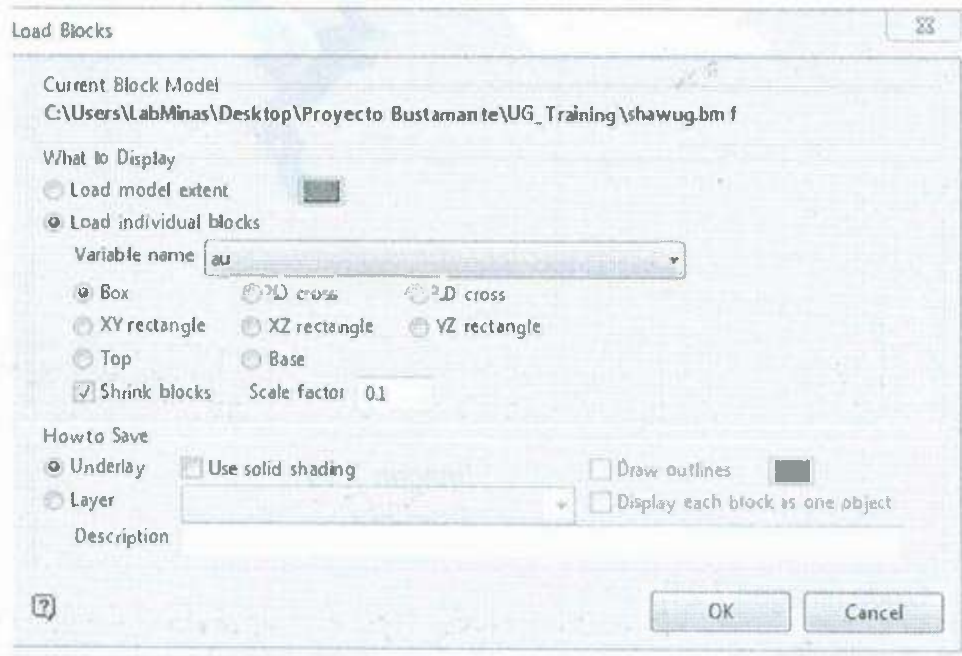


Imagen 7.21

Esta ventana nos permitirá modificar los parámetros de visualización de nuestro modelo de bloques, dándonos la ventaja de revisar todos los datos contenidos de una manera más individual y significativa, con lo que se aprovechan las características de un cuerpo mineral, tales como el tipo de roca existente en diferentes áreas, las leyes de una variedad de minerales en específico, etc.

Usando el mismo procedimiento que en el apartado de tipo de roca, seleccionaremos en la lista de *variable name* la opción "au" (que es el contenido de oro dentro de nuestro depósito, el cual generalmente se denominara en gramos por tonelada), y presionamos *OK*. Seleccionaremos la leyenda *AU*, con lo que aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.23):

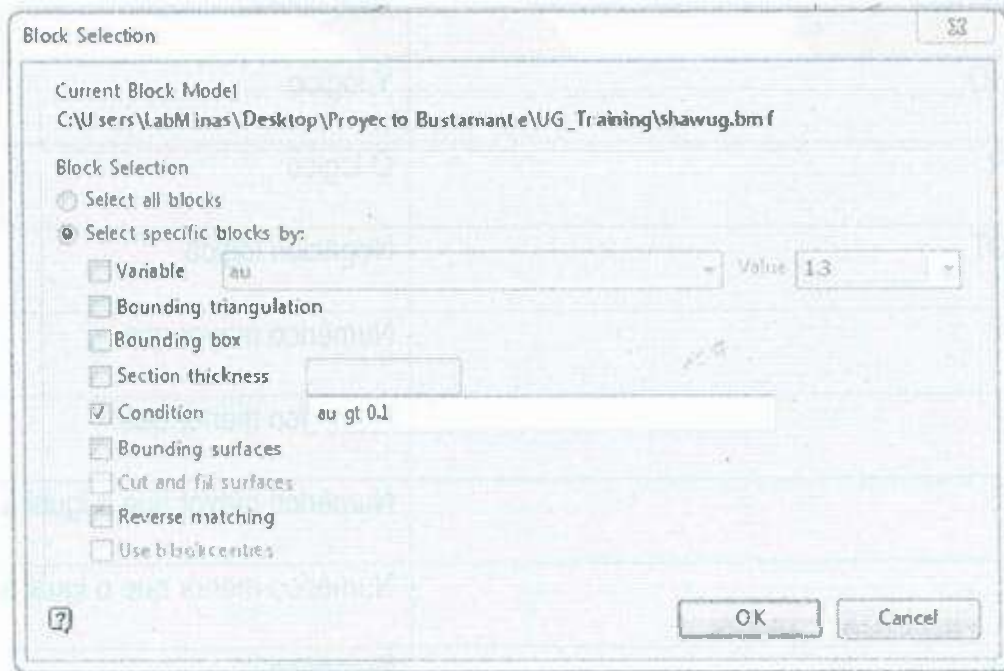


Imagen 7.22

En esta ventana podremos filtrar la información que será arrojada desde nuestro modelo de bloques a nuestra área de trabajo.

Debido que estaremos manejando valores numéricos, usaremos la opción *Condition*, la cual nos permitirá aplicar condicionantes a los datos que queremos que aparezcan en nuestra pantalla. Las condicionantes son nombradas en la tabla 2. Una vez que comprendamos el uso de las condicionantes, podremos personalizar *Layers* específicos de nuestro modelo de bloques que muestren cierta información, la cual puede ser analizada para ciertas operaciones de la mina.

Operador	Descripción
AND	Y lógico
OR	O lógico
NOT	Negación lógica
GT	Numérico mayor que
LT	Numérico menor que
GE	Numérico mayor que o igual a
LE	Numérico menor que o igual a
EQ	Numérico igual a
NE	Numérico no igual a
GTS	Alfanuméricos mayor que
LTS	Alfanuméricos menor que
GES	Alfanuméricos mayor que o igual a
LES	Alfanuméricos menor que o igual a
EQS	Alfanuméricos igual a
NES	Alfanuméricos no igual a

Tabla 2.

En este caso, ingresamos lo siguiente: "au gt 0.1" donde "gt" significa "mayor a" y 0.1 será el valor de referencia para nuestra condicionante. Seleccionamos OK y aparecerá el siguiente modelo (imagen 7.23):

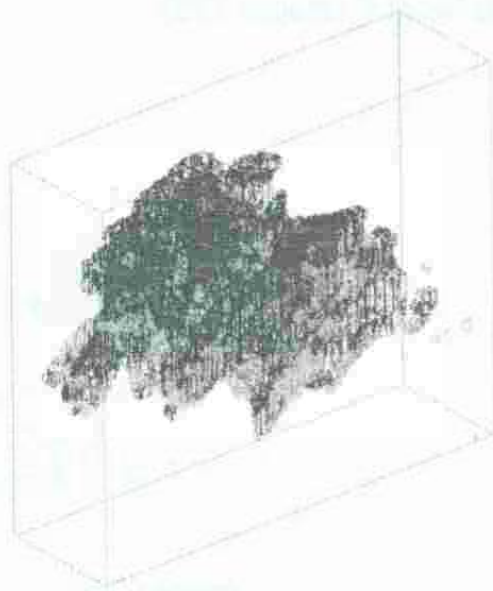


Imagen 7.23

Nótese que aparecen dos colores, los cuales indican que nuestro editor de leyendas está funcionando. El color rojo indica un valor de 1 a 999, y el naranja, indica que esta entre 1 y 0.115.

Si seleccionemos como condicionante únicamente "au", aparecerá el siguiente modelo (imagen 7.24):

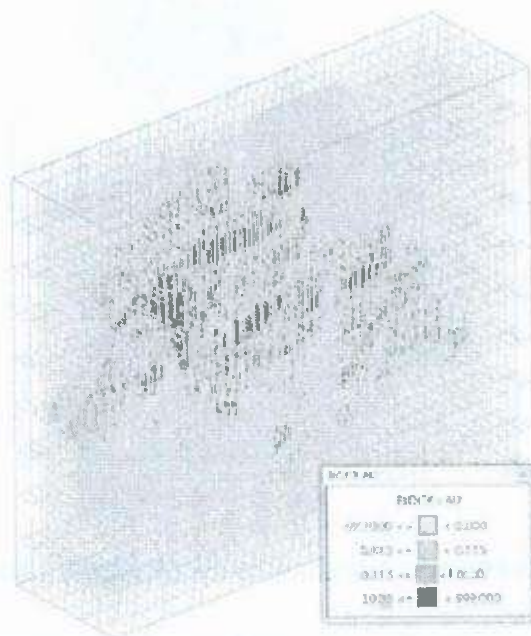


Imagen 7.24

Usando la condicionante "au gt 1" (imagen 7.25):

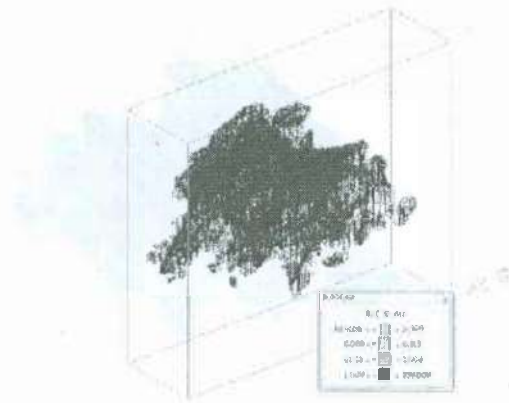


Imagen 7.25

Si queremos condicionar el valor de nuestros bloques para poder visualizar el mineral que se encuentra entre un rango de ley específica, ingresamos "au gt 0.1 and "au lt 1", que se traduce a "mineral con valor entre 0.1 y 1", y esto se visualiza a continuación (imagen 7.26):

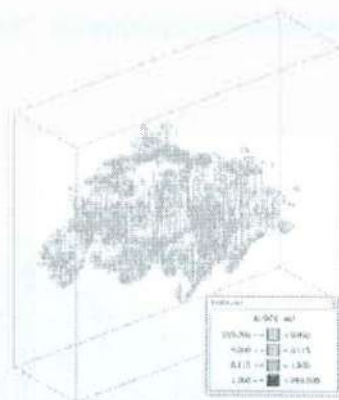


Imagen 7.26

7.6 Block model Slice.

En este apartado, usaremos la herramienta *Block Model Slice*, la cual nos permitirá poder ver el modelo de bloques intersectando a un sólido, que en este caso será "main_orebody.00t", que se localiza en nuestra carpeta de triangulaciones (imagen 7.27)

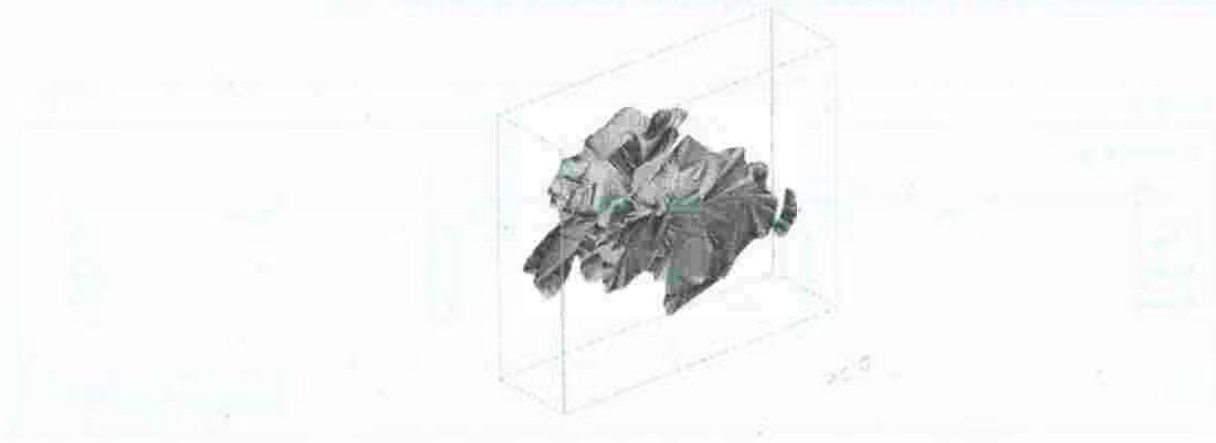


Imagen 7.27

Para seleccionar la herramienta *Block model slice*, iremos a la barra de *menús—Block—Viewing—Slice*, y aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.28):

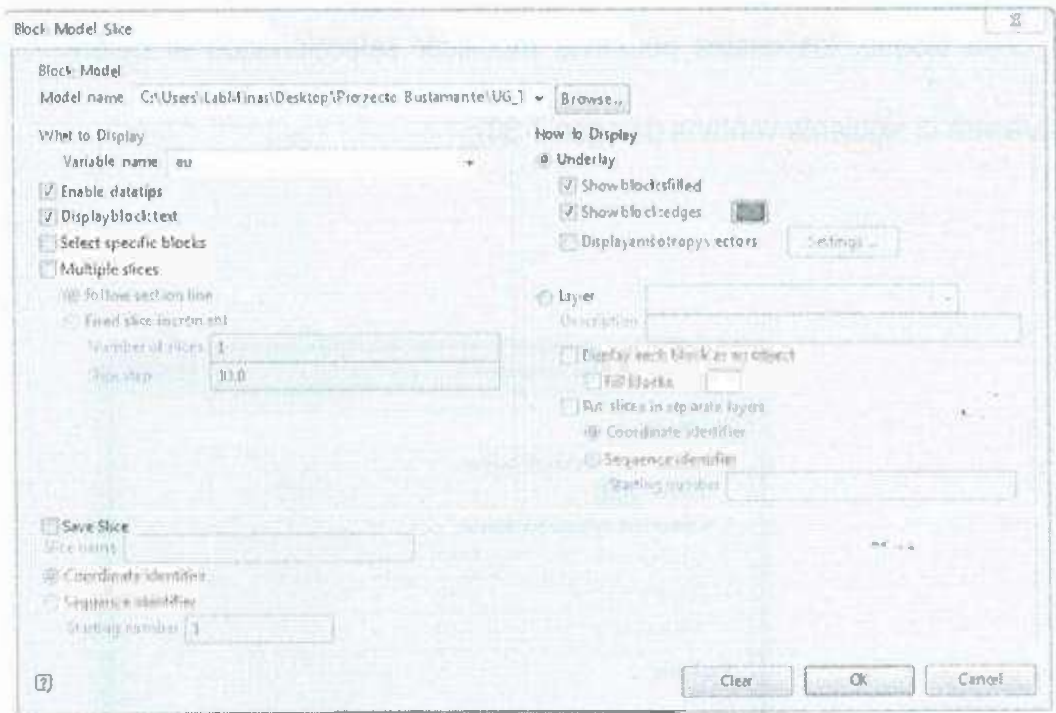


Imagen 7.28

En la sección *What to Display*, seleccionaremos como "au" como nuestra variable, y seleccionaremos las casillas de *Enable datatip* y *Display block text*. La primera nos permitirá mostrar ciertos datos dentro de cada bloque, mientras que la segunda activará el texto.

Seleccionamos *OK* y aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.29):

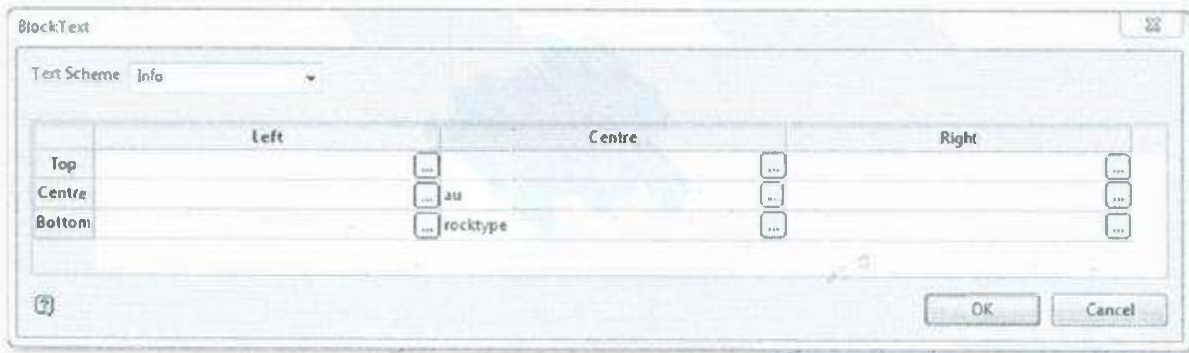


Imagen 7.29

- Como se puede observar, en *Text Scheme* ingresamos la palabra "Info".


La sección inferior nos muestra la localización de cada parámetro que queremos que aparezca en cada bloque, los cuales podemos modificar seleccionando el botón , mediante el cual aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.30):



Imagen 7.30

En nuestro bloque podemos hacer que aparezcan 9 tipos de datos diferentes, los cuales podremos ingresar en esta ventana.

Seleccionamos OK, nos pedirá la leyenda, usaremos AU, con lo que aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.31):

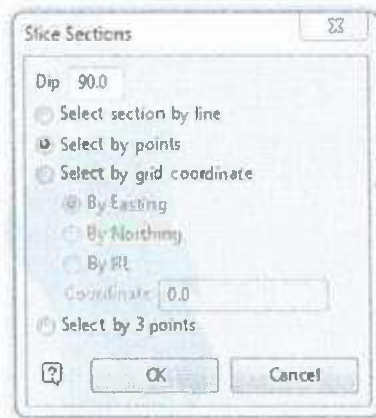


Imagen 7.31

En este caso, seleccionaremos la opción *Select by points* la cual nos permite cortar el objeto de una manera más fácil y que se ajuste a nuestras preferencias. Presionamos OK y nos pedirá dibujar una línea de corte, la cual tendrá un ángulo de 90 grados. Seleccionamos un corte como el que se muestra a continuación (imagen 7.32):

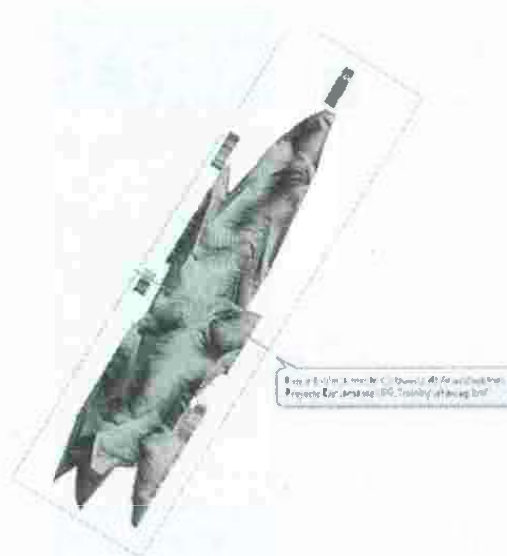


Imagen 7.32

En la ventana de diálogo que aparezca presionamos OK, entonces movemos el sólido de la siguiente manera (imagen 7.33):

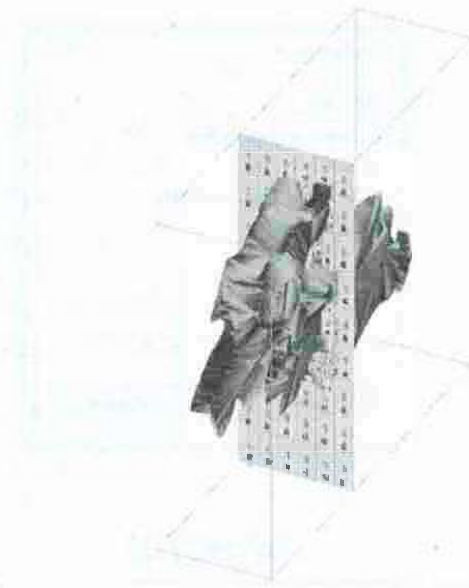


Imagen 7.33

Si apagamos el sólido, y lo ponemos con cara frontal, se vera de la siguiente forma (imagen 7.34):



Imagen 7.34

Podemos observar que cada bloque tiene los datos correspondientes que seleccionamos de manera previa, y si nos centramos en una serie de bloques, nos desplegaran datos específicos, como se muestra a continuación (imagen 7.35):

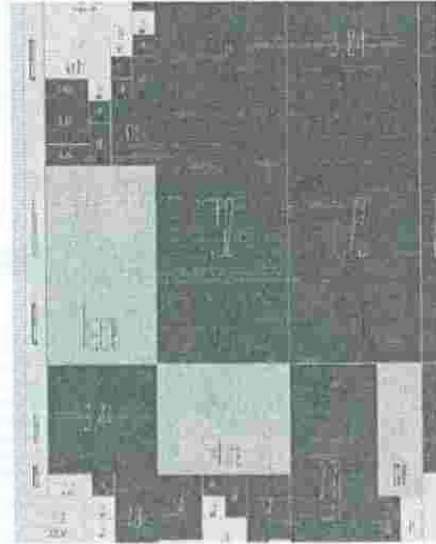


Imagen 7.35

Observamos que en la parte central nos indica la ley existente, así como en la parte central inferior el tipo de roca, y a los alrededores el color gris indica waste o tepetate.

Podemos cambiar la vista a una de planta, si cambiamos el ángulo a 0 grados, como se muestra a continuación (imagen 7.36):

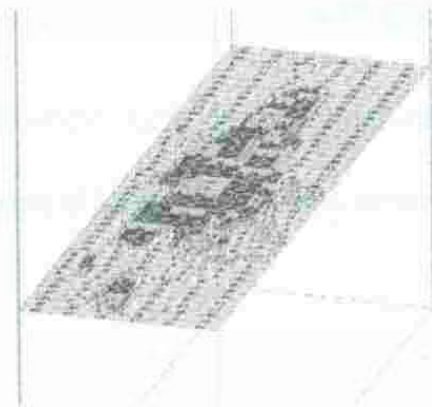


Imagen 7.36

En caso de requerir el modelo de bloques para un nivel específico, usaremos la opción *Select by grid coordinate*, con *By RL*, la cual nos permite ingresar una altitud específica, la cual será -800, y se puede apreciar en la siguiente imagen (imagen 7.37) como el nivel de la sección está a -800 metros de profundidad, intersectando el sólido:

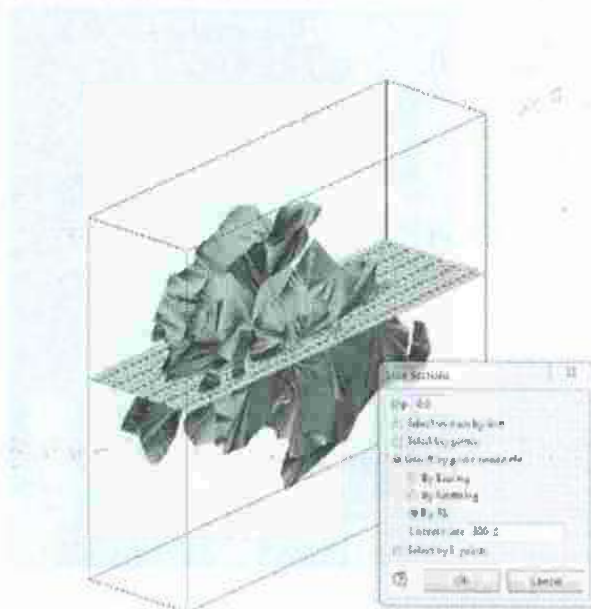


Imagen 7.37

7.7 Dynamic Block Model

El modelo de bloques dinámico nos permite visualizar la información de una manera más fácil y ordenada, ya que nos dejara ver múltiples secciones del modelo dentro de toda su extensión usando la opción *Toogle Slice View*.

Para seleccionar la herramienta *Dynamic Block Model Details*, iremos a la barra de menús: *Block—Viewing—Load Dynamic Model*, y aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.38):

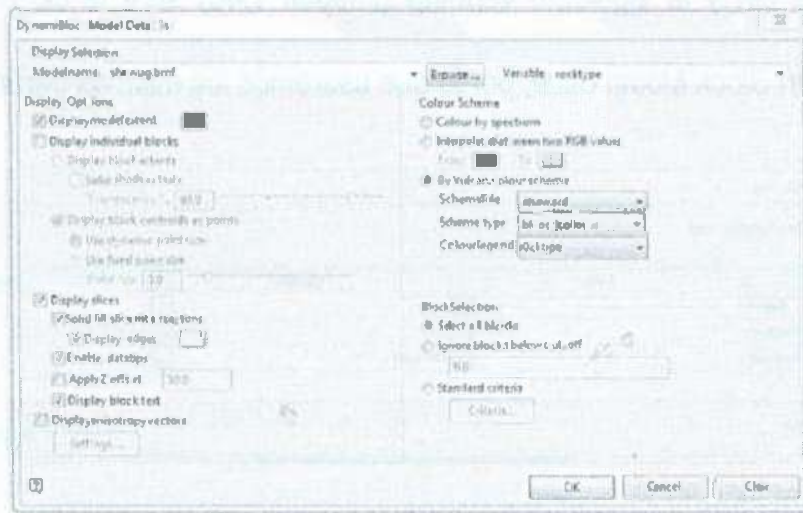


Imagen 7.38

Comparándola con la herramienta *Block Model Slice*, los parámetros que seleccionaremos serán los mismos:

- En *Model name* usaremos "shawug.bmf".
- *Variable* será "rocktype".
- Activaremos las casillas *Enable datatips* y *Display block text*.

Presionamos *OK* y aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.39), la de la cual usaremos los datos:

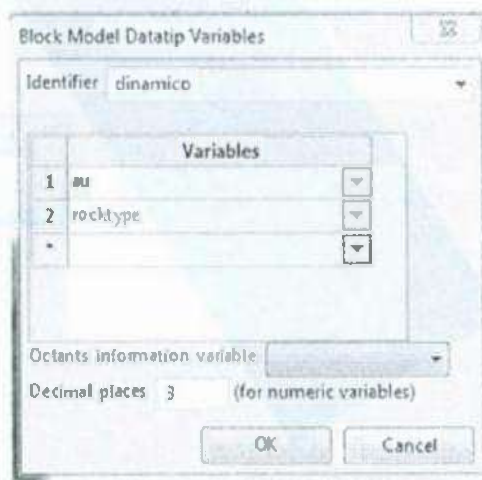


Imagen 7.39

Presionamos *OK* y la siguiente ventana (imagen 7.40) será la de *Block Text* con la cual ya trabajamos en *Block Model Slice*, por lo que usaremos los mismos parámetros.

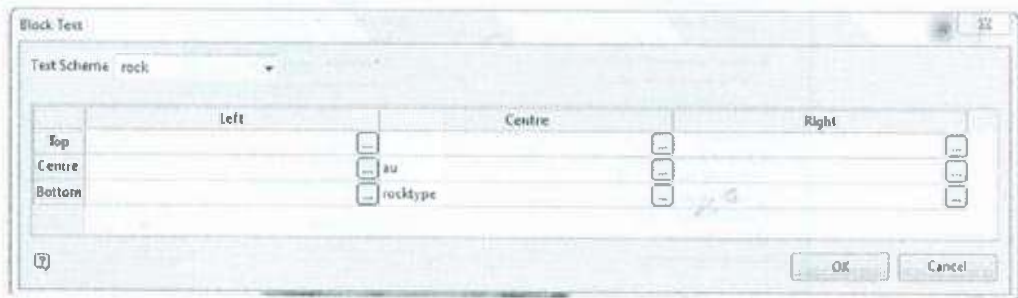


Imagen 7.40

Seleccionamos *OK*, con lo que nuestro modelo dinámico se cargara de manera automática.

Para poder hacer funcionar el modelo, nos iremos a vista de planta, y activaremos *Toogle Slice View*.

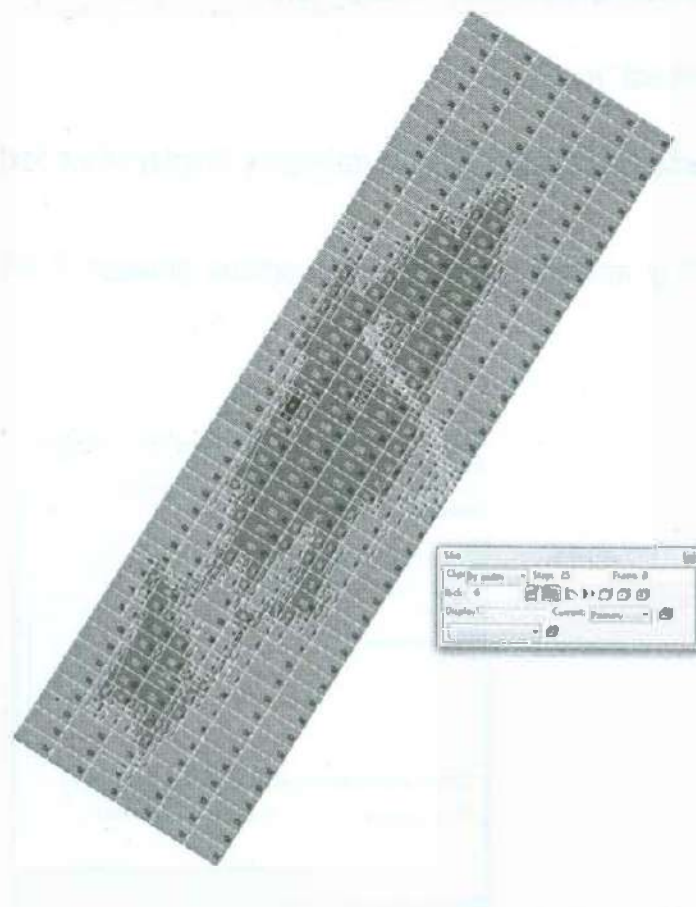


Imagen 7.41

En la imagen 7.41 observamos la herramienta *Toogle Slice View* trabajando, con la cual podemos saltar de niveles para observar los bloques que intersectan el sólido.

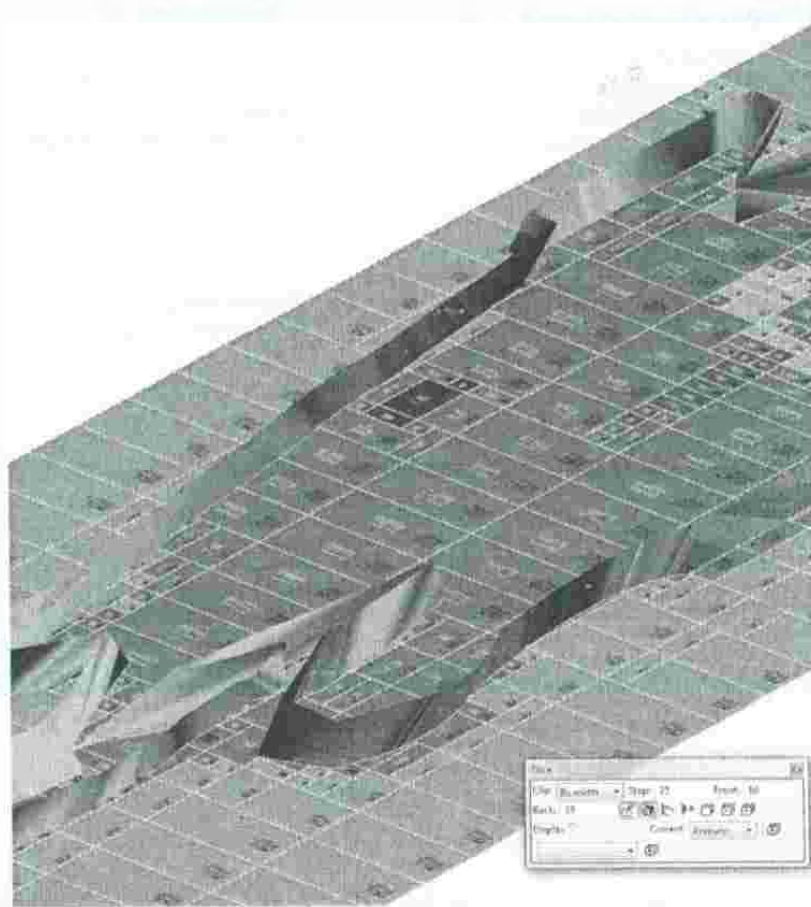


Imagen 7.42

En la imagen 7.42 observamos un corte del sólido de 10 metros de espesor que intersecta con nuestro modelo de bloques.

7.8 Grade Shells

Con la opción de *Grade Shells* podremos ver áreas en forma de triangulaciones las cuales tendrán una ley de corte con un grado en particular. Además, podremos obtener volúmenes para poder determinar nuestras reservas.

Para activar esta herramienta iremos a la barra de *menús—Blocks—Viewing—Grade Shells*.

R. 7170037

Al momento de activarla, aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.43):

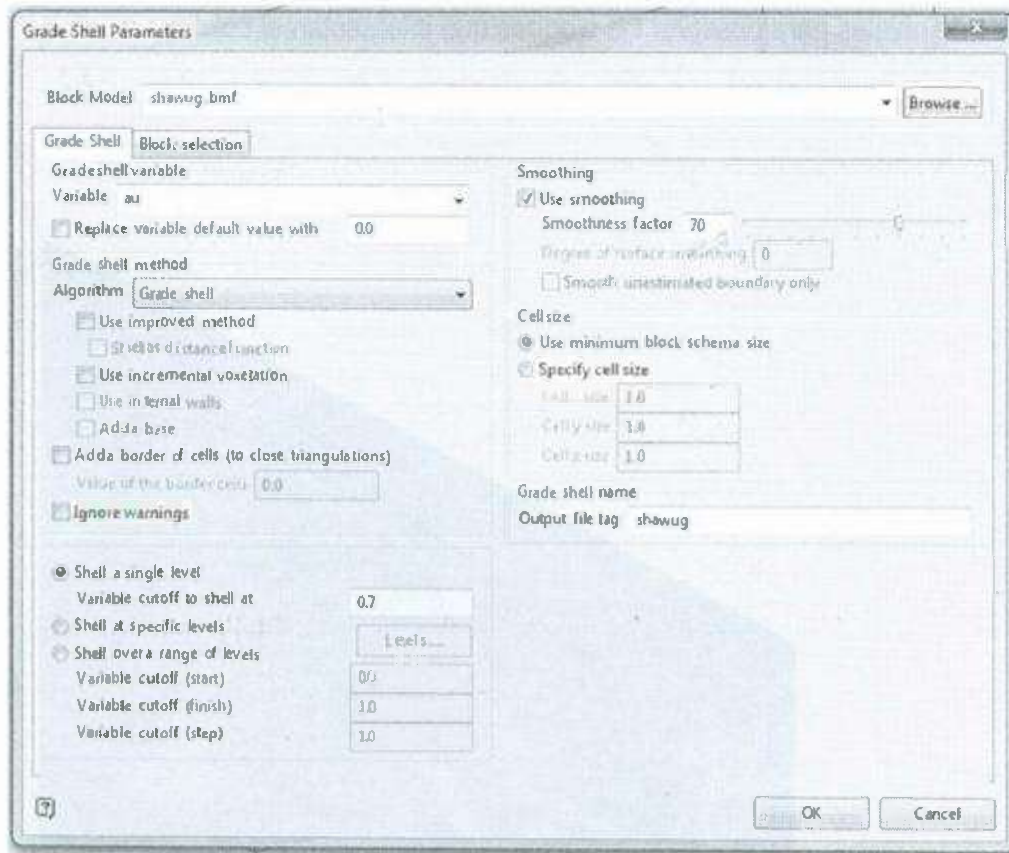


Imagen 7.43

Primeramente, activaremos nuestro modelo de bloques usando *Browse*, y buscaremos el archivo "shawug.bmf".

De las opciones siguientes, modificaremos los parámetros:

- *Variable*: usaremos "au" como nuestra variable principal, la cual únicamente tomara en cuenta los datos de los bloques que contengan mineral.
- *Grade shell method*: en este caso, usaremos el algoritmo de "grade Shell".
- *Shell a single level*: usaremos una ley de corte inicial de 0.7.

Presionamos OK, y aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.44):

```
Grade Shell
Current Directory: C:\Users\LabTinas\Desktop\Proyecto Rustanate\UG_Training
Banner: hsearch -L70 "shaug.bnf" au shaug 0.7
Looking for connection on 68816.
Connection established !
  BNRCH : Version : Maptek Vulcan 9.1.3 (90+ a95452d4) : 13-May-2015
          Copyright (c) 2015 Maptek

Loading data from block model:shaug.bnf
Starting shell generation.....

Completed 189 of 189 levels for threshold 0.20
65488 triangles created for shaug_au_0.200.00t
Original: 32682
Clean   : 32244

Press any key to continue ...
```

Imagen 7.44

Esta ventana es un comando de Vulcan, la cual nos muestra todas las operaciones realizadas en el proceso de nuestro reporte.

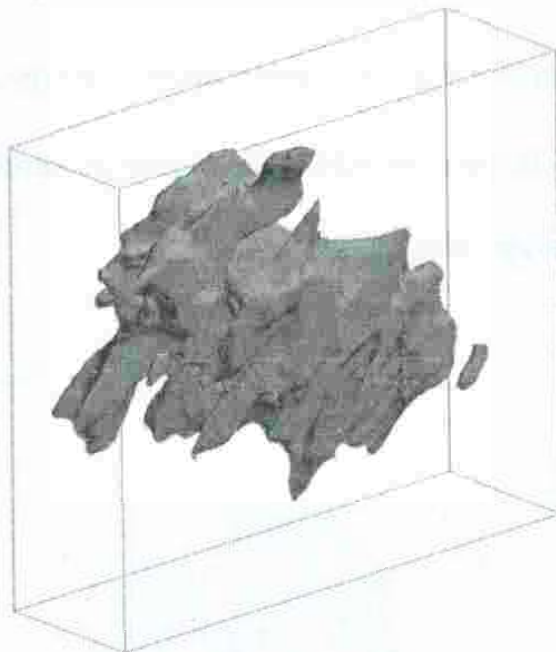


Imagen 7.45

En la imagen superior (imagen 7.45) observamos nuestra triangulación con ley de corte a 0.7 g/t, la cual está limitada en nuestra triangulación de "main_orebody.00t". Si la activamos, podremos

observar la cantidad de material contenido en ese cuerpo, que tiene una ley de corte específica (imagen 7.46):

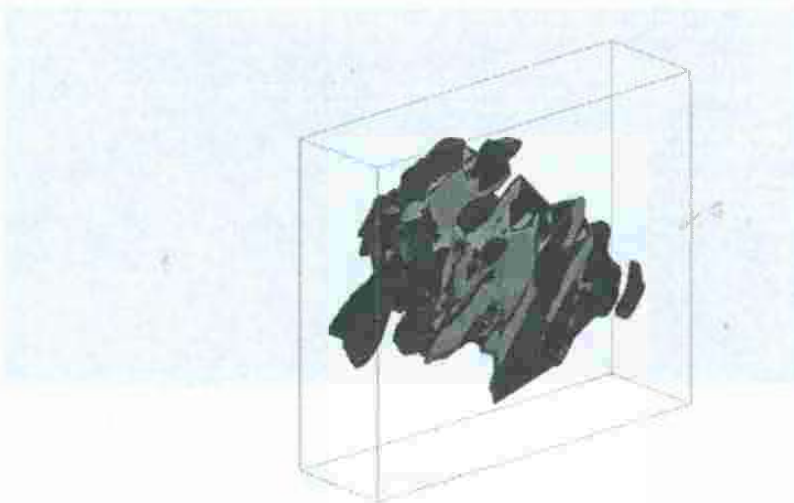


Imagen 7.46

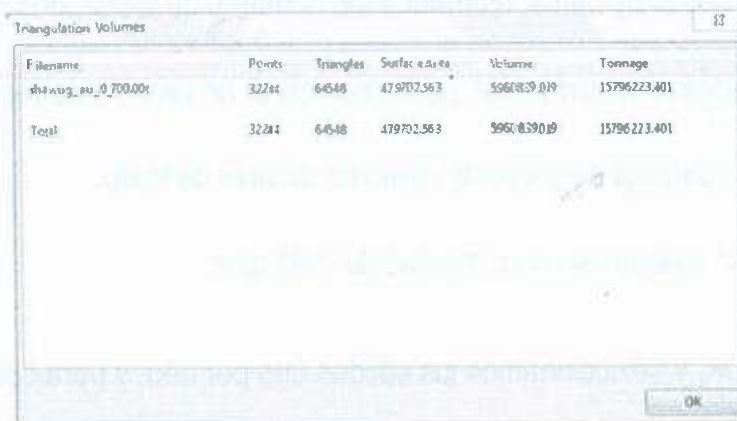
7.8.1 Calcular volumen.

Para conocer el volumen exacto de nuestro *grade Shell* (el que tenemos en la imagen 7.46), únicamente hacemos clic derecho sobre este y seleccionamos la opción *volume*. Aparecerá el siguiente cuadro de dialogo (imagen 7.47):



Imagen 7.47

Presionamos OK, y nos generara el siguiente reporte (imagen 7.48), la cual contiene información del sólido, triángulos, área de la superficie, volumen y tonelaje.



Filename	Points	Triangles	Surface Area	Volume	Tonnage
shd.vug.au_0_700.001	3224	64548	479702.563	5960839.019	15796223.401
Total	3224	64548	479702.563	5960839.019	15796223.401

Imagen 7.48

Otra forma de hacer el cálculo de volumen es usando la herramienta que está en la barra de menús—*Model—Triangle Solid—Volume*.

Para esto, necesitaremos tener más de una triangulación, por lo que usaremos dos *grade shells*, el primero con una ley de corte de 0.7 g/t y el segundo de 1.5 g/t. los activaremos para que aparezcan de manera simultánea en nuestra área de trabajo.

Cuando activamos la herramienta, aparecerá el siguiente cuadro de dialogo (imagen 7.49):

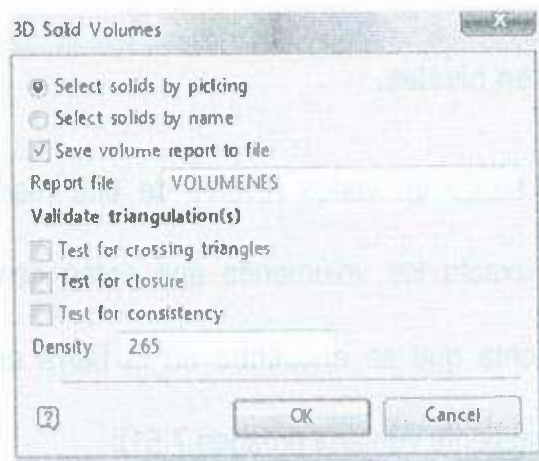



Imagen 7.49

Tendremos las siguientes opciones:

- *Select solids by picking*: podremos seleccionar los sólidos seleccionándolos.
- *Select solids by name*: usaremos los nombres de los sólidos para seleccionarlos.
- *Save volume report to file*: podremos crear un archivo de reporte, el cual se guardará en nuestra carpeta de proyecto como un archivo de texto.
- *Density*: usaremos una densidad de 2.65 g/cc.

Presionamos *OK*, y seleccionamos los sólidos uno por uno, y para comenzar el procesamiento de las triangulaciones, finalizamos con un clic derecho, con lo cual aparecerá el siguiente reporte (imagen 7.50):



Filename	Points	Triangles	Surface Area	Volume	Tonnage
thavug_solid_0_750.001	32244	64543	479702560	5960839.019	15790223.401
thavug_solid_1_500.001	3396	66702	484834978	4141689.680	10975477.675
Total	65640	131290	964537541	10102528.708	26771701.076

Imagen 7.50

7.9 Dividir un sólido en niveles.

Podremos dividir un sólido en varios niveles de una medida determinada, esto para poder calcular de manera exacta los volúmenes que están contenidos en cada nivel. Para esto usaremos la herramienta que se encuentra en la barra de *menús---Model---Triangle Solid---Shells*. Aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.51):

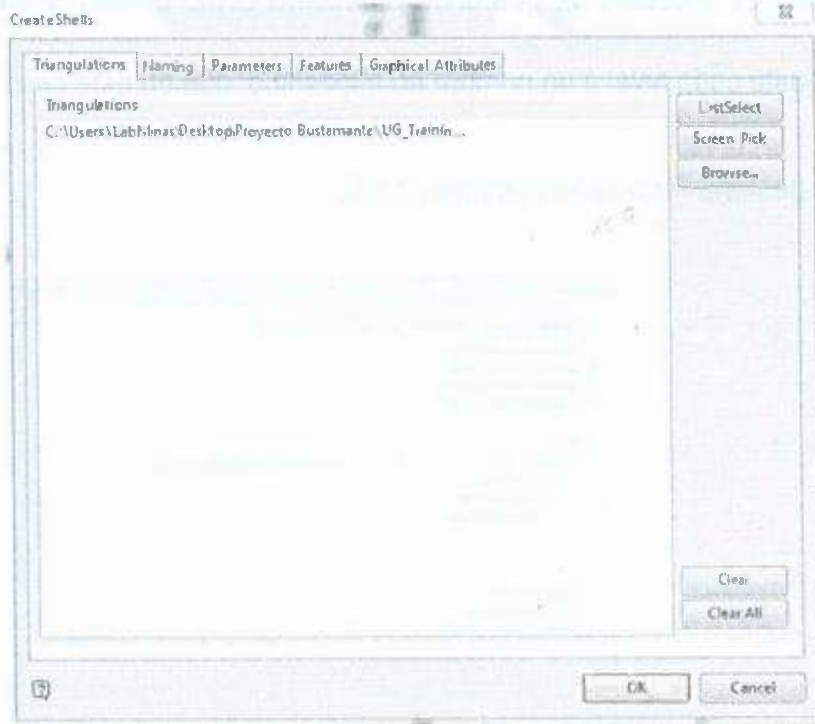


Imagen 7.51

Aquí usaremos *Screen pick* para seleccionar la triangulación "shawug_au_1_500.00t". Ya que aparezca en la lista de triangulaciones, nos iremos a la pestaña de *Naming* (imagen 7.52):

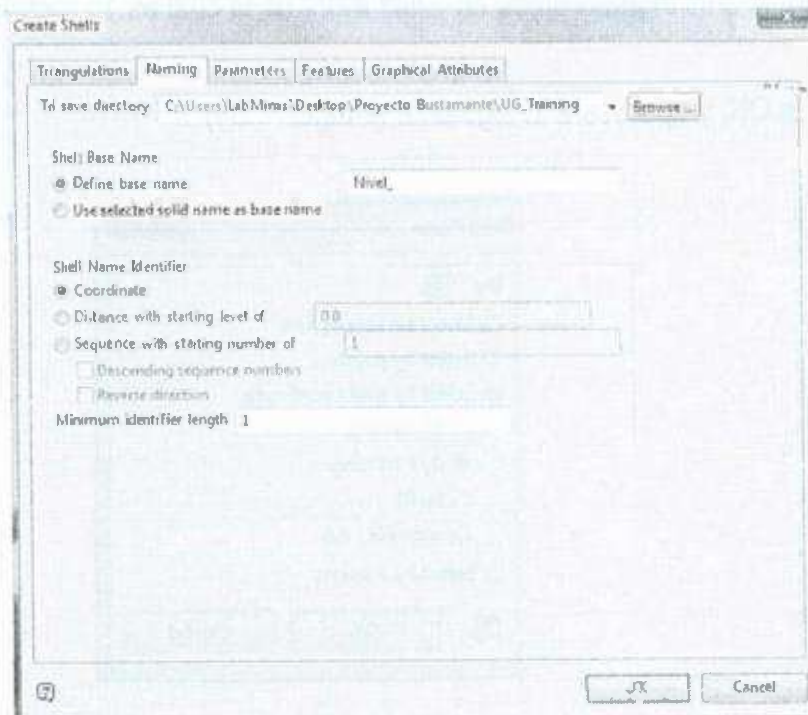


Imagen 7.52

En este caso, el directorio de guardado aparecerá como default, y en *Define base name* será donde se ajuste cada nivel a un nombre en específico, que en este caso será "Nivel_".

Iremos a la pestaña *Parameters* (imagen 7.53):

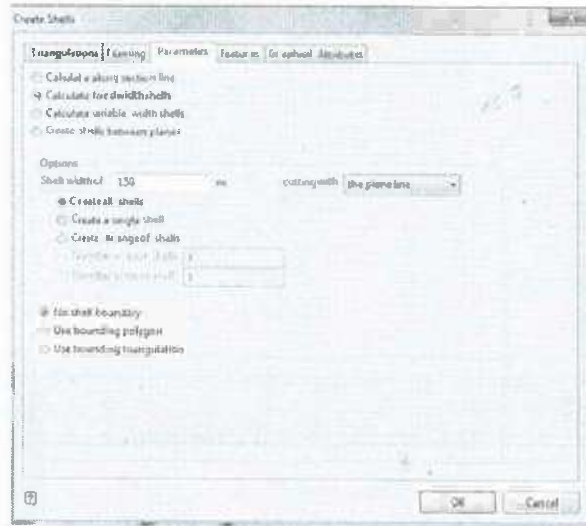


Imagen 7.53

Aquí seleccionaremos la opción *Calculate fixed width shells*, que nos permitirá darle una altura determinada, la cual ingresaremos en *Shell width of*, la cual es 15 metros de altura.

Presionamos OK, y aparecerá lo siguiente (imagen 7.54)



Imagen 7.54

Usamos una inclinación de 0 grados, y seleccionamos la opción *Select by grid coordinate*, con *By northing*. Seleccionamos OK, y aparecerá nuestro sólido dividido (imagen 7.55):

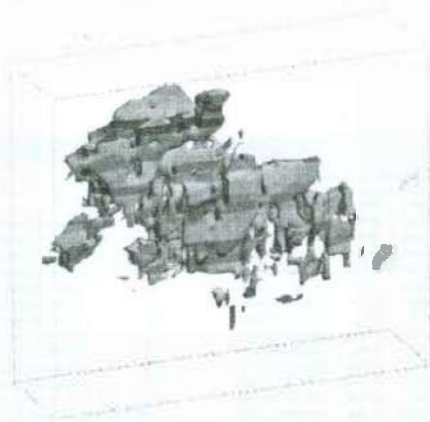


Imagen 7.55

Cada color representa un nivel, y cada uno de estos es una triangulación única, como se puede observar en la siguiente imagen (imagen 7.56):

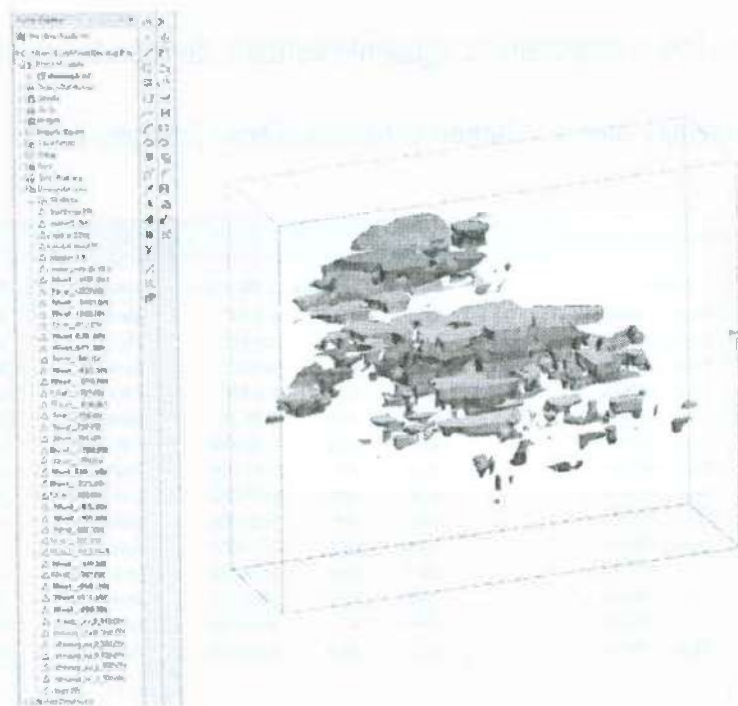


Imagen 7.56

Para poder sacar los volúmenes de cada nivel, usamos la opción *Volume*, para varias triangulaciones, pero en este caso usaremos la opción *Select solids by name*, y aparecerá la siguiente ventana, en donde seleccionaremos las triangulaciones con la clave "Nivel_" (imagen 7.57):

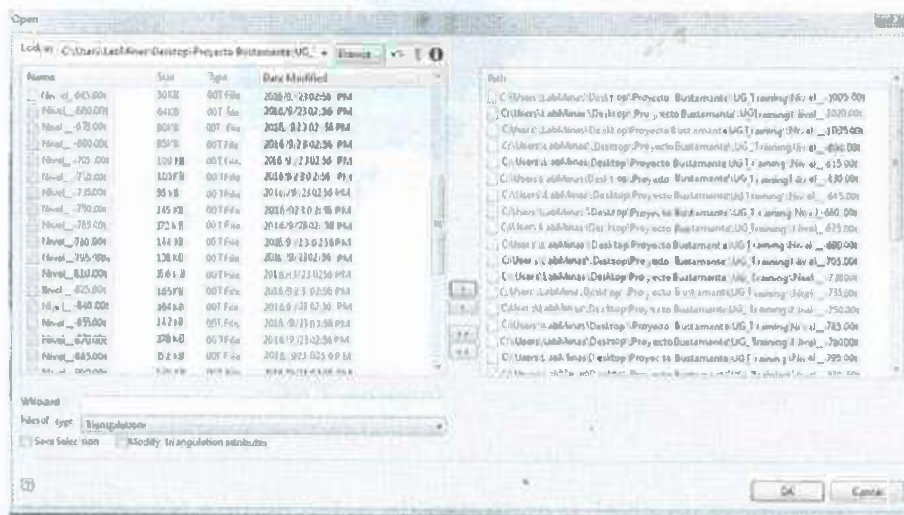


Imagen 7.57

Seleccionamos *OK*, y aparecerá la siguiente ventana de reporte, que contiene el nombre de cada nivel con su tonelaje, área y volumen correspondiente (imagen 7.58):

File name	Points	Triangles	Surface Area	Volume	Tonnage
Nivel_-1005.00t	195	378	878.080	658.156	1744.115
Nivel_-1020.00t	61	118	307.930	271.554	719.617
Nivel_-1035.00t	35	66	99.888	34.793	92.203
Nivel_-600.00t	101	198	833.474	431.851	1144.405
Nivel_-615.00t	601	1186	7379.323	23948.572	63463.715
Nivel_-630.00t	823	1634	12312.989	45891.824	121613.333
Nivel_-645.00t	1079	2150	19443.205	75671.441	200529.320
Nivel_-660.00t	1446	2888	28874.588	128659.952	340948.872
Nivel_-675.00t	1841	3682	36182.933	163864.784	434241.677
Nivel_-690.00t	2228	4451	41519.770	190846.044	505742.017
Nivel_-705.00t	2597	5200	43796.124	185292.510	491025.152
Nivel_-720.00t	2406	4792	37134.350	144551.627	383061.813
Nivel_-735.00t	2256	4312	37228.719	140440.340	372166.900
Nivel_-750.00t	3515	7014	61066.940	240067.770	636179.591

Imagen 7.58

7.10 Cálculo de reservas.

Con la herramienta que se localiza en la barra de *menús—Block—Reserves—General*, podemos calcular nuestras reservas totales para una ley específica dentro de nuestro modelo de bloques, cuando este esté activado.

Activaremos la herramienta, con lo que aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.59):

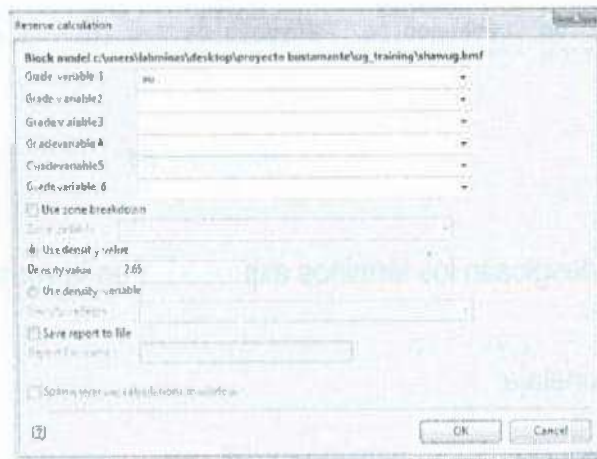


Imagen 7.59

Seleccionaremos una sola variable, "au", y usaremos una densidad de 2.65 g/cc. Presionamos OK, aparecerá una ventana que nos pide si así lo deseamos seleccionar una ley de corte, la cual no será necesaria, por lo que continuaremos y aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.60).

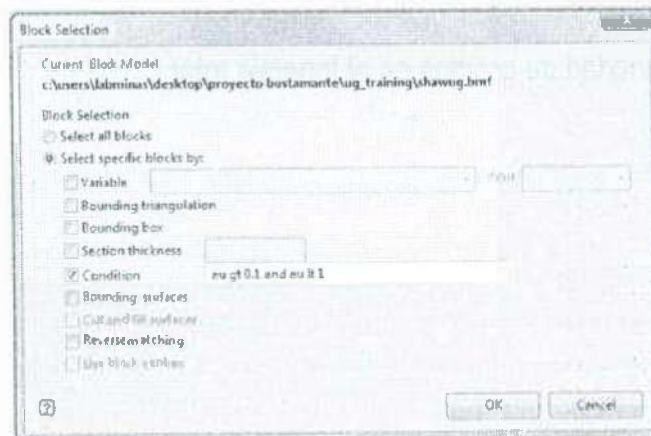


Imagen 7.60

Como estamos manejando leyes de mineral, manejaremos una condicionante usada anteriormente, donde solo nos aparecerán bloques que contengan leyes entre 0.1 y 1 g/t. presionamos OK, y nuestro informe de reservas aparecerá en nuestra ventana de reportes como se muestra a continuación (imagen 7.61):

```
RESERVE REPORT
-----
Model   : c:/users/labminas/desktop/proyecto bustamante/ug_training/shawug.bmf
Date    : 15:12:50 23-Sep-2016

Grades  Tonnage  volume  Units  Min  Max  Avg/G  Avg/D  Total  Grade
au      4997900.00  1886000.00  3019030.03  0.101  1.000  0.604  2.650  869.681
*** END OF INFORMATION ***
```

Imagen 7.61

A continuación, se desglosan los términos expresados en la ventana del reporte:

- Tonnage: tonelaje.
- Volume: volumen.
- Units: unidades.
- Min: valor mínimo.
- Max: valor máximo.
- Avg/G: ley promedio.
- Avg/D: densidad promedio.
- Units: cantidad de gramos en el tonelaje total.

7.11 Editor de reservas avanzado.

Para usar esta herramienta iremos a *Menus—Block—Advanced Reserves—Advanced Reserves Editor*. Aparecerá la siguiente ventana (imagen 7.62):

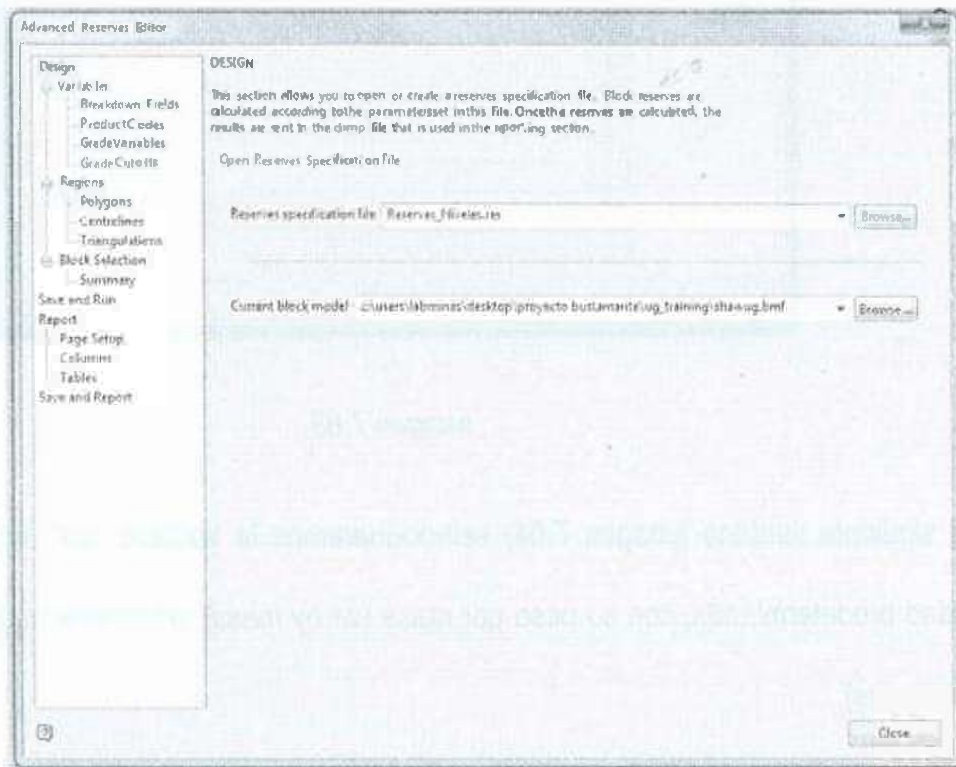


Imagen 7.62

Aquí seleccionaremos el nombre para nuestro reporte de reservas, que será "Reservas_Niveles.res".

En la siguiente ventana (imagen 7.63) le asignaremos códigos a nuestro tipo de mineral usando las siguientes condicionantes:

- Estéril: "au lt 0.7", menor que 0.7.
- Baja_Ley: "au gt 0.7 and au lt 1.5", mayor a 0.5 y menor que 1.5.
- Alta_Ley: "au gt 1.5", mayor a 1.5.

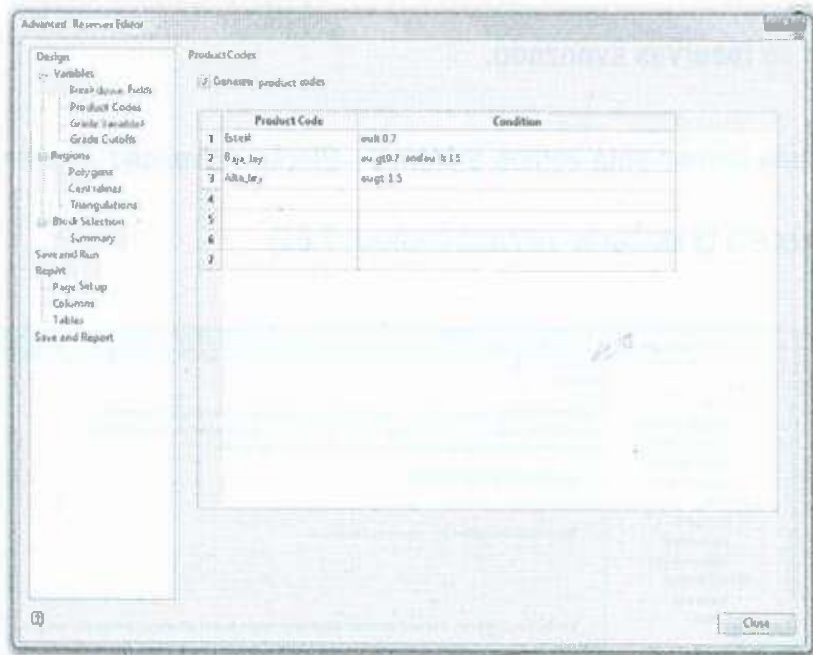


Imagen 7.63

En la siguiente ventana (imagen 7.64) seleccionaremos la Variable “au” la cual ya tendrá su densidad predeterminada, con su peso por masa (*wt by mass*), dándonos un promedio por nivel (*use average*).

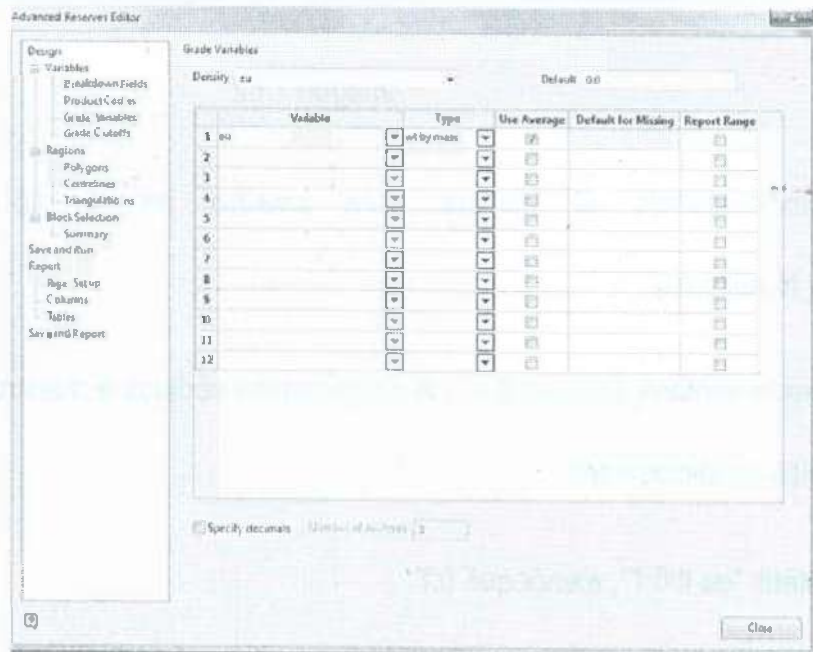


Imagen 7.64

En la siguiente ventana (imagen 7.65) seleccionaremos las triangulaciones de niveles del polígono.

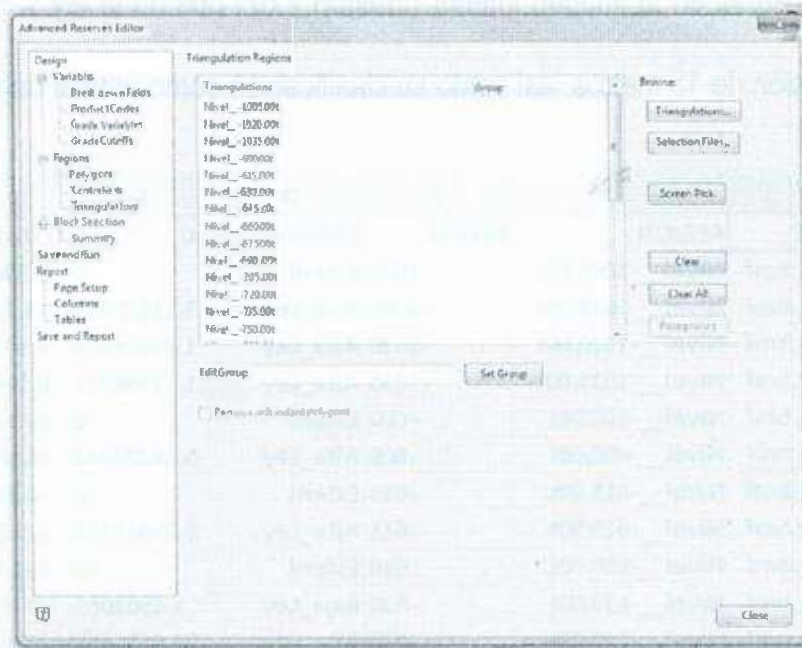


Imagen 7.65

A continuación, calcularemos nuestras reservas usando la opción *Calculate* (imagen 7.66), no sin antes seleccionar la casilla *Output CSV file* para generar un archivo en Excel.

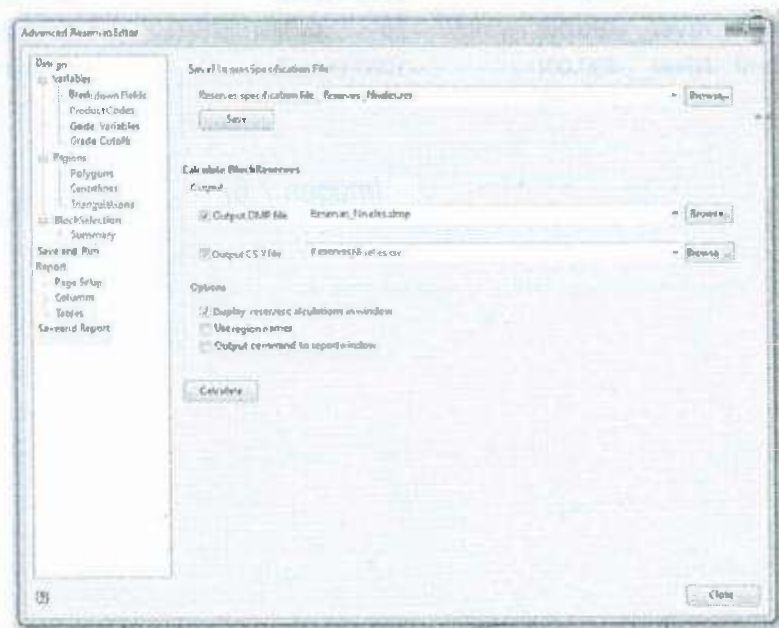


Imagen 7.66

Nuestro archivo de Excel se guardará en nuestro folder de proyecto, únicamente hay que buscarlo por su nombre.

Como se observa en la imagen inferior (imagen 7.67) nos da la ley y el tonelaje de cada banco con separación de 15 metros, así como su clasificación como estéril, baja o alta ley.

	A	B	C	D	E	F	G
1	SOURCE	REGION	BENCH	PRODUCT	AU	TOTAL_VOLL	TOTAL_MASS
2	shawug.bmf	Nivel_-1005.00t	-1005	Esteril	0	2.30012212	0
3	shawug.bmf	Nivel_-1005.00t	-1005	Alta_Ley	3.13879087	15.2168585	41.04495713
4	shawug.bmf	Nivel_-1020.00t	-1020	Alta_Ley	1.70555328	4.62395015	7.880339236
5	shawug.bmf	Nivel_-1035.00t	-1035	Alta_Ley	1.71566701	0.59693931	1.024149086
6	shawug.bmf	Nivel_-600.00t	-600	Esteril	0	47.8143438	0
7	shawug.bmf	Nivel_-600.00t	-600	Alta_Ley	5.38297224	16.8552345	82.19431382
8	shawug.bmf	Nivel_-615.00t	-615	Esteril	0	54.8932676	0
9	shawug.bmf	Nivel_-615.00t	-615	Alta_Ley	5.85461339	1212.16194	6643.377788
10	shawug.bmf	Nivel_-630.00t	-630	Esteril	0	398.221029	0
11	shawug.bmf	Nivel_-630.00t	-630	Baja_Ley	1.3502065	10.3972665	13.69434231
12	shawug.bmf	Nivel_-630.00t	-630	Alta_Ley	24.8651401	2822.62852	39340.61215
13	shawug.bmf	Nivel_-645.00t	-645	Esteril	991.466857	1076.85095	0.334760369
14	shawug.bmf	Nivel_-645.00t	-645	Baja_Ley	1.11808782	5.65024213	6.056124268
15	shawug.bmf	Nivel_-645.00t	-645	Alta_Ley	23.5915509	4912.52906	68349.4147
16	shawug.bmf	Nivel_-660.00t	-660	Esteril	65.5356802	622.718229	2.636288717
17	shawug.bmf	Nivel_-660.00t	-660	Baja_Ley	1.26791079	30.4874355	37.60970822
18	shawug.bmf	Nivel_-660.00t	-660	Alta_Ley	21.3644977	7057.32083	82385.47098
19	shawug.bmf	Nivel_-675.00t	-675	Esteril	69.7161347	833.683249	3.356588417
20	shawug.bmf	Nivel_-675.00t	-675	Baja_Ley	1.17238345	98.4830727	112.5263744
21	shawug.bmf	Nivel_-675.00t	-675	Alta_Ley	13.3868934	7076.26115	49515.31366
22	shawug.bmf	Nivel_-690.00t	-1110	Esteril	0	0.03146177	0
23	shawug.bmf	Nivel_-690.00t	-1095	Esteril	0	0.09438531	0
24	shawug.bmf	Nivel_-690.00t	-1080	Esteril	0	0.09438531	0
25	shawug.bmf	Nivel_-690.00t	-1065	Esteril	0	0.09438531	0

Imagen 7.67

VIII. Minado a cielo abierto.

Dentro del software minero Vulcan existen varias herramientas que nos permiten diseñar un modelo de explotación a cielo abierto, con el cual podremos plasmar un tajo dentro de un terreno ya triangulado.

La opción más básica que analizaremos en este apartado es la de *Auto Pit*, con la cual podremos diseñar un tajo con características básicas.

La herramienta *Auto Pit* se puede encontrar de la siguiente manera:

- *Open Pit—Open Cut Design—Auto Pit*

En pantalla, se vería de la siguiente forma (imagen 8.1):

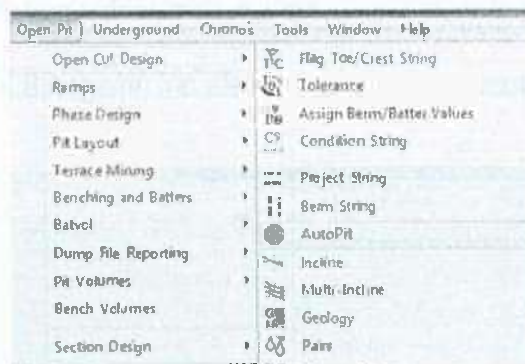


Imagen 8.1

Para poder hacer uso de esta herramienta, seguiremos el siguiente tutorial básico para poder diseñar un tajo con la carpeta de proyecto OpPIT.

8.1 Importar la triangulación de un terreno.

Para este primer paso, usaremos la topografía del Cerro de la Campana, localizado en la ciudad de Hermosillo, Sonora, la cual estará en la carpeta designada para este trabajo. Para facilitar la exportación, lo que haremos será mover el archivo "cerro_de_la_campana.001". Con esto, de

manera automática, el software clasificara ese archivo como una triangulación y lo mandara directamente a nuestra carpeta de triangulaciones.

Una vez realizado el movimiento, abriremos nuestro proyecto Vulcan, esta vez creando un archivo de diseño nuevo, al cual llamaremos "autopit", el cual de ahora en adelante aparecerá con el siguiente nombre cada vez que iniciemos Vulcan (imagen 8.2):



Imagen 8.2

Ya que se cargó nuestro proyecto, iremos directamente a nuestro explorador de Vulcan para asegurarnos de que nuestra triangulación este ahí (imagen 8.3):

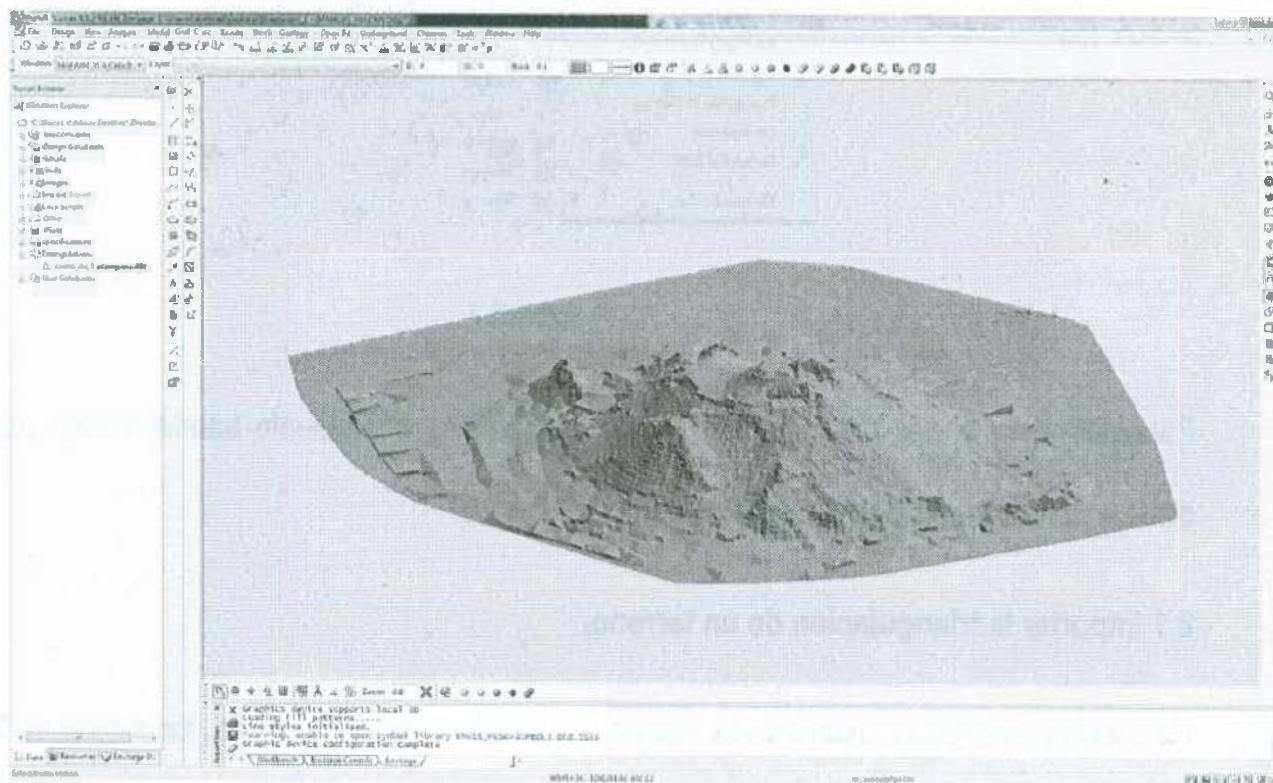


Imagen 8.3

8.2. Crear el contorno del tajo.

En esta sección diseñaremos el límite de nuestro tajo, sobre la punta del cerro.

Para esto, crearemos un polígono sobre la vista de plano, siguiendo un contorno que consideremos practico, en un Layer que designaremos como POLIGONO_TAJO.

Nota: para facilitar el diseño del polígono es hacer la triangulación translúcida con la siguiente

herramienta:  con la cual será más fácil ver lo que estamos haciendo.

- Una vez creado el polígono, se vera de la siguiente forma (imagen 8.4):

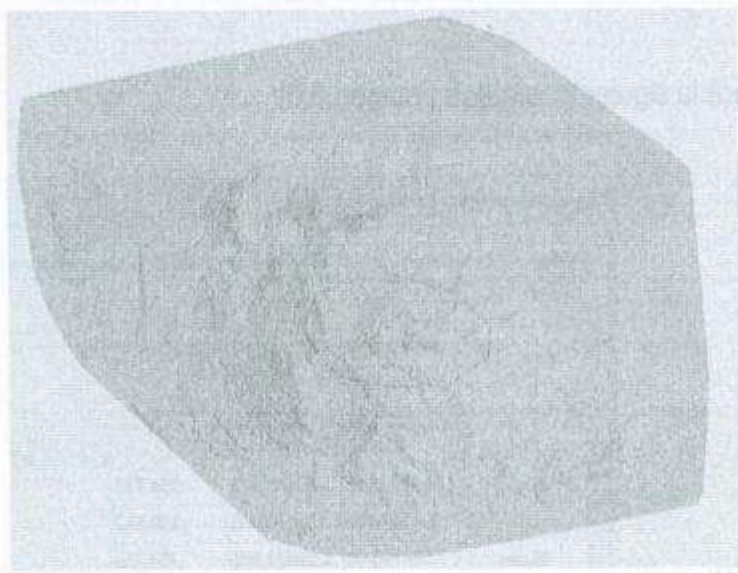


Imagen 8.4

8.3. Seleccionar el nivel del polígono.

Como se puede observar en la siguiente imagen, el polígono que creamos no se encuentra a la altura de nuestra topografía, por lo que cuando realicemos nuestro tajo, este no cortara la parte del cerro que queremos (imagen 8.5).

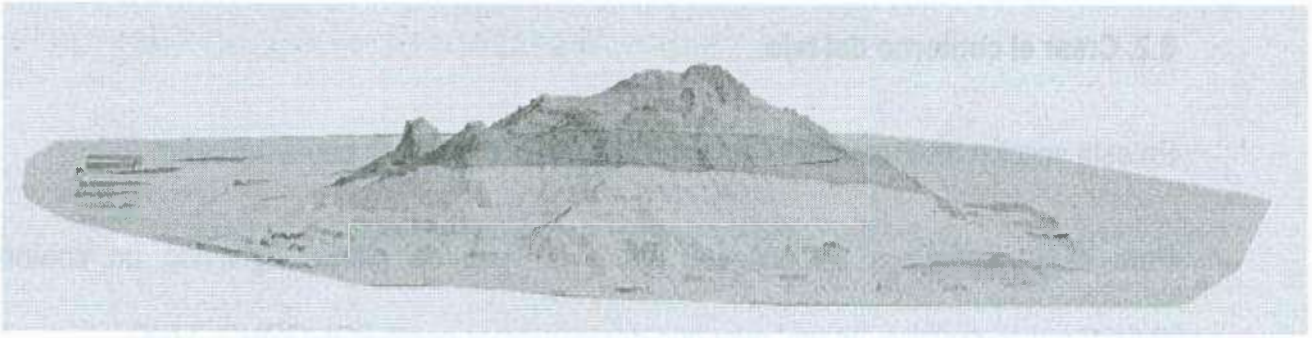


Imagen 8.5

Para poder solucionar este problema, primero hay que conocer los parámetros de nuestra triangulación, como su elevación mínima y máxima, de la siguiente manera:

Ir a *Model—Triangle Edit—Analyse Vertices* desde nuestra barra de menús.

Nos aparecerá la siguiente ventana (imagen 8.6):

	X	Y	Z
Max	505332.156	3216618.5	354.774
Min	504207.406	3215736.5	199.882
Mean	504796.94	3216081.505	254.213
Median	504791.594	3216080.0	249.681
Std Dev	189.276	155.835	35.113

Imagen 8.6

Aquí podemos observar que nuestra altura máxima en el eje Z es de 354.774, mientras que la mínima es de 199.882.

Con estos datos podremos mover nuestro polígono a una altura adecuada, de la siguiente forma:

Ir a *Design—Object Edit—Z Value* desde nuestra barra de menús.

Una vez activada esta herramienta, aparecerá un menú, del cual seleccionaremos *object*, dado que nuestro polígono cae en esta categoría. Una vez seleccionado nuestro límite de tajo, aparecerá la siguiente ventana (imagen 8.7):

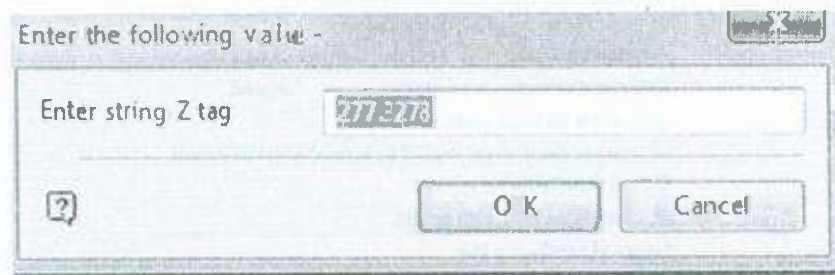


Imagen 8.7

El número que aparece ahí es la altura actual de nuestro polígono, por lo que, tomando en cuenta la altura máxima de nuestra triangulación (354.774), una altura promedio para nuestro polígono, con la cual no se interseque con la triangulación, sería de 320, altura que sustituiremos en nuestro cuadro de dialogo, para actualizar la altura de nuestro polígono (imagen 8.8):

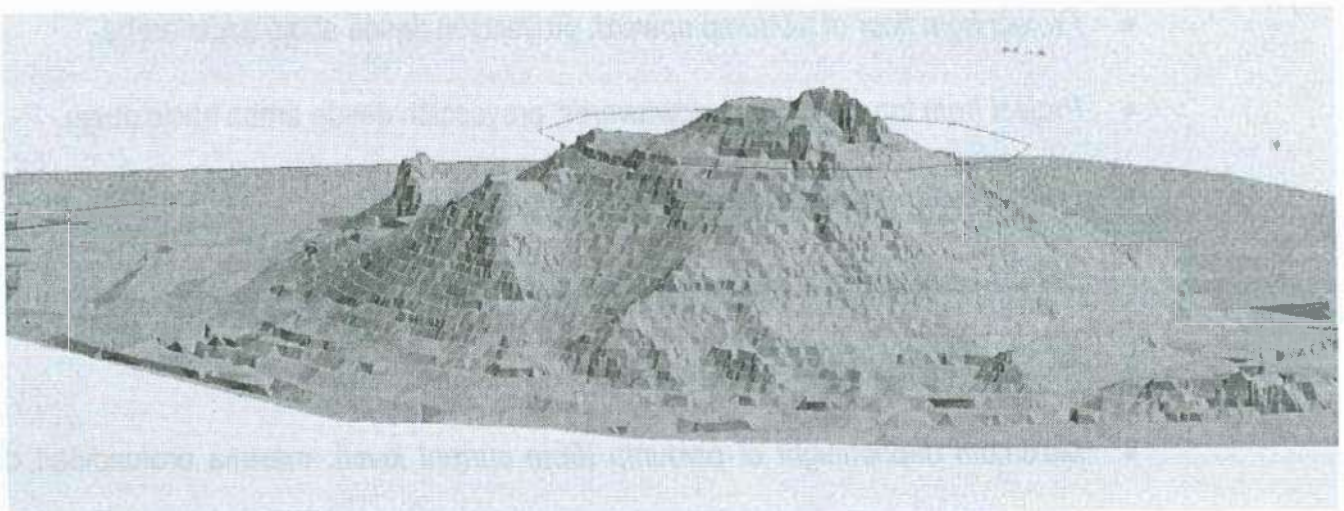


Imagen 8.8

8.4. Herramienta AutoPit.

Ir a la barra de menús--*Open Pit*—*Open Cut Design*—*Auto Pit*.

Al activar esta herramienta, nos pedirá que seleccionemos un polígono, el cual será el de nuestro diseño de tajo, con lo que aparecerá la siguiente ventana (imagen 8.9):

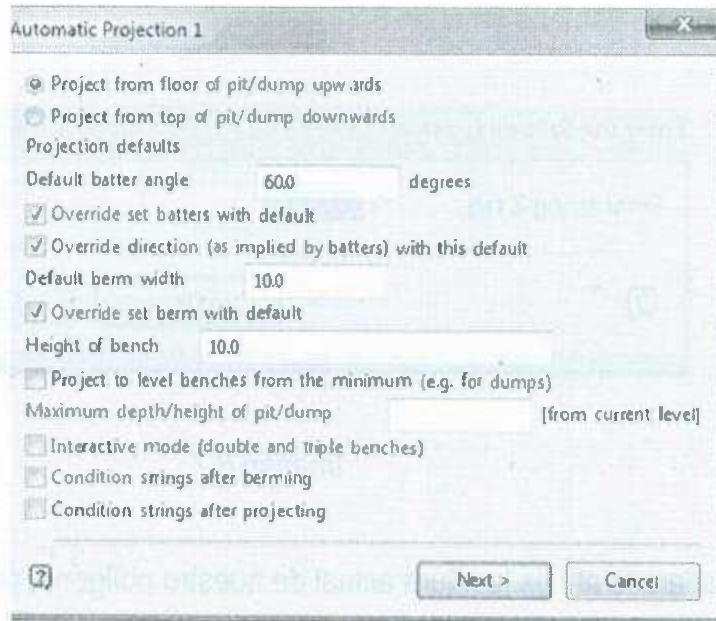


Imagen 8.9

Desglosando la ventana con sus opciones principales, tenemos:

- *Project from floor of pit/dump upwards*: proyección desde abajo hacia arriba.
- *Project from top of pit/dump downwards*: proyección desde arriba hacia abajo.
- *Default batter angle*: ángulo del talud (en grados)
- *Default berm width*: ancho de berma predeterminado.
- *Height of bench*: altura del banco.
- *Maximum depth/height of pit/dump (from current level)*: máxima profundidad desde el nivel actual del polígono.

Los datos a reemplazar serán:

- Angulo del talud: 45 grados.
- Ancho de berma: 5 metros.
- Altura de banco: 7 metros.
- Profundidad: 100 metros.

En la siguiente ventana (imagen 8.10) únicamente se puede seleccionar el corte del modelo para llegar a un volumen específico, pero en nuestro caso eso no será necesario. También podemos limitar la profundización de nuestro tajo cuando se llegue a un modelo de superficie (*limit projection to surface model*) en caso de que sea necesario no realizar un corte en un área delimitada, ej. Zona de estéril, o fuera de límite de explotación.

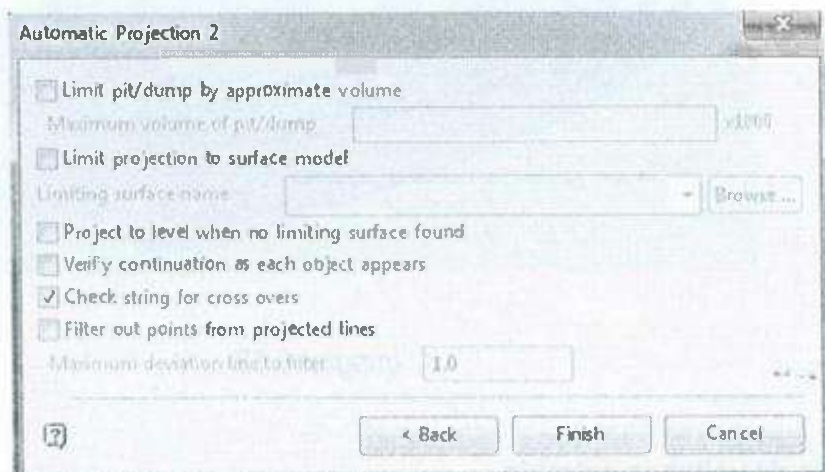


Imagen 8.10

Seleccionamos *Finish* para que se cree el tajo, el cual se vera de la siguiente manera (imagen 8.11):

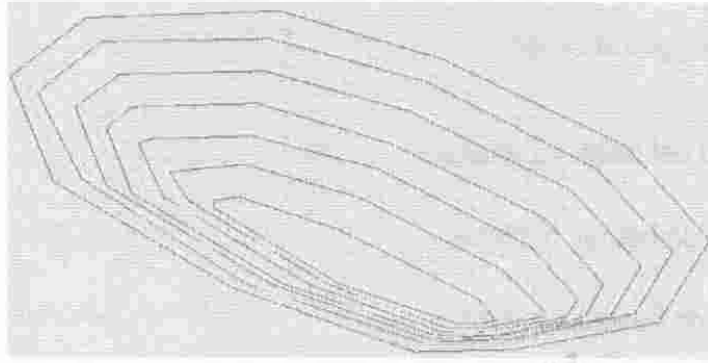


Imagen 8.11

Procederemos a triangular el objeto, dejándolo con el nombre de nuestra mina, ejemplo,

- MINA_SONORA. La triangulación se vera de la siguiente manera:

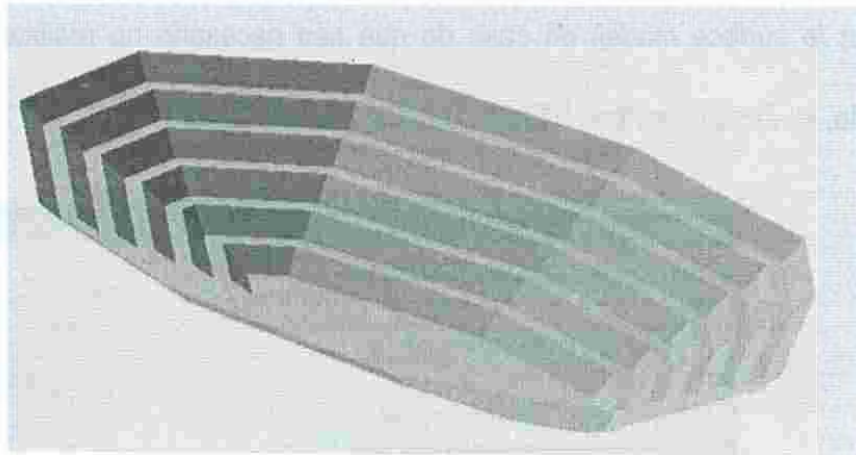


Imagen 8.12

8.5. Calculo de volumen extraído

Para calcular el volumen extraído del tajo, tenemos que crear un sólido que sea el corte de intersección de nuestro tajo con la triangulación de la superficie, por lo que abriremos la triangulación de nuestro tajo y la de superficie (Imagen 8.13):

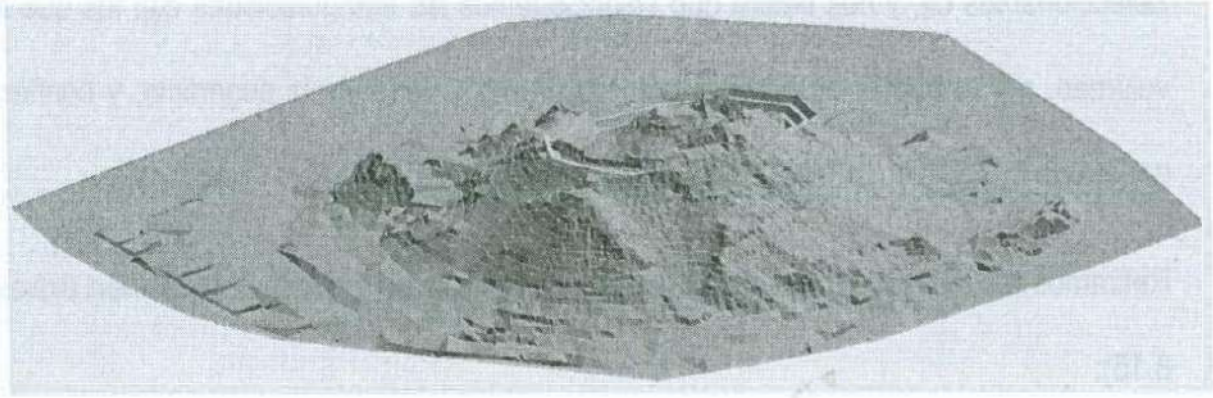


Imagen 8.13

Ir a *Open Pit—Open Cut Design—Pit Topography*, desde nuestra barra de menús.

Aparecerá la siguiente ventana (imagen 8.14):

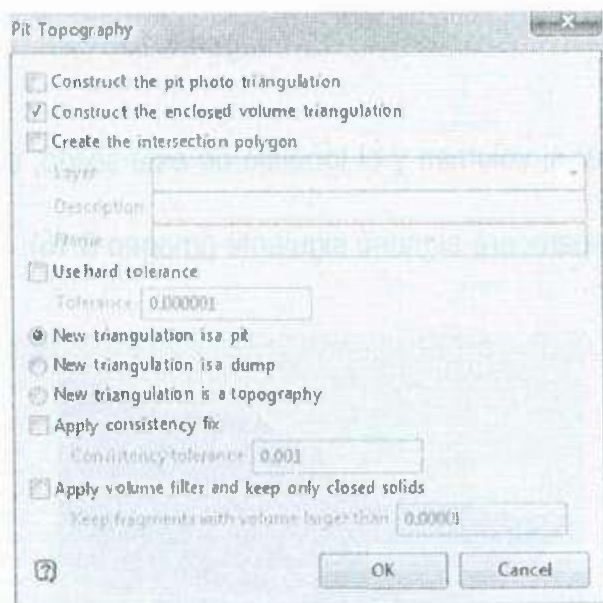


Imagen 8.14

Seleccionaremos la opción *Construct the enclosed volume triangulation* la cual creará una triangulación del volumen que se encuentra entre las dos triangulaciones. De manera automática se seleccionará la opción *New triangulation is a pit*, la cual indica que la nueva triangulación va a ser la de un tajo, pero se puede seleccionar que sea de un tiradero o de una topografía.

Seleccionamos ok, y nos pedirá que seleccionemos las triangulaciones con las que se creara el volumen, por lo que el orden será primero el tajo y después la superficie, y confirmamos para generar la superficie. La triangulación será "volumen_extraido".

Retiramos las triangulaciones del tajo y la superficie, para dejar la del volumen extraído (imagen 8.15):

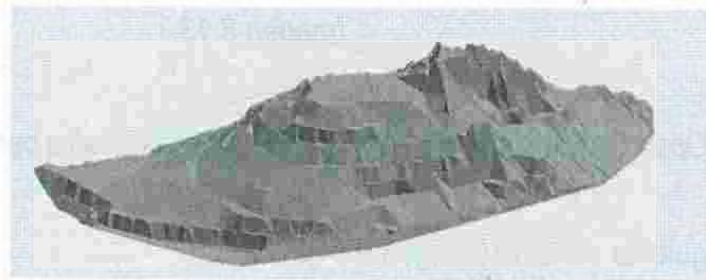


Imagen 8.15

Si queremos conocer el volumen y el tonelaje de este sólido, seleccionamos la triangulación con un clic izquierdo, y aparecerá el menú siguiente (imagen 8.16):



Imagen 8.16

Seleccionaremos *volumen* (para cálculo de volumen):

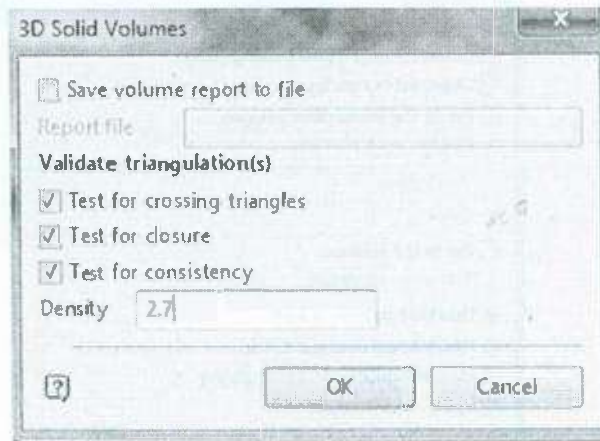
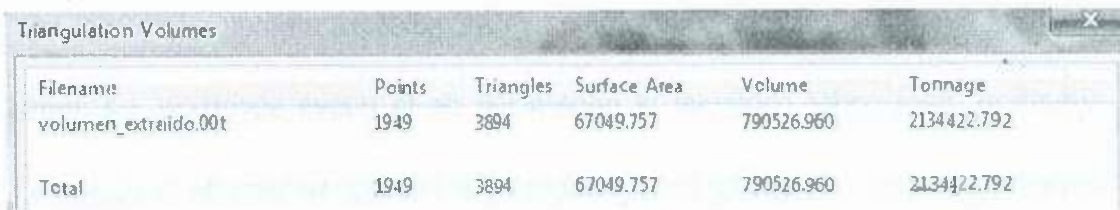


Imagen 8.17

La ventana que aparece (imagen 8.17) nos permitirá poder salvar el reporte en un documento de texto si así lo deseamos. También podremos decidir en una densidad para el material, en este caso será de 2.7 toneladas por metro cubico, seleccionamos *OK* y aparecerá la siguiente ventana (imagen 8.18):



Filename	Points	Triangles	Surface Area	Volume	Tonnage
volumen_extraido.00t	1949	3894	67049.757	790526.960	2134422.792
Total	1949	3894	67049.757	790526.960	2134422.792

Imagen 8.18

Aquí se puede observar el reporte de volumen del sólido.

8.6. Actualizar topografía.

En esta sección crearemos una topografía actual de la zona, la cual comprenderá nuestro nuevo tajo para esto necesitaremos la triangulación de nuestro tajo y la de superficie.

Ir a *Open Pit—Open Cut Design—Pit Topography*, desde nuestra barra de menús.

Aparecerá la siguiente ventana (imagen 8.19):

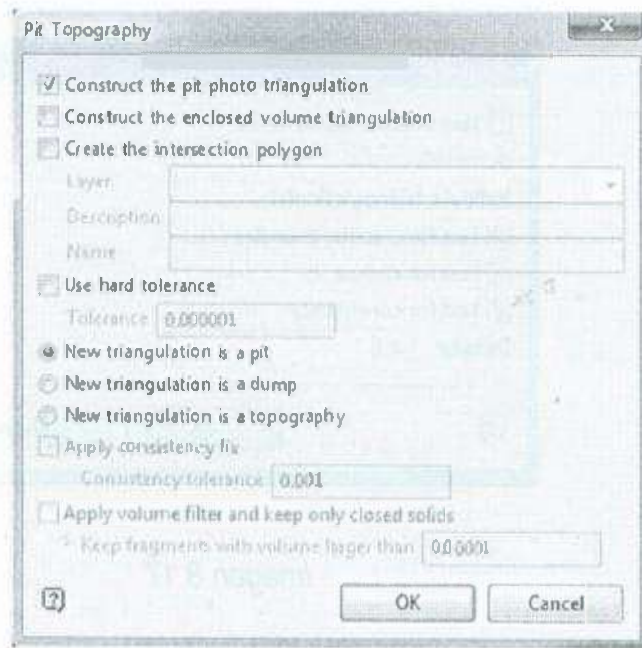


Imagen 8.19

Usaremos la opción de creación de una foto triangulación del tajo, la cual hará que se genere una nueva superficie que incluya el diseño del tajo en nuestra antigua superficie (se actualizará).

De igual manera, al momento de presionar OK, seleccionaremos primero el tajo y después la superficie, para poder confirmar la generación de la nueva superficie. La nueva triangulación llevara de nombre "topografía_mina_Sonora", y al finalizar se vera de la siguiente forma (imagen 8.20):



Imagen 8.20

8.7 Diseño de tepetateras.

Dentro del menú *open cut design* tenemos la opción para diseñar tepetateras, la cual describiremos a continuación.

Para esto, crearemos un nuevo Layer llamado TEPETATERA.

Para diseñar la tepetatera, haremos un nuevo polígono, el cual, con la opción *snap to objects*, lo pegaremos a la superficie de la triangulación de la topografía actualizada de nuestra mina, y ya que se tenga la línea con una distancia que consideremos suficiente a lo largo de la superficie, volveremos a la opción *indicate* para terminar el polígono. Crearemos el polígono en un área donde sea óptimo desarrollar una tepetatera, el cual puede ser en una barranca, como se muestra a continuación (imagen 8.21):



Imagen 8.21

Hay que tener en cuenta que los puntos del polígono no tendrán la misma altura, por lo que usaremos de nuevo la opción *Z value*, y tomaremos la altura que venga como default en la ventana de dialogo de esta herramienta.

Para crear nuestra tepetatera:

Ir a *Open Pit—Open Cut Design—Dump Design*.

Seleccionaremos el polígono de nuestra tepetatera y aparecerá la siguiente ventana (imagen 8.22):

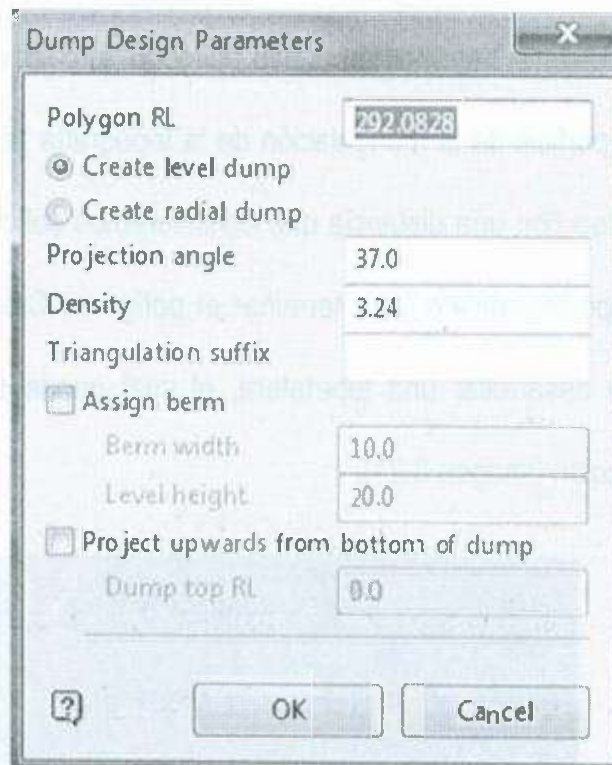


Imagen 8.22

En el cuadro de *Polygon RL* se indica la altura del polígono.

Tenemos dos opciones para crear nuestra tepetatera:

- *Create Level Dump*: se creará un tiradero al nivel del polígono, el cual será un tiradero único, los cuales generalmente son llenados y ahí se finaliza la operación.
- *Create Radial Jump*: creará un tiradero radial, que es una serie de tiraderos, uno adyacente al otro, que tienen la ventaja de presentar diferentes opciones de llenado en varios puntos temporales, los cuales dan flexibilidad a una operación minera.

Creación de un tiradero nivel (imagen 8.23).

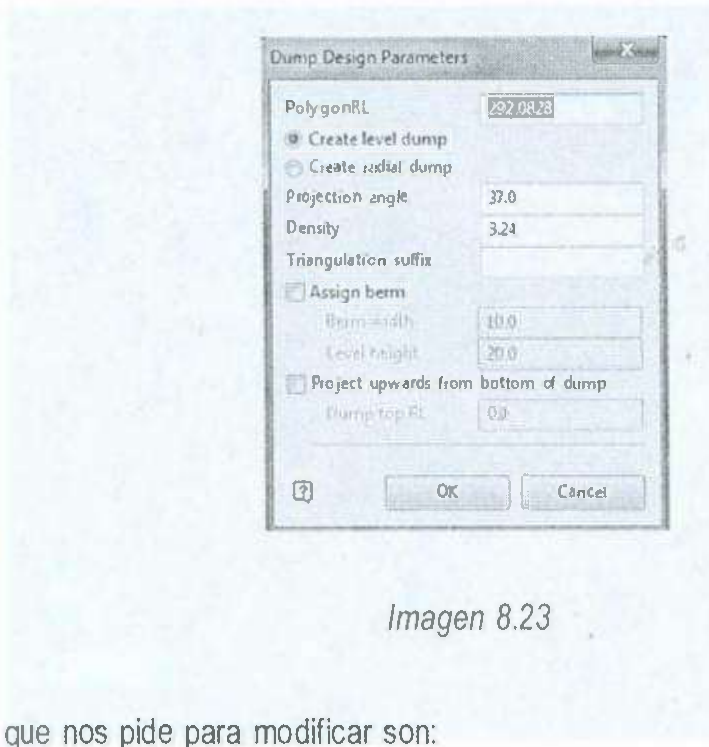


Imagen 8.23

Las opciones que nos pide para modificar son:

- *Projection angle*: ángulo de proyección, que será de 37.
- Densidad: en este caso, como es material volado, consideraremos una expansión del 20%, por lo que nuestra densidad será de 3.24 g/cc.

Al seleccionar *OK*, aparecerá la siguiente ventana de dialogo, junto a nuestra teptatera (imagen 8.24):



Imagen 8.24

Seleccionaremos *preview*, para poder ver nuestro diseño de tepetatera (imagen 8.5):

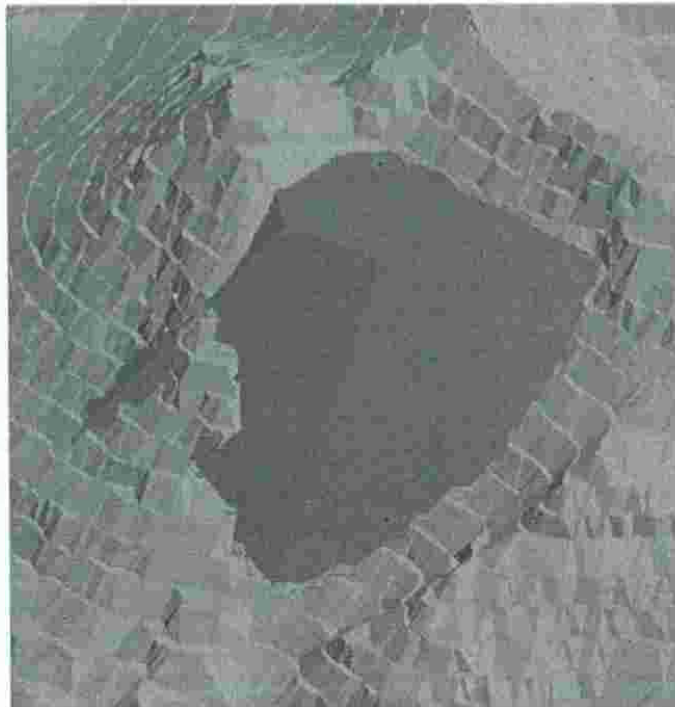
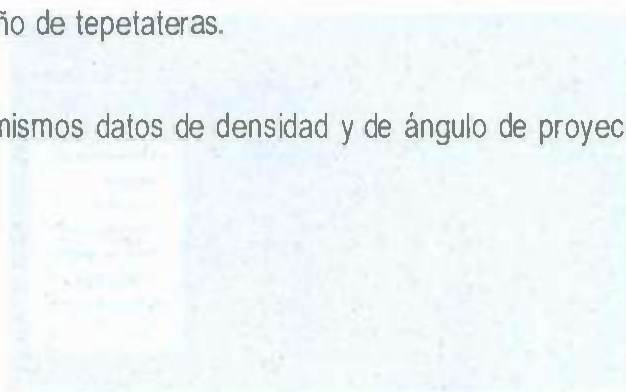


Imagen 8.25

Si lo consideramos necesario, podemos guardar los polígonos en un nuevo *Layer* en *Save polygons*, o si queremos guardarla como triangulación, seleccionamos *Save Dump*, con el nombre de "Tiradero_nivel".

Para nuestro tiradero en forma de radial, seguiremos los mismos pasos para abrir la ventana de dialogo de diseño de tepetateras.

Usaremos los mismos datos de densidad y de ángulo de proyección (imagen 8.26). Presionamos *OK*.



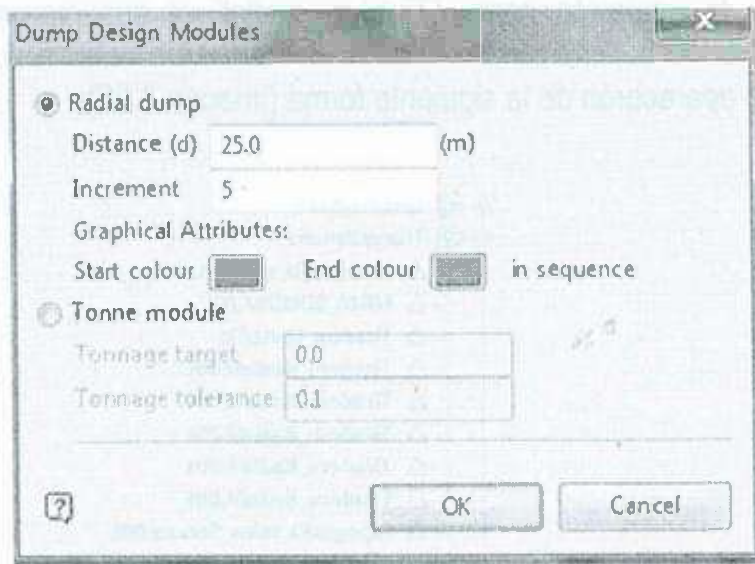


Imagen 8.26

En esta ventana aparecen las siguientes opciones:

- *Distance*: será la distancia de inicio de cada tiradero radial
- *Increment*: será el incremento en metros de los nuevos tiraderos que se vayan formando.
- *Graphical attributes*: atributos gráficos para cada tiradero radial.

Seleccionamos *OK*, y en *Preview* los tiraderos aparecerán de la siguiente forma (imagen 8.27):



Imagen 8.27

Guardamos la triangulación como "Tiradero_radial", y observaremos que en la carpeta de triangulaciones aparecerán de la siguiente forma (imagen 8.28):



Imagen 8.28

Esto es por qué cada tepetatera se genera después de la otra, si fijamos la original, en comparación con todas, se vería de la siguiente manera (imagen 8.29):

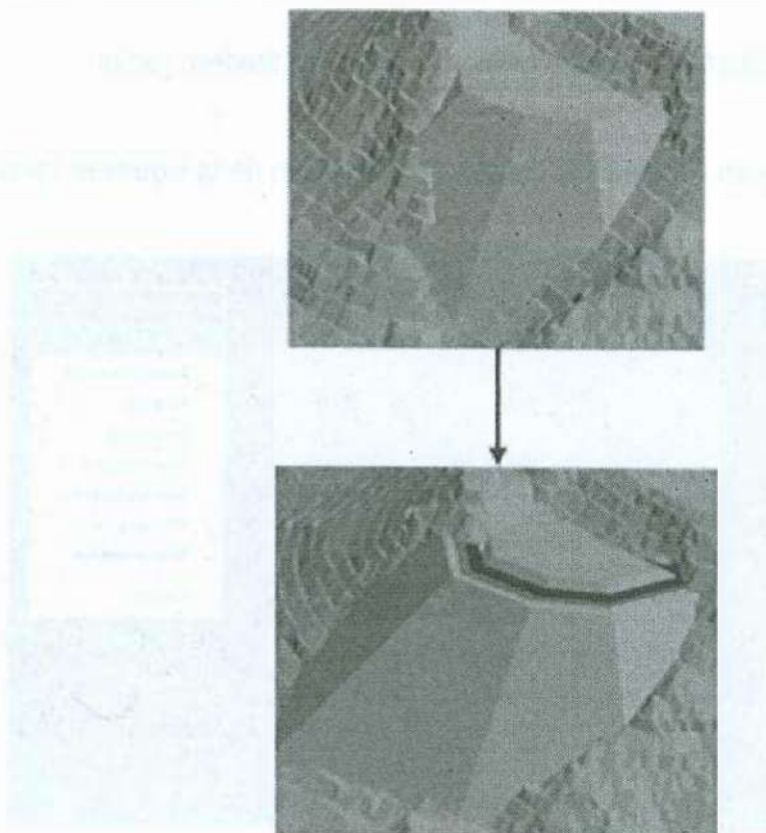


Imagen 8.29

8.8 Diseño de tajo con rampa

En este apartado, diseñaremos un tajo con una rampa incluida, la cual cumplirá con ciertos parámetros.

Lo primero será abrir nuestra triangulación del cerro de la campana y nuestro modelo de bloques, ya que nuestro tajo deberá quedar dentro del modelo de bloques para poder generar reportes de extracción.

Creamos un polígono dentro de un nuevo *Layer*, el cual seguirá el contorno por fuera del rectángulo que engloba al modelo de bloques, esto es debido a que el tajo se profundizara hasta llegar a un punto en el cual este intersectara con la topografía. El polígono se vera de la siguiente forma (imagen 8.30):

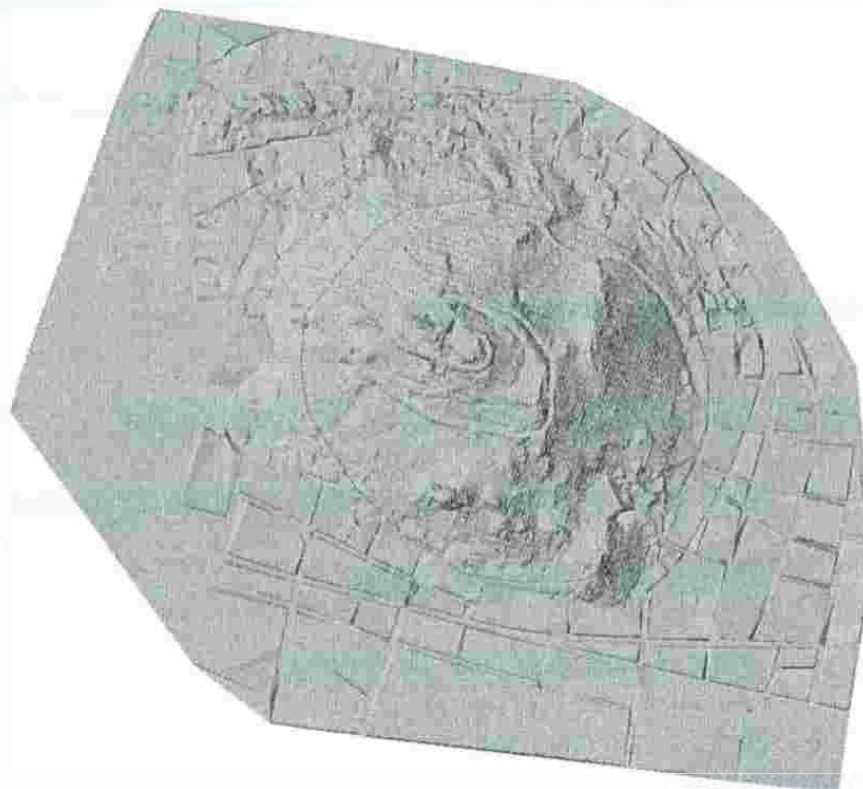


Imagen 8.30

Ahora modificaremos los parámetros para nuestra rampa, la cual se ira generando conforme la línea de nuestro tajo. Iremos a la barra de *Menús—Open Pit—Ramps—Design Pit/Ramps*, aparecerá la siguiente ventana (imagen 8.31):

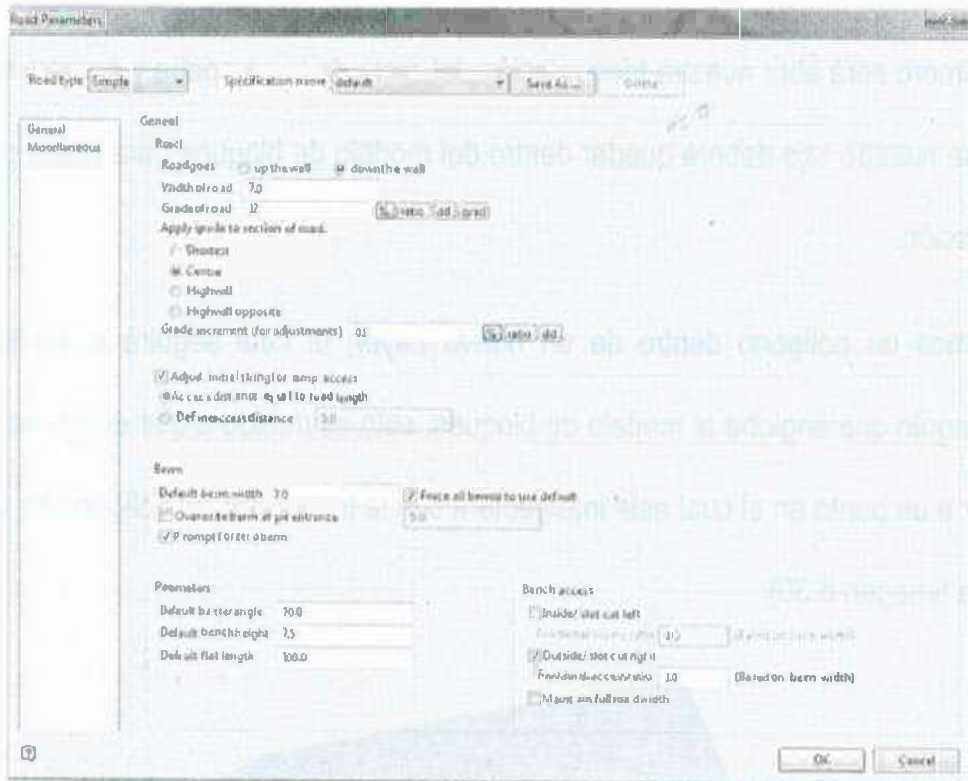


Imagen 8.31

En esta ventana tendremos varias opciones:

- *General*. Aquí podremos cambiar varios parámetros como:
 - *Road goes*: el camino ira hacia arriba o debajo de la pared
 - *Width of road*: ancho del camino.
 - *Grade of road*: inclinación de la rampa
 - *Berm*: ancho de la berma
 - *Parameters*: aquí podremos modificar los parámetros del ángulo del talud, el alto de cada banco y la distancia plana máxima del camino.

Seleccionaremos *OK* y nos pedirá que seleccionemos el polígono de nuestro tajo, y una vez seleccionado, podremos decidir en qué dirección queremos que vaya, izquierda o derecha. Conforme vayamos creando una rampa, tendremos que continuar con el camino hasta que lleguemos a una profundidad deseada.

Una vez que el tajo esté terminado, este se vera de la siguiente forma (imagen 8.32):

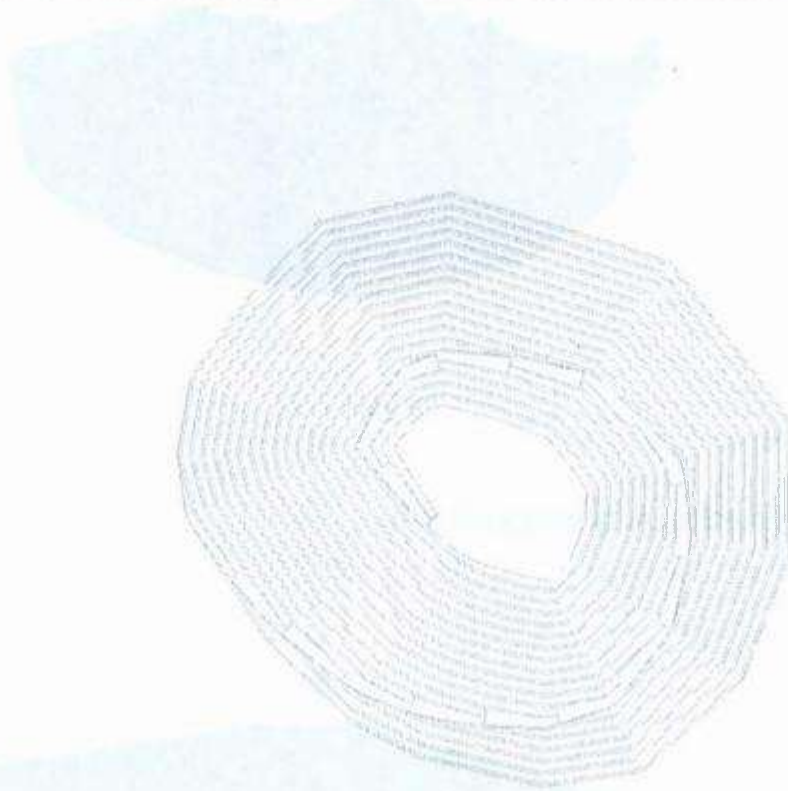


Imagen 8.32

Aquí tenemos que nuestro tajo tiene una rampa de 7 metros de ancho, con un gradiente del 12^o/%, con bancos de 7.5 metros de altura.

Si se desean cambiar los parámetros para el diseño de nuestro tajo, se regresa a la opción de *Menús—Open Pit—Ramps—Design Pit/Ramps*, y se comienza de nuevo.

Ya que tenemos nuestro tajo, calcularemos el volumen de extracción total, usando la herramienta en la barra de *Menús—Open Cut Design—Pit Topography*. Crearemos las siguientes triangulaciones:

- Volumen Extraído (imagen 8.33):



Imagen 8.33

- Topografía actualizada (imagen 8.34):



Imagen 8.34

8.9 Reporte de Extracción.

Ya que tenemos el sólido que representa el material minado de nuestro tajo, podremos generar reportes de producción.

Primero, obtendremos el volumen total de nuestro sólido extraído, con la herramienta para obtener el volumen, usando una densidad de 2.7 T/m^3 , y el total se muestra en la imagen 8.35:

Filename	Points	Triangles	Surface Area	Volume	Tonnage
VOLUMEN_EXTRAIDO.00t	28324	56640	409963.818	12607134.707	34039263.709
Total	28324	56640	409963.818	12607134.707	34039263.709

Imagen 8.35

Ya que obtuvimos la masa total extraída, podremos trabajar con nuestro reporte usando el modelo de bloques de nuestro proyecto.

El modelo de bloques consta de dos productos importantes para nuestro trabajo, el primero es el cobre total (CuT), el cual representa la cantidad de cobre total disponible de nuestro modelo, y el segundo es el cobre soluble (CuS), el cual es un porcentaje menor al cobre total, debido a que este es el cobre que se podrá extraer en nuestros patios de lixiviación.

Para poder facilitar el manejo de información, dividiremos nuestro sólido extraído en *Shells*, cada 7.5 metros, lo cual es la altura de nuestros bancos, usando la herramienta *Menú—Model—Triangle Solid—Shells*. Una vez dividido, este se vera de la siguiente forma (imagen 8.36):



Imagen 8.36

8.10 Calculo de reservas.

Ahora generaremos un reporte de reservas totales para cada banco, de los cuales calcularemos únicamente las leyes de CuT y CuS.

Los parámetros para nuestras leyes de cobre soluble serán los siguientes:

- ESETRIL: cus lt 0.5
- BAJA_LEY: cus gt 0.5 and cus lt 1.5
- ALTA_LEY: cusgt 1.5

Esto significa que el estéril será el cobre soluble que sea menor al 0.5%, baja ley estará entre 0.5% y 1.5%, mientras que la ley más alta será mayor a 1.5%.

El reporte generado en este proyecto es el siguiente (imagen 8.37):

	SOURCE	REGION	PRODUCT	CUS	CUT	TOTAL VOLUME	TOTAL MASS
1	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_135.00t	ESTERIL		0.10	0.26	2,703.98
2	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_135.00t	ESTERIL		0.11	0.48	164,807.46
3	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_142.00t	ESTERIL		0.11	0.48	240,827.09
4	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_150.00t	ESTERIL		0.12	0.52	281,040.63
5	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_157.00t	ESTERIL		0.13	0.50	316,347.67
6	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_165.00t	ESTERIL		0.14	0.62	410,756.51
7	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_172.00t	ESTERIL		0.15	0.38	441,937.52
8	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_180.00t	ESTERIL		0.15	0.73	1,188.52
9	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_180.00t	BAJA_LEY		0.22	0.44	548,746.39
10	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_187.00t	ESTERIL		0.60	0.81	11,192.79
11	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_187.00t	BAJA_LEY		0.27	0.47	565,812.89
12	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_195.00t	ESTERIL		0.64	0.81	26,856.11
13	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_195.00t	BAJA_LEY		0.30	0.48	584,552.77
14	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_202.00t	ESTERIL		0.77	1.00	41,506.14
15	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_202.00t	BAJA_LEY		1.61	1.33	1,100.89
16	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_210.00t	ALTA_LEY		0.30	0.47	665,098.17
17	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_210.00t	ESTERIL		0.80	1.02	61,387.27
18	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_210.00t	BAJA_LEY		1.65	1.88	4,897.68
19	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_210.00t	ALTA_LEY		0.77	0.43	657,505.47
20	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_217.00t	ESTERIL		0.77	0.99	124,196.46
21	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_217.00t	BAJA_LEY		1.84	1.86	4,645.59
22	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_217.00t	ALTA_LEY		0.77	0.42	659,396.57
23	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_225.00t	ESTERIL		0.74	0.95	165,364.12
24	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_225.00t	BAJA_LEY		1.93	2.17	450.00
25	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_225.00t	ALTA_LEY		0.77	0.41	696,776.64
26	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_232.00t	ESTERIL		0.75	0.95	180,329.54
27	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_232.00t	BAJA_LEY		1.93	2.17	630.00
28	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_232.00t	ALTA_LEY		0.26	0.41	684,899.79
29	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_240.00t	ESTERIL		0.98	0.98	264,882.79
30	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_240.00t	BAJA_LEY		0.27	0.42	656,554.85
31	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_247.00t	ESTERIL		0.76	0.94	165,326.22
32	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_247.00t	BAJA_LEY		1.54	1.70	72.00
33	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_247.00t	ALTA_LEY		0.28	0.41	690,348.36
34	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_255.00t	ESTERIL		0.70	0.84	118,731.86
35	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_255.00t	BAJA_LEY		1.55	1.71	443.00
36	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_255.00t	ALTA_LEY		0.28	0.39	619,087.08
37	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_262.00t	ESTERIL		0.66	0.75	42,203.55
38	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_262.00t	BAJA_LEY		0.25	0.34	536,637.35
39	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_270.00t	ESTERIL		0.63	0.74	20,191.48
40	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_270.00t	BAJA_LEY		0.22	0.30	443,859.08
41	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_277.00t	ESTERIL		0.58	0.67	13,639.46
42	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_277.00t	BAJA_LEY		0.21	0.28	371,712.55
43	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_285.00t	ESTERIL		0.56	0.67	3,212.99
44	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_285.00t	BAJA_LEY		0.21	0.27	281,640.77
45	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_292.00t	ESTERIL		0.54	0.71	855.00
46	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_292.00t	BAJA_LEY		0.49	0.24	218,416.02
47	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_300.00t	ESTERIL		0.52	0.68	72.00
48	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_300.00t	BAJA_LEY		0.18	0.21	158,036.30
49	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_307.00t	ESTERIL		0.17	0.20	102,735.86
50	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_315.00t	ESTERIL		0.07	0.10	64,468.35
51	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_322.00t	ESTERIL		0.03	0.05	389.69.54
52	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_330.00t	ESTERIL		0.02	0.03	20,001.63
53	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_337.00t	ESTERIL		0.01	0.03	4,684.00
54	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_345.00t	ESTERIL		0.01	0.03	480.92
55	IMP_MDB bmf	PIT_LEVEL_352.00t	ESTERIL				5.95

Imagen 8.37

Aquí observamos el tipo de mineral de cada nivel, así como la ley de CuT y CuS, el volumen total extraído y la masa total de cada producto (Nota: el volumen total extraído no siempre coincidirá con la masa total extraída, debido a que la última solo cuenta por la cantidad de bloques de cada producto en específico).

Analizando a detalle los números presentados en el reporte anterior, obtendremos la siguiente tabla (tabla 3):

	Masa total Producto	Volumen Total	Masa total Mina
Esteril	1,973,446.00	11,073,117.32	29,897,416.76
Baja ley	794,192.16	1,141,136.41	3,081,068.31
Alta ley	19,813.99	12,236.66	33,038.99
Total	2,787,452.14		33,011,524.06

Tabla 3

Analizando los resultados, tenemos que la cantidad de descapote supera en alta cantidad al mineral de baja y alta ley recuperable (relación de descapote 1:11.84). Esto es debido a que las leyes de CuS están a un nivel más profundo, por lo que es más sensato realizar un desarrollo subterráneo. Esto lo comprobamos observando la intersección de nuestro tajo con nuestro modelo de bloques, el cual muestra el volumen de CuS mayor a 0.5 (imagen 8.39):

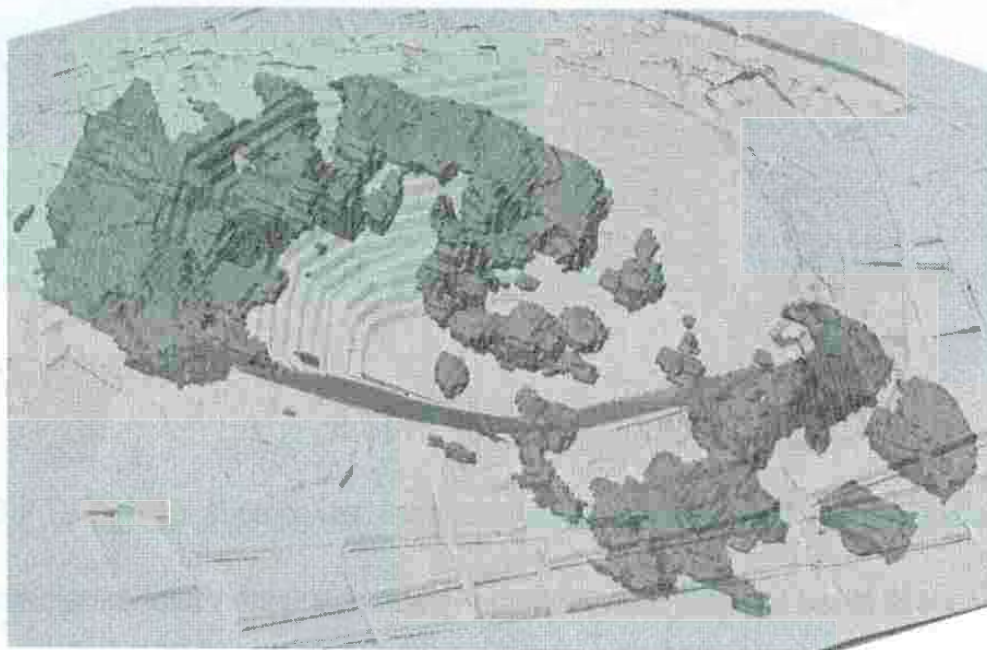


Imagen 8.38

Según el modelo de bloques, podríamos diseñar nuestro tajo de una manera más eficiente.

Para observar la diferencia de diseño de un tajo que sea económico, crearemos uno nuevo, como se muestra a continuación (imagen 8.40):

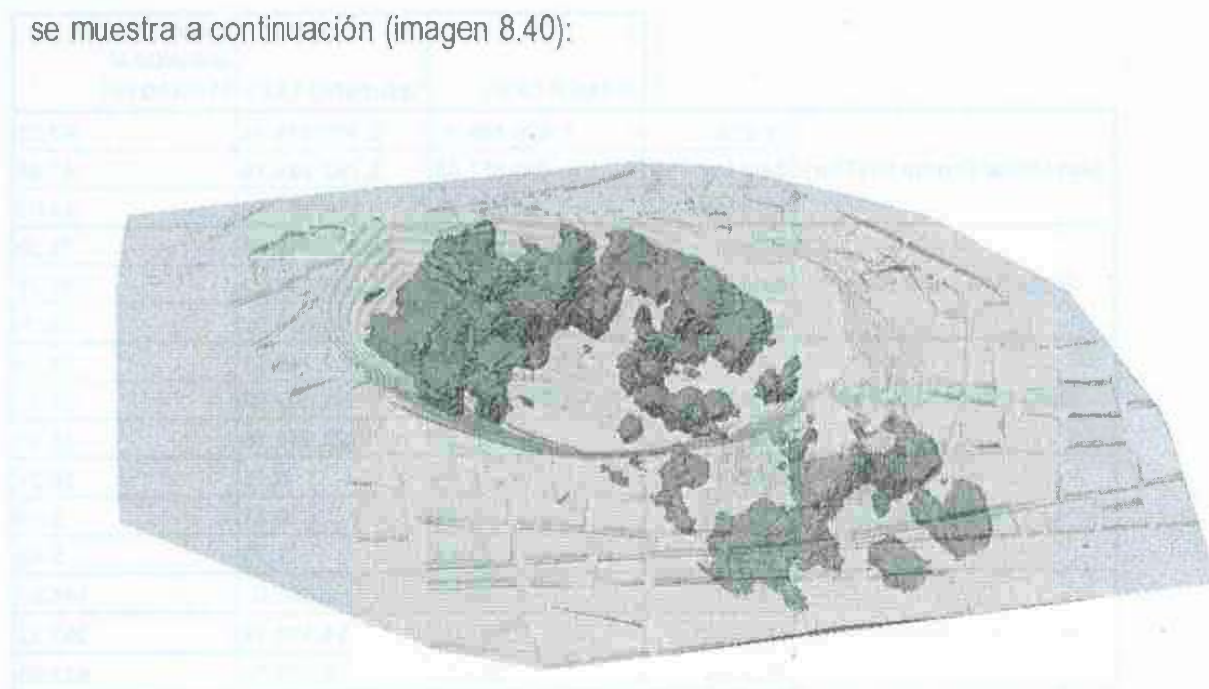


Imagen 8.40

Aquí se puede observar un acercamiento a las áreas con concentración de CuS.

Si generamos una comparación de reportes de extracción, tendríamos lo siguiente (tabla 4)

PRIMER TAJO					
	Masa total Producto (Ton)	Volumen Total (Ton)	Masa total Mina (Ton)	LEY PROMEDIO(%)	Cobre Recuperado (Ton)
Esteril	1,858,286.22	10,584,996.87	28,579,491.56	0.25	4,736.07
Baja ley	750,611.48	1,089,255.74	2,940,990.49	0.73	5,507.06
Alta ley	14,927.95	9,185.68	24,801.33	1.63	243.31
Total	2,623,825.65		31,545,283.38		

SEGUNTO TAJO					
	Masa total Producto (Ton)	Volumen Total (Ton)	Masa total Mina (Ton)	LEY PROMEDIO (%)	Cobre Recuperado (Ton)
Esteril	2,749,423.78	14,460,185.08	39,042,499.71	0.25	6,861.02
Baja ley	1,792,389.16	2,408,077.52	6,501,809.30	0.81	14,490.11
Alta ley	114,187.90	66,624.02	179,884.66	1.73	1,975.78
Total	4,656,000.85		45,724,193.87		

Tabla 4

A continuación, la tabla de variaciones (tabla 5):

		PRIMER TAJO	SEGUNDO TAJO	VARIACION DEL SEGUNDO AL PRIMERO (%)
Masa total Producto (Ton)	Esteril	1,858,286.22	2,749,423.78	67.59
	Baja ley	750,611.48	1,792,389.16	41.88
	Alta ley	14,927.95	114,187.90	13.07
Volumen Total (Ton)	Esteril	10,584,996.87	14,460,185.08	73.20
	Baja ley	1,089,255.74	2,408,077.52	45.23
	Alta ley	9,185.68	66,624.02	13.79
Masa total Mina (Ton)	Esteril	28,579,491.56	39,042,499.71	73.20
	Baja ley	2,940,990.49	6,501,809.30	45.23
	Alta ley	24,801.33	179,884.86	13.79
LEY PROMEDIO(%)	Esteril	0.25	0.25	10.21
	Baja ley	0.73	0.81	9.08
	Alta ley	1.63	1.73	9.42
Cobre Recuperado (Ton)	Esteril	4,736.07	6,861.02	144.87
	Baja ley	5,507.06	14,490.11	263.12
	Alta ley	243.31	1,975.78	812.05

Tabla 5

Aquí observamos que la disposición geométrica del segundo tajo le favorecerá para una mayor extracción de cobre, el cual cuenta con una relación de descapote 1:9.83, menor que la del primer tajo. Todo esto hace que el tonelaje de cobre extraído sea mayor, y por ende, un tajo más económico.

IX. Minado Subterráneo.

En este capítulo haremos uso de algunas herramientas que nos permitirán realizar trabajos para un desarrollo de una mina subterránea, los cuales estarán enfocados en los siguientes apartados:

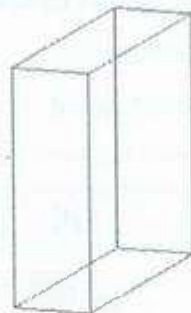
- Realizar rampas.
- Generar galerías de ataque.
- Obtener reportes de extracción.

Todo esto estará enfocado en nuestro modelo de bloques, el cual estuvimos usando en el capítulo anterior.

9.1 Preparar nuestra área de trabajo.

En este capítulo trabajaremos en un modelo de bloques definido (del proyecto SUBTERRANEO), el cual está confinado en un bloque tridimensional, del cual necesitaremos saber su profundidad.

Una manera fácil de conocer estos datos es construir un polígono siguiendo la línea del modelo, y con la herramienta *coordinate*, podremos obtener las coordenadas del punto superior e inferior del bloque, como se muestra a continuación (imagen 9.1):



```
Total triangles Created : 7
Total points : 18
1 (742747.245,7642045.215,-560.000)
2 (742747.245,7642045.215,-1100.000)
```

Imagen 9.1

Tendremos que nuestro modelo de bloques se localiza entre los niveles -560 y -1100 metros de profundidad. Para saber el largo y ancho, podemos medir las líneas, que nos darán un resultado de 645x180 metros.

Ahora localizaremos nuestro modelo en la superficie, de manera que la parte superior intersecte la superficie, para poder comenzar a construir una rampa.

Siguiendo con nuestro bloque, iremos a la barra de *menús—Design—Object Edit—Register*, lo cual nos permitirá intersectar el rectángulo seleccionado en la superficie. Para hacer funcionar la herramienta, esta requiere que este cargada una superficie, por lo que abriremos la triangulación "topo.00t".

El objeto que seleccionaremos será el rectángulo de la parte superior, y aparecerá la siguiente ventana (imagen 9.2):

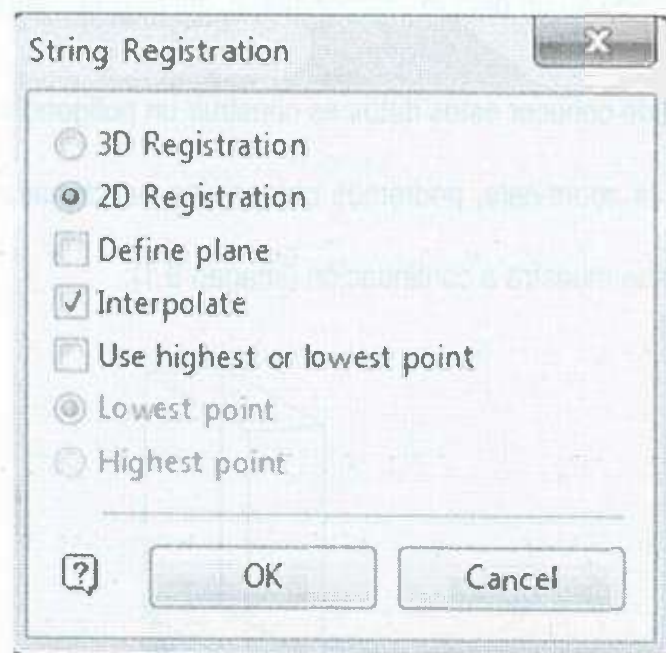


Imagen 9.2

Usando las mismas opciones que aparecen en la ventana, seleccionamos *OK* y el rectángulo se registrara en la superficie como se muestra a continuación (imagen 9.3):

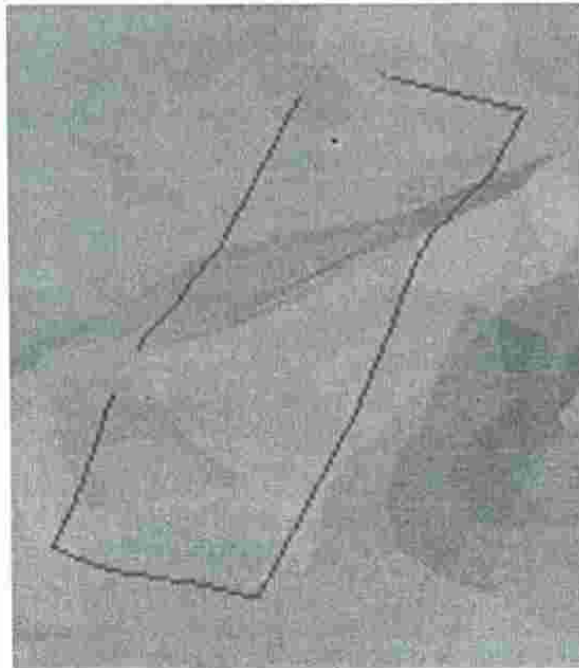


Imagen 9.3

Una vez registrado el modelo de bloques en la superficie, contaremos con una referencia válida para poder comenzar con los trabajos de explotación en este cuerpo mineral, ya que se le facilitara al planeador con una visualización desde el terreno hasta el desarrollo subterráneo.

9.2. Diseño de rampa.

Existen varias maneras de crear una rampa. En nuestro caso, iremos a la barra de *menús—Underground—Development—Centre Line*. Seleccionaremos la opción *Create*, con la cual podremos elegir el punto de inicio del desarrollo de nuestra rampa, que será en la esquina de nuestro registro de superficie como se muestra a continuación (imagen 9.4):

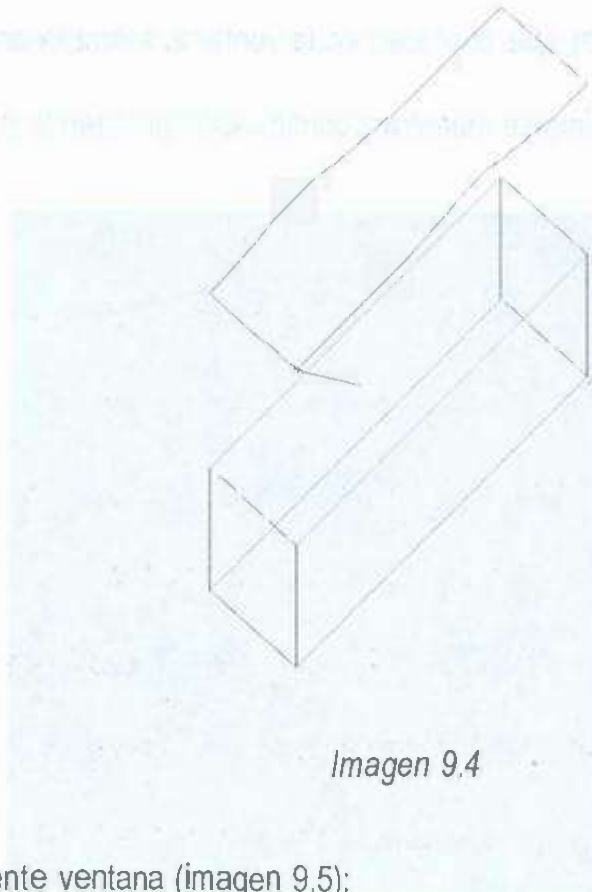


Imagen 9.4

Aparecerá la siguiente ventana (imagen 9.5):

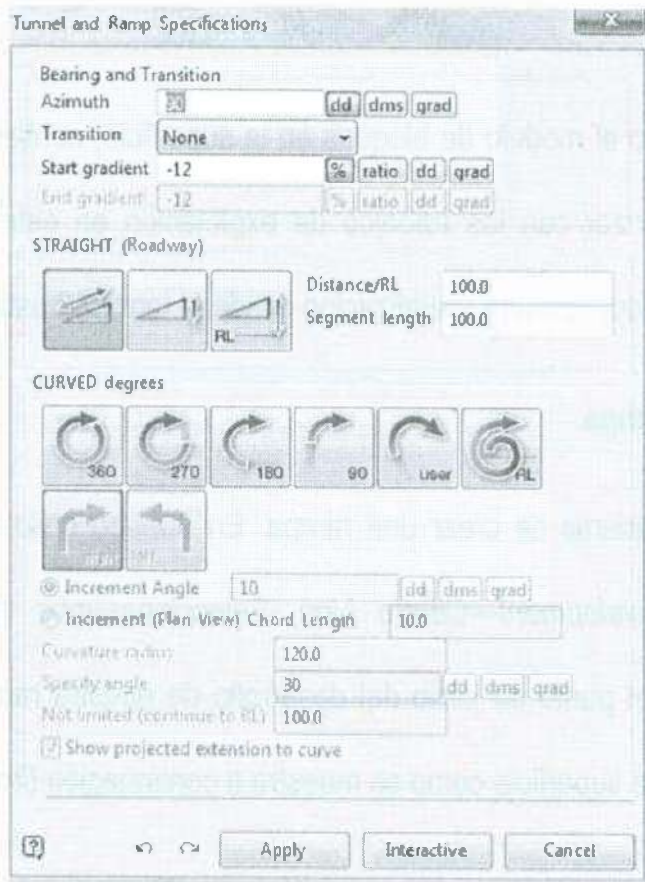


Imagen 9.5

Esta ventana será nuestra herramienta para poder crear una rampa de acceso a nuestro modelo de bloques, la cual se ira creando dependiendo de las necesidades de nuestra mina, usando las siguientes opciones:

- *Bearing and transition*: aquí podremos seleccionar la dirección de nuestra rampa, ya sea usando un azimuth en grados, grados minutos y segundos o en radianes. En *transition* podremos elegir que sea por ángulo, inclinación o ninguno de estos, y *Start Gradient* será la inclinación de nuestra rampa, en porcentaje negativo.
- *Straight (roadway)*: esta opción es básicamente la creación de un camino recto, al cual le podremos dar una distancia determinada y una inclinación.
- *Curved Degrees*: aquí podremos seleccionar una variedad de curvas para nuestra rampa, las cuales nos darán una gran flexibilidad al momento de ajustar nuestra rampa a nuestro modelo de bloques, controlar la distancia, e inclusive reducir costos en cuanto a nuevos proyectos con una rampa más corta. Aquí podremos además seleccionar un ángulo de inclinación y un radio de nuestra curvatura.

Conforme vayamos creando secciones de nuestra rampa, seleccionaremos *Apply* para poder aplicar esa sección a nuestro Layer.

Si creamos una rampa de acuerdo a ciertos criterios que sean apropiados para las características de desarrollo de nuestra mina subterránea, esta puede verse de esta forma (imagen 9.6):

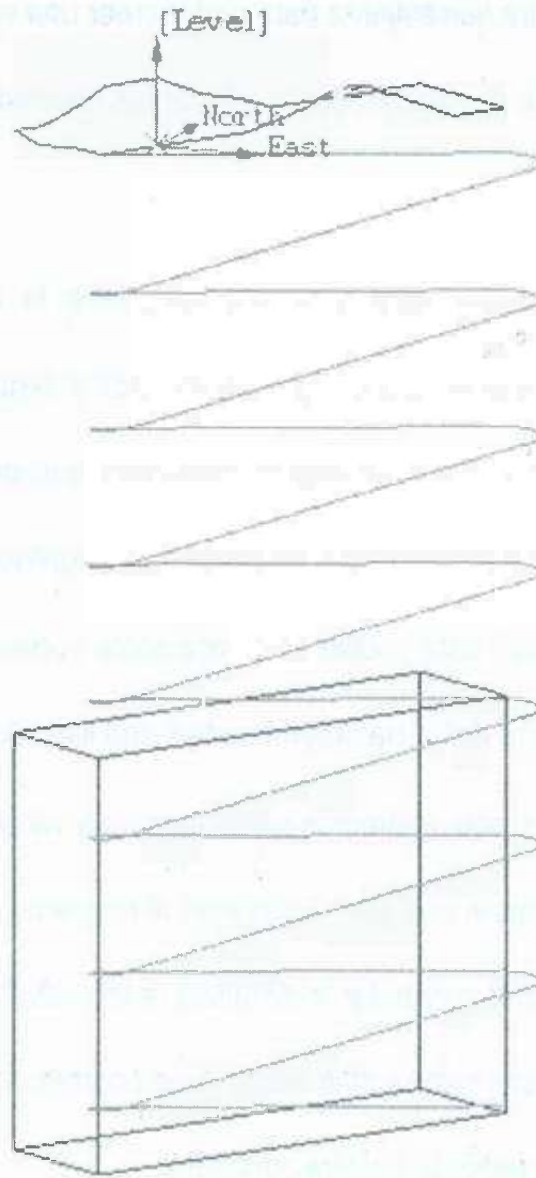


Imagen 9.6

9.3. Primitivas.

Una vez que tenemos una rampa, únicamente veremos la línea guía con la que la trazamos. Si deseamos ver una rampa triangulada, iremos a la barra de *menús—Model—Primitives—Create/Edit Primitives*. Aparecerá la siguiente ventana (imagen 9.7):

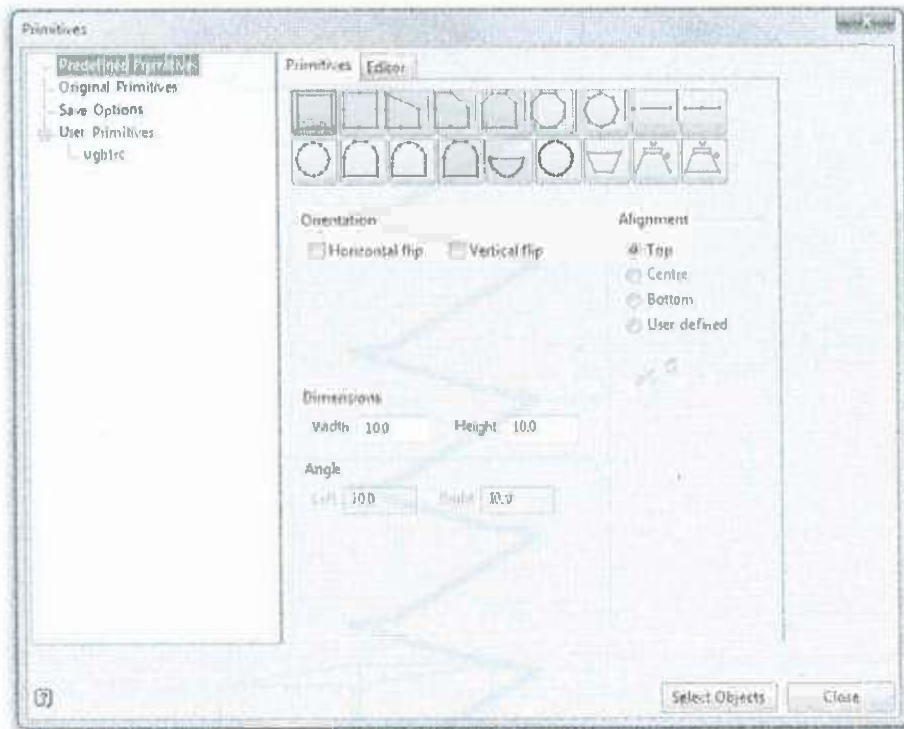


Imagen 9.7

En esta ventana tendremos el creador de Primitivas predefinidas, la cual nos da una gran variedad de diseños, de los cuales seleccionaremos el que mejor se adapte a los resultados del reporte de mecánica de rocas. Además, aparecen las siguientes opciones:

- *Orientation*: nos permite cambiar la orientación de nuestro túnel.
- *Alignment*: esto alinea nuestra primitiva a nuestra línea guía, la cual se puede crear sobre nuestra línea, debajo de esta, en el centro, o definida por el usuario.
- *Dimensions*: podremos generar nuestro túnel con un alto y ancho determinado.

Una vez determinados los parámetros, seleccionaremos nuestra rampa con el botón *select objects*, y entonces crearemos la triangulación para nuestra rampa, la cual se verá de la siguiente forma (imagen 9.8):

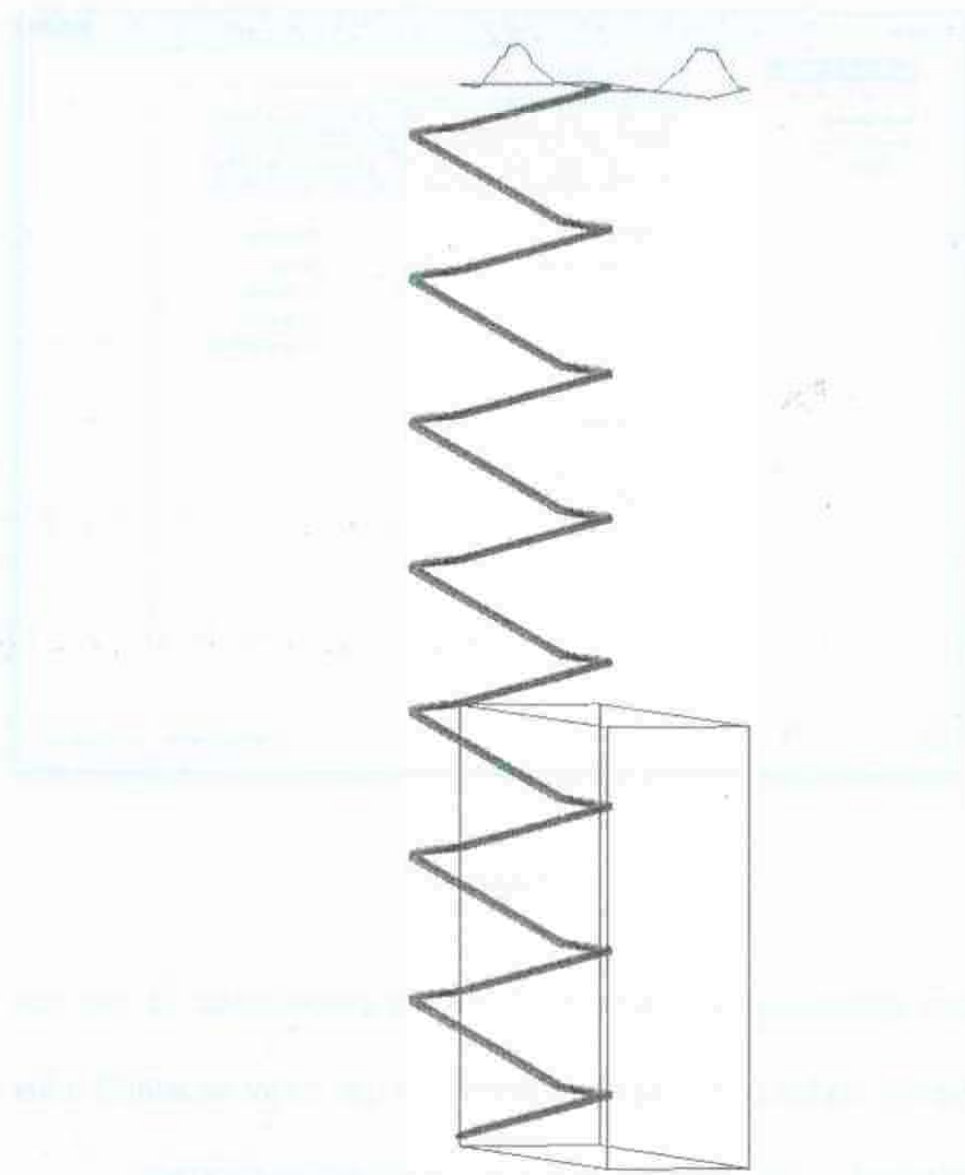


Imagen 9.8

9.4 Obras de Explotación.

Una vez que tenemos definido nuestro modelo de bloques, podremos comenzar la planeación de un plan de minado que nos garantice una extracción óptima del mineral dentro de la mina. Para esto tenemos que crear galerías de extracción dentro de la mina, las cuales tendrán como objetivo extraer la mayor cantidad de mineral posible con la mínima cantidad posible de tepepate.

En nuestro plan de minado, determinaremos los siguientes parámetros de extracción para una operación eficiente:

- ESTERIL: AU menor a 1 g/t.
- BAJA LEY: AU entre 1 g/t y 5 g/t
- ALTA LEY: AU mayor a 5 g/t

Además, nuestras galerías serán túneles cuadrados, con una medida de 5x5 metros.

- Siguiendo estos parámetros, crearemos un *Shell* que contenga una ley mayor a 1 g/t de oro, con separación de niveles a cada 5 metros (imagen 9.9)

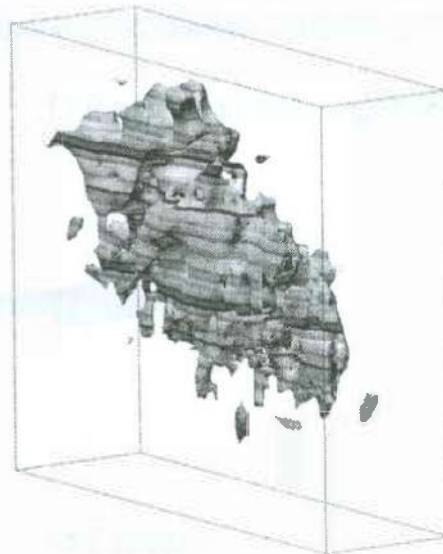


Imagen 9.9

Ya que contamos con nuestro modelo de bloques subdividido en niveles a cada 5 metros, crearemos un reporte para poder conocer las leyes de cada nivel con la herramienta *Advanced*

Reserves Editor, el cual tendrá los parámetros de las leyes de corte antes mencionados. Una vez que contemos con este reporte podremos elegir un nivel para poder trabajar.

SOURCE	REGION	PRODUCT	AU (g/TON)	TOTAL_VOLUME	TOTAL_MASS
shawug.bmf	AU_1_GT_NIVEL__-695.00t	ESTERIL	0.61	3,397.53	4,438.87
shawug.bmf	AU_1_GT_NIVEL__-695.00t	BAJA_LEY	3.38	53,267.65	152,912.93
shawug.bmf	AU_1_GT_NIVEL__-695.00t	ALTA_LEY	20.63	15,456.52	182,096.56

Tabla 6

Como observamos en la tabla 6, tenemos que el nivel -695 presenta buenas leyes de mineral, con bajo contenido de estéril, por lo que lo seleccionaremos para realizar nuestras labores de explotación.

En nuestra carpeta de triangulaciones, seleccionaremos el nivel -695, y apagaremos los demás, por lo que quedara como se muestra en la imagen 9.11:

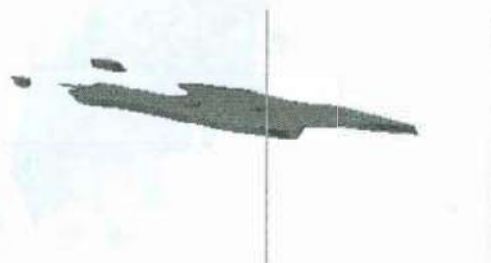


Imagen 9.10

9.4.1. Cross Cuts.

La herramienta *Cross Cuts* nos permite crear galerías a partir de una línea base, con la cual podremos generar obras de explotación a lo largo de un cuerpo mineral. Para esto crearemos dos líneas guías para nuestros *Cross Cuts*, dentro de un nuevo Layer, las cuales deberán de estar lo más cercanas posibles a nuestro mineral (imagen 9.12):



Imagen 9.11

Nota: para que las líneas estén al nivel de nuestro corte, usaremos la herramienta en la barra de menús—*Design—Object edit—Z value*, y lo ajustaremos a -695 metros.

Ya que contamos con nuestras líneas guía, iremos a la barra de menús—*Underground—Development—Cross Cuts*, y aparecerá la siguiente ventana (imagen 9.13):

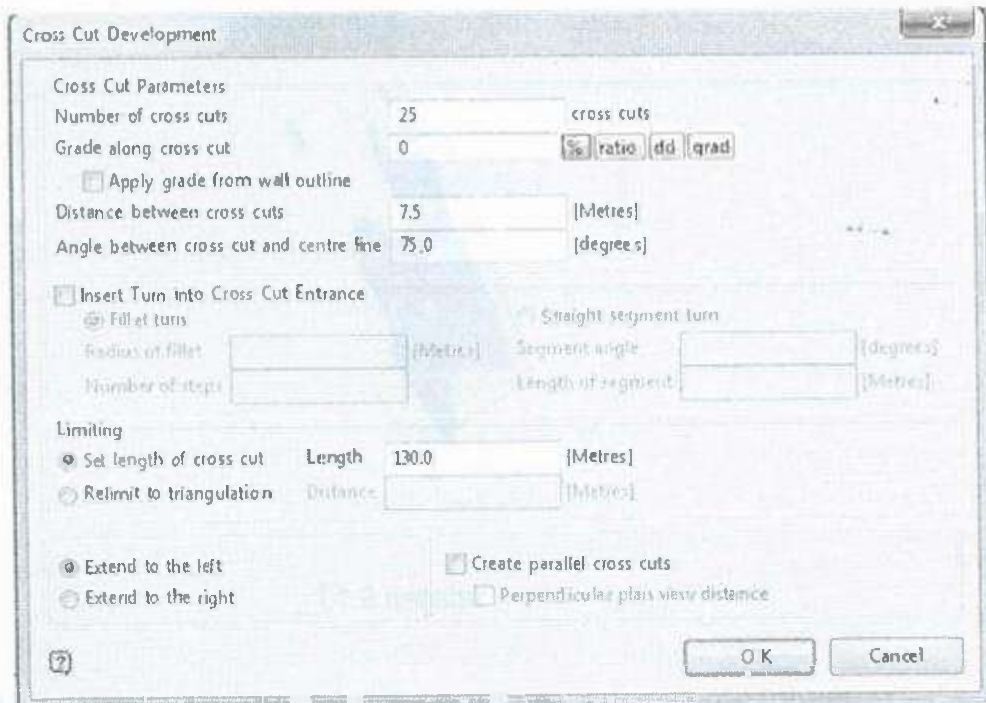


Imagen 9.12

Aquí tendremos las siguientes opciones:

- *Cross Cuts Parameters*: aquí podremos modificar ciertos parámetros, como el número de *Cross Cuts* (*number of Cross Cuts*) que deseemos, la inclinación (*grade along Cross Cut*), la distancia entre *Cross Cuts* (*distance between Cross Cuts*) y el ángulo entre la línea guía y nuestro *Cross Cut* (*angle between Cross Cut and centre line*).
- *Limiting*: aquí limitaremos la distancia de nuestro *Cross Cut* (*set length of Cross Cut*) o limitarla a una triangulación (*reimit to triangulation*).
- *Extend to the left, extend to the right*: depende si queremos los *Cross Cuts* a la derecha o a la izquierda de nuestra línea guía.

Para este desarrollo, la línea más corta contará con *Cross Cuts* de 60 metros de largo, con ángulo de 90 grados respecto a la línea guía y una separación entre líneas de 7.5 metros. Para la línea más larga, estos serán de 130 metros de largo, con un ángulo de 75 grados con respecto a la línea guía. Una vez terminados, se verán de la siguiente forma (imagen 9.14):

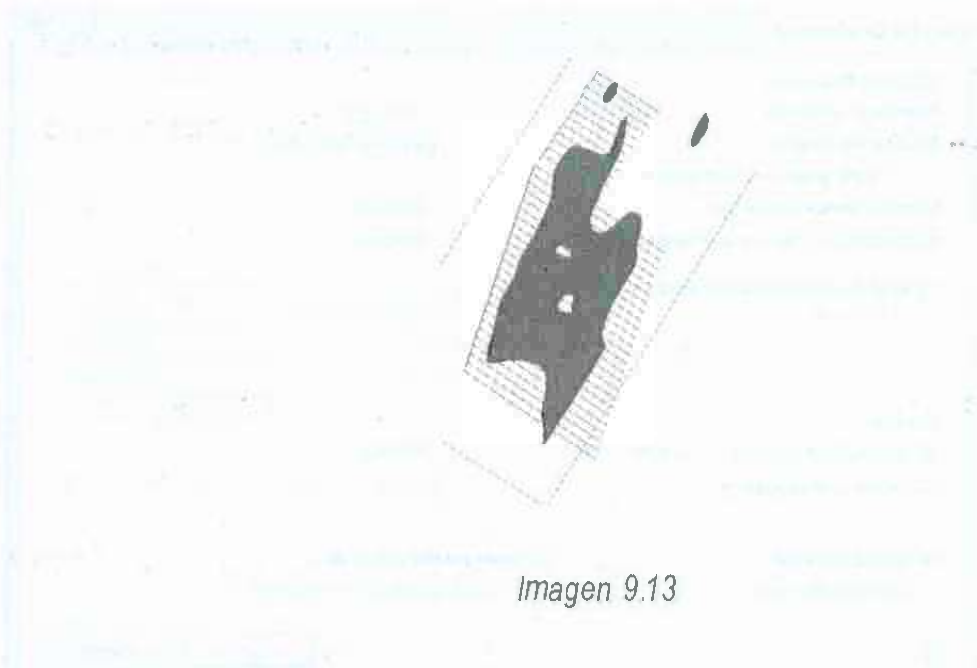


Imagen 9.13

Lo que se realizará a continuación será la asignación de primitivas al desarrollo entero (imagen 9.15), para su posterior análisis en los reportes de producción.



Imagen 9.11

Nota: para que las líneas estén al nivel de nuestro corte, usaremos la herramienta en la barra de menús—*Design—Object edit—Z value*, y lo ajustaremos a -695 metros.

Ya que contamos con nuestras líneas guía, iremos a la barra de menús—*Underground—Development—Cross Cuts*, y aparecerá la siguiente ventana (imagen 9.13):

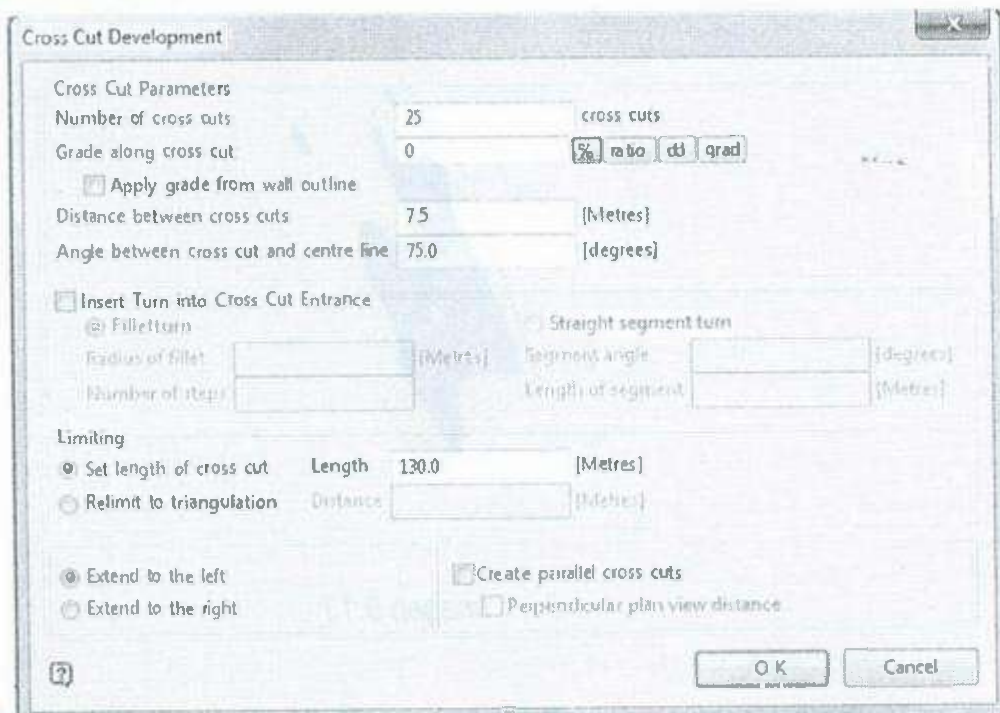


Imagen 9.12

Aquí tendremos las siguientes opciones:

- *Cross Cuts Parameters*: aquí podremos modificar ciertos parámetros, como el número de *Cross Cuts (number of Cross Cuts)* que deseemos, la inclinación (*grade along Cross Cut*), la distancia entre *Cross Cuts (distance between Cross Cuts)* y el ángulo entre la línea guía y nuestro *Cross Cut (angle between Cross Cut and centre line)*.
- *Limiting*: aquí limitaremos la distancia de nuestro *Cross Cut (set length of Cross Cut)* o limitarla a una triangulación (*relimit to triangulation*).
- *Extend to the left, extend to the right*: depende si queremos los *Cross Cuts* a la derecha o a la izquierda de nuestra línea guía.

Para este desarrollo, la línea más corta contará con *Cross Cuts* de 60 metros de largo, con ángulo de 90 grados respecto a la línea guía y una separación entre líneas de 7.5 metros. Para la línea más larga, estos serán de 130 metros de largo, con un ángulo de 75 grados con respecto a la línea guía. Una vez terminados, se verán de la siguiente forma (imagen 9.14):

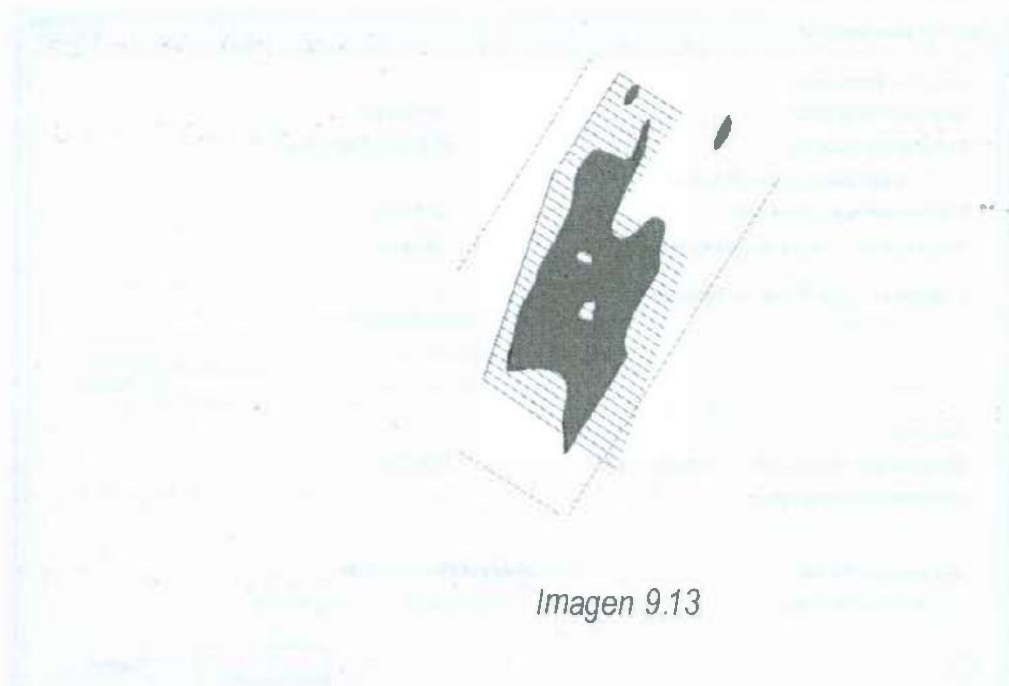


Imagen 9.13

Lo que se realizará a continuación será la asignación de primitivas al desarrollo entero (imagen 9.15), para su posterior análisis en los reportes de producción.

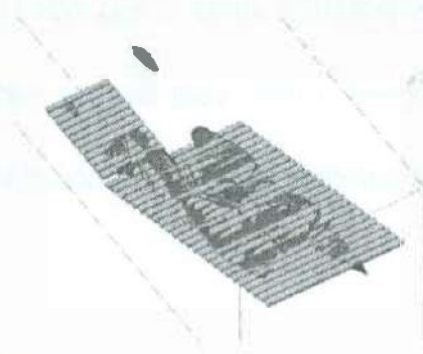


Imagen 9.14

Ya que contamos con la triangulación del desarrollo en el nivel -695, generaremos un reporte de producción (imagen 9.16):

SOURCE	REGION	PRODUCT	AU	TOTAL_VOLUME	TOTAL_MASS
shawug.bmf	DESARROLLO_NIVEL_-695.00t	ESTERIL	0.286	45,518.97	120,370.54
shavvug.bmf	DESARROLLO_NIVEL_-695.00t	BAJA_LEY	3.395	40,921.11	119,397.91
shawug.bmf	DESARROLLO_NIVEL_-695.00t	ALTA_LEY	20.167	11,292.98	129,976.43

Imagen 9.15

Ya que contamos con un reporte detallado de la extracción que se realizara en el nivel -695, podemos generar reportes específicos para cada avance que se realice. Para esto, seleccionaremos un *Cross Cut* de nuestro plan de producción y le generaremos una primitiva, con la cual trabajaremos a continuación (imagen 9.17).

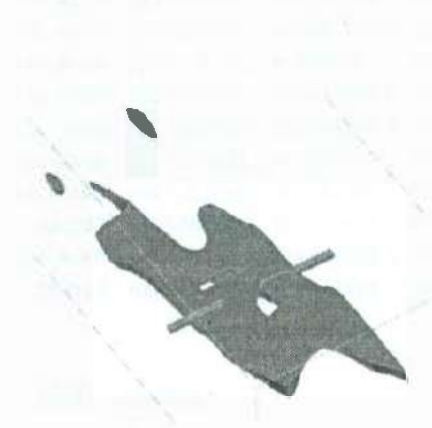


Imagen 9.16

A esta triangulación le generaremos unos *Shells* con la herramienta en la barra de *Menús—Model—Triangle Solids—Shells*. Como este avance mide 130 metros, cada *Shell* medirá 10 metros (imagen 9.18). La tomaremos como un avance diario en la mina.

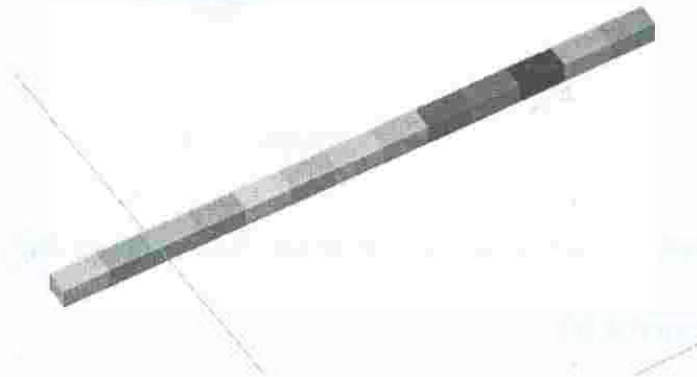


Imagen 9.17

En base a estas triangulaciones generaremos un reporte, el cual se muestra a continuación (imagen 9.19):

SOURCE	REGION	PRODUCT	AU	TOTAL_VOLUME	TOTAL_MASS
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616697.00t	ESTERIL	0.00	250.00	700.00
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616707.00t	ESTERIL	0.00	250.00	700.00
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616717.00t	ESTERIL	0.00	194.50	544.59
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616717.00t	BAJA_LEY	3.19	55.50	159.63
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616727.00t	BAJA_LEY	3.06	250.00	695.19
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616737.00t	ESTERIL	0.80	6.53	5.20
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616737.00t	BAJA_LEY	2.72	243.47	592.12
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616747.00t	ESTERIL	0.89	134.96	131.16
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616747.00t	BAJA_LEY	2.83	115.04	278.96
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616757.00t	ESTERIL	0.00	4.76	13.33
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616757.00t	BAJA_LEY	3.52	245.24	861.79
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616767.00t	BAJA_LEY	3.49	195.06	668.74
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616767.00t	ALTA_LEY	5.68	54.94	312.27
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616777.00t	ALTA_LEY	5.68	250.00	1,420.98
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616787.00t	BAJA_LEY	4.29	179.77	770.94
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616787.00t	ALTA_LEY	5.68	70.23	399.18
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616797.00t	BAJA_LEY	3.42	250.00	652.12
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616807.00t	ESTERIL	0.00	54.49	152.57
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616807.00t	BAJA_LEY	3.74	195.51	731.18
shawug.bmf	AVANCE_-695_1_DISTANCIA__3616817.00t	ESTERIL	0.00	250.00	700.00

Imagen 9.18

X. DISEÑO DE PLOTEO

En el siguiente ejercicio se mostrará la herramienta plot.

Una vez teniendo listo lo que deseemos plotear, procederemos con los siguientes pasos.

10.1 FILE-PLOT-PLOT ALL WIZARD

Se desplegará la siguiente pantalla (imagen 10.1), en el cual seleccionaremos el nombre del archivo. El cual guardaremos en nuestra carpeta de trabajo, posteriormente seleccionamos *next*.

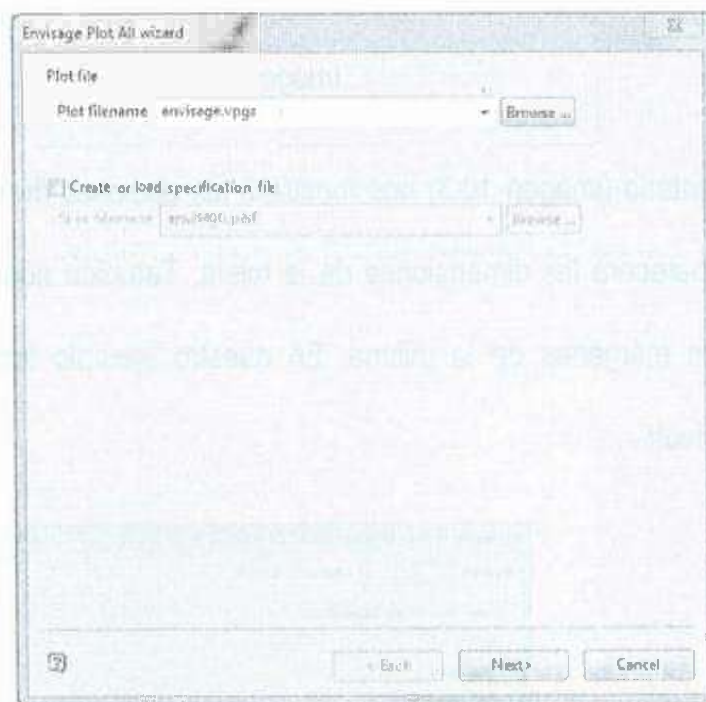


Imagen 10.1

Se desplegará la siguiente ventana (imagen 10.2) donde podremos modificar lo que sea conveniente. Donde se puede elegir la opción de crear la plantilla a nuestra conveniencia o la que está dada por default, seleccionaremos esta última.

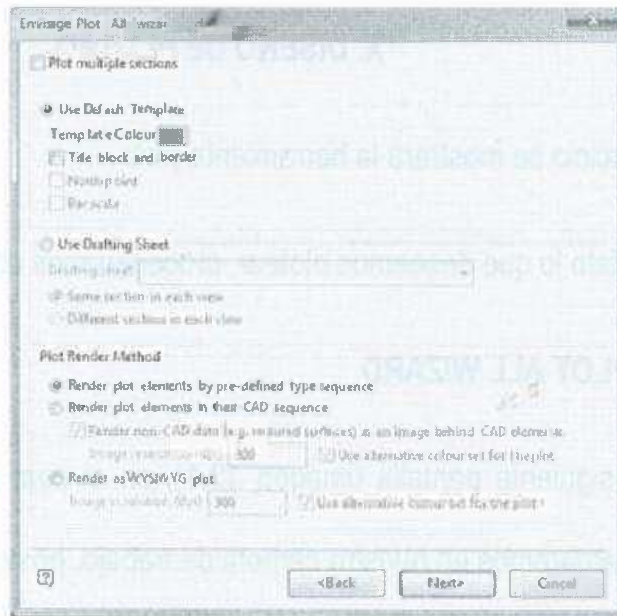


Imagen 10.2

La siguiente ventana (imagen 10.3) nos mostrará las opciones de elegir el tamaño de la hoja y aun costado aparecerá las dimensiones de la vista. También nos dará la opción de elegir los tamaños de los márgenes de la misma. En nuestro ejemplo tomaremos los datos que nos muestra por default.



Imagen 10.3

La siguiente ventana (imagen 10.4) nos da a elegir opciones de cuadrículado. Si queremos dibujar la cuadrícula o con líneas.

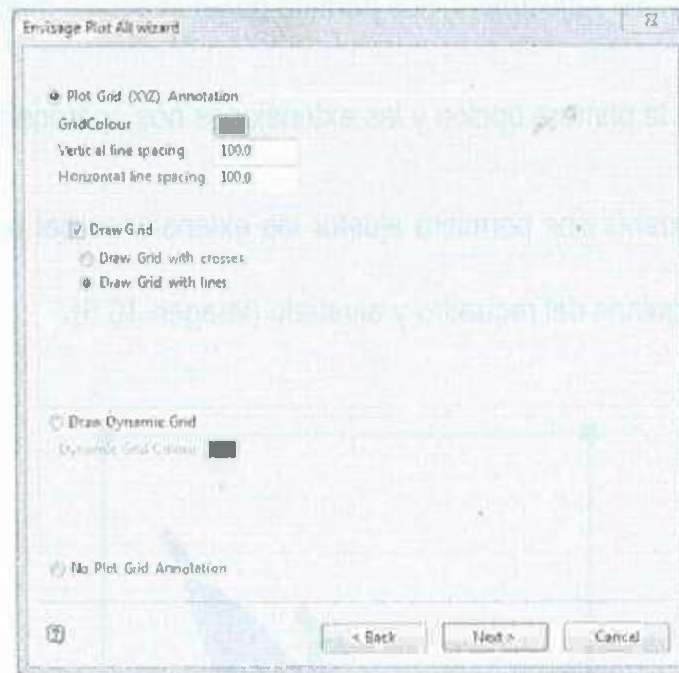


Imagen 10.4

Posteriormente en la siguiente ventana (imagen 10.5) será la de escala, en ella podremos ajustar las opciones que se nos requiera.



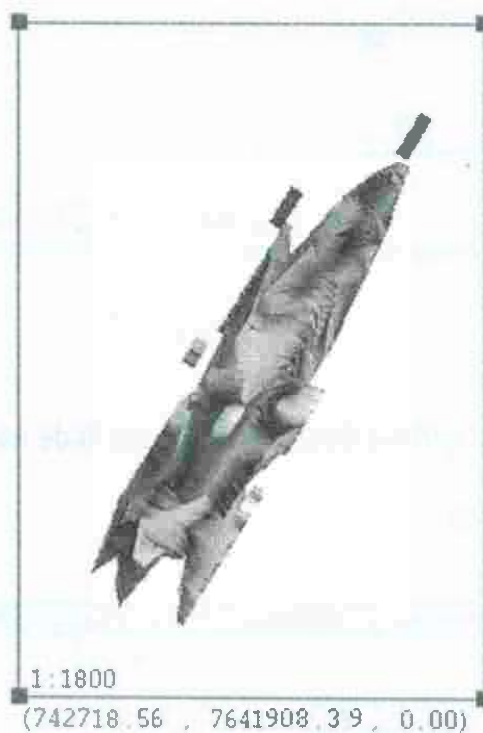
Imagen 10.5

Estarán las siguientes opciones:

- *Allow Dynamic Scale Adjustment*: nos permitirá el ajuste de una forma dinámica.
- *Manual Scale Adjustment*: nos permite poner la escala manual.

Seleccionaremos la primera opción y las extensiones nos aparecerán automáticamente.

El botón *Ajust Extents* nos permitirá ajustar las extensiones del recuadro del, solo tenemos que dar clic en las esquinas del recuadro y ajustarlo (imagen 10.6).



Envisage Plot All wizard

Adjust and move extent box ...

Imagen 10.6

El botón del recuadro *Digitise Origin* nos dará la opción de mover el origen a conveniencia (imagen 10.7).



Imagen 10.7



Imagen 10.8

Por ultimo seleccionamos "FINISH", (imagen 10.8) cuidando de que se encuentre seleccionada la opción "Preview plotfile", lo cual nos permite ver una imagen preliminar de nuestro plot, antes de mandarlo a imprimir.



Imagen 10.9

Con la ayuda de la barra *Plot Utility* daremos los últimos ajustes que se requieran a nuestro trabajo, ya que esta nos permite trabajar con mayor facilidad (imagen 9.9).

10.2. FILE-PLOT QUICK PLOT

En la barra de *menus--FILE- PLOT- QUICK PLOT*

Aparecerá un cuadro (imagen 10.10) donde nosotros nombraremos al plot. En las opciones podemos seleccionar modificar un trabajo existente o usar el modelo por defecto, seleccionamos **USE DEFAULT TEMPLATE**.

En la pestaña de *Selection* seleccionaremos la opción *Plot All Data*. Damos clic en *next*.



Imagen 10.10

Después tendremos que seleccionar el cuadro dando clic en el inicio el final teniendo cuidado de que no quede nada fuera del recuadro y que la línea de pase por el centro (imagen 10.11):

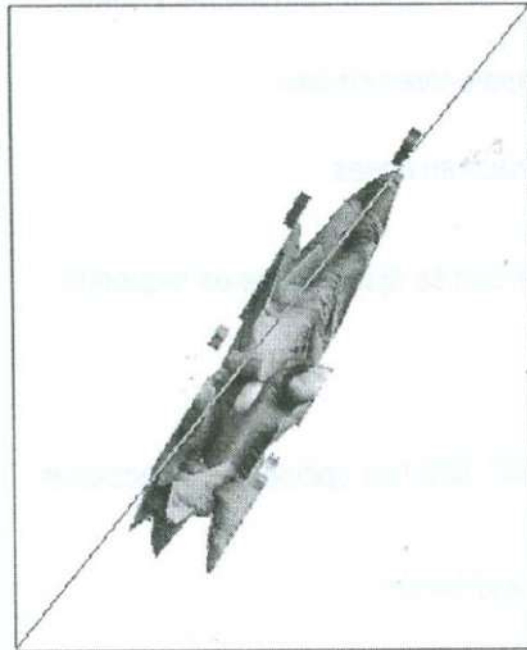


Imagen 10.11

Se desplegará la siguiente pantalla (imagen 10.12) de atributos dividido en tres partes.

Plot Attributes

Annotations:

Plot Scale: 1:1000

Grid spacing X (East): 100.0

Grid spacing Y (North): 100.0

Plot Sections:

- Title block and border
- North point
- Bar scale

Plot Title Block:

Field Description	Field Value
Title	PAMPA
Note 1	
Note 2	
Note 3	
Drawn By	
Approved	
Drawing Number	

Next > Cancel

Imagen 10.12

Parte 1: *Plot Attributes*: aparece la opción de anotaciones en la cual por default se presenta ninguna, también si se requiere se seleccionan tres opciones más:

- *With crosses or lines*: aparecerán cruces y líneas.
- *With crosses*: aparecerán cruces.
- *With lines*: aparecerán líneas.

También las escalas del plot se ajustarán se es requerido.

Parte 2: *Plot Sections* nos dará tres opciones a seleccionar

- *Title block and border*
- *North point*
- *Bar scale*

Seleccionaremos las que creamos convenientes.

Parte 3: *Plot Title Block*: en esta parte modificaremos las opciones de título del plot como se requería o sea solicitado. Damos clic en *next*.

Se desplegará la pantalla para el ajuste del tamaño de la hoja (imagen 10.13). Con las dimensiones del cuadro que creamos y el tipo de hoja que se puede ajustar a este.

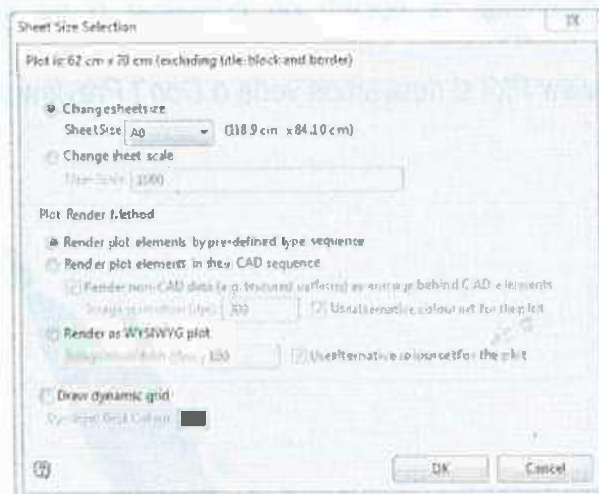
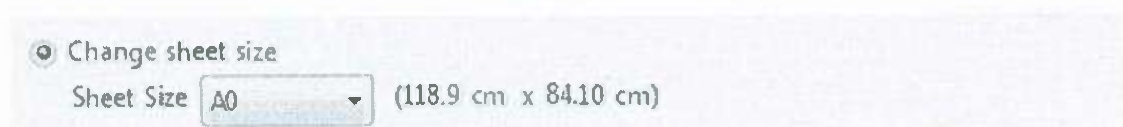


Imagen 10.13

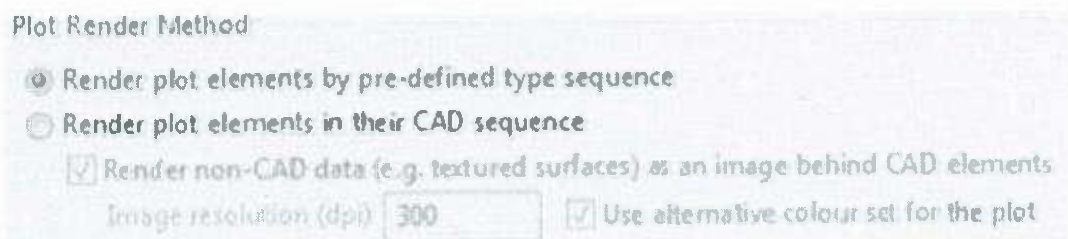
La primera opción es para ajustar el tamaño de la hoja, esta se ajustare automaticenle al tamaño. Se recomendará el tamaño adecuado.



En esta opción podemos seleccionar el cambio de escala de forma manual donde podemos elegir a nuestra conveniencia.



En las siguientes opciones no da a elegir los métodos que hacer. Los elementos de secuencia pre-definidos o los elementos en una secuencia CAD. Seleccionamos la primera opción para nuestro caso.



Aparecerá automáticamente la opción de confirmar o no la vista previa (imagen 10.14).

Seleccionamos *Preview Plot* si deseamos verla o *Don't Preview* si queremos cancelarla.



Imagen 10.14

XI. Conclusiones

La minería en actualidad tiene que ser bastante competitiva en todos sus aspectos, ya sea desde su control medioambiental hasta la ejecución óptima de sus procesos de extracción. Es por eso que, con el crecimiento que ha tenido el área de la informática, hay que aprovechar todas las herramientas que se nos presentan, en este caso, el software minero Vulcan, ya que con este podremos mejorar las actividades de producción de una mina, que van desde la optimización de la exploración para el descubrimiento de nuevos depósitos minerales, su posterior análisis en cuanto al tipo de roca que contiene, sus leyes, pruebas metalúrgicas, entre otros, hasta transformar toda esa información en un modelo de bloques confiable y preciso, el cual nos permitirá a nosotros, los ingenieros que laboramos dentro de un proyecto minero, crear un plan de minado que maximice las ganancias, minimice las pérdidas y se ajuste a un nuevo modelo de minería que este a la par de los estándares actuales impuestos por una sociedad en la cual el desarrollo sustentable es prioridad, cuidando la operación eficiente de la mina, la cual es cambiante debido a la variación del precio de los metales, con lo cual, usando la alta tecnología contenida en un software, se puede mejorar el diseño de minado, permitiendo una adaptabilidad excelente en tiempos fluctuantes.