

The logo for MAGNA features the word in a bold, white, sans-serif font. The letter 'G' is replaced by a stylized, teal-colored geometric symbol consisting of three interlocking squares that form a larger square shape.

MAGNA

INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

CURSO DE FORMACIÓN

SUPERVISIÓN DE PERFORACION Y VOLADURA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA

Presentado por:

M.Sc. Ing. Robert G. Santiago Lucas

Cip: 169493

Módulo 7

MODELADO Y SIMULACIÓN EN PERFORACIÓN Y VOLADURA SUPERFICIAL

Índice

1. Aplicación de Modelos Teóricos para el Diseño de Voladuras.
2. Simulación de Voladuras Utilizando Software Especializado

INTRODUCCIÓN



Actualmente existen diversos software que entregan las herramientas necesarias para lograr un buen diseño de Perforación y voladura, en específico este curso utiliza el software Jk –SimBlast el cual permite diseñar mallas de perforación en cielo abierto, avance de galerías y diseño de métodos de explotación los cuales serán diseñados bajo parámetros establecidos y determinados en base al software Geotable que entrega una clasificación del macizo rocoso en base a parámetros medibles y conocidos.

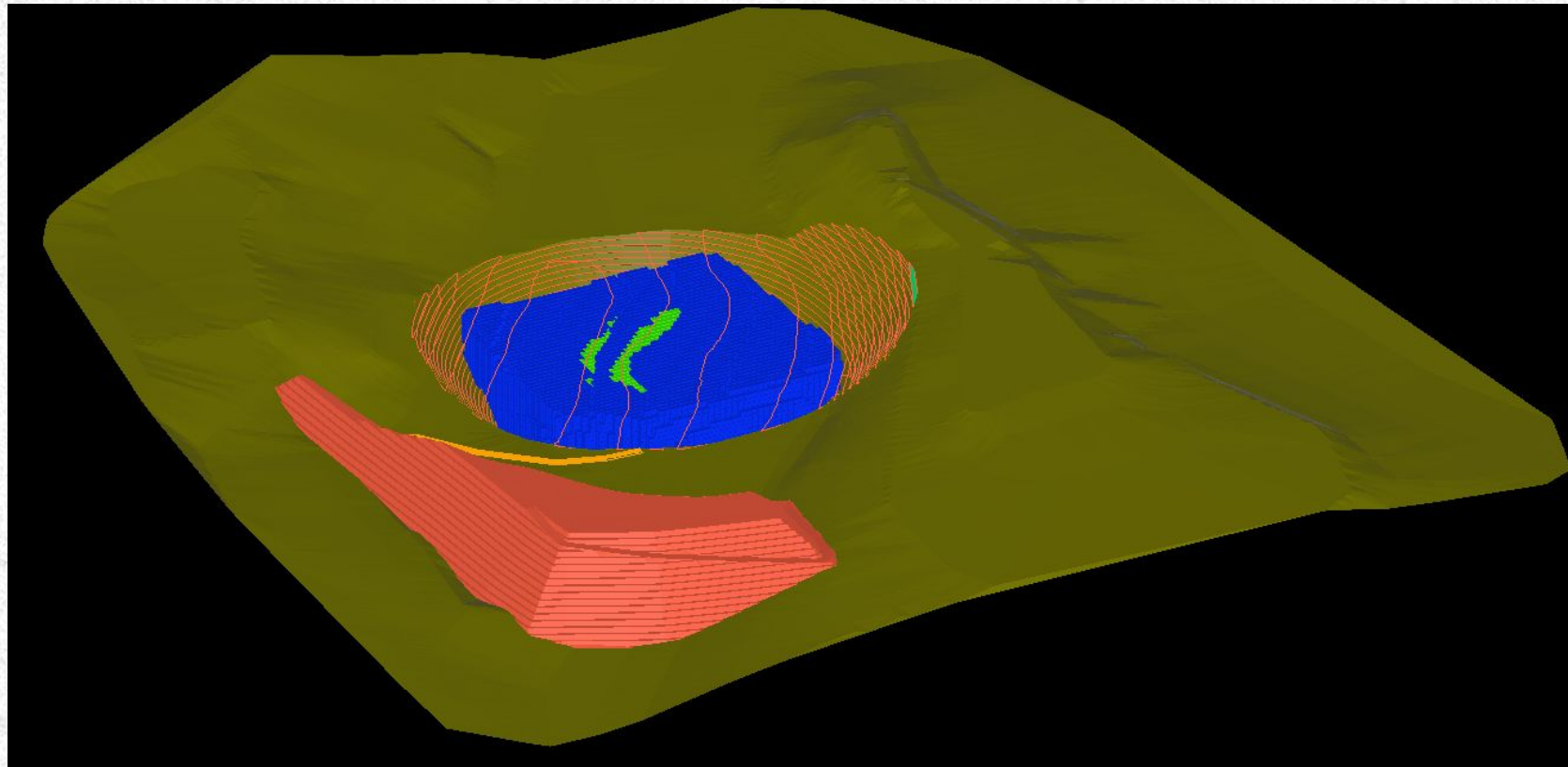
El desarrollo del curso será secuencial desde el diseño de voladura de cielo abierto, en el modulo 2DBech, que lo simularemos con la data de la fase IV de la explotación en Open Pit.

Los resultados obtenidos mediante el diseño en JkSimblast serán interpretados y analizados tanto en términos de vibraciones para apreciar su efecto sobre el macizo rocoso, pensando en posibles daños y degradaciones no deseadas en este, y en términos económicos visualizando posibles mejoras entre los rangos permisibles que cumplan con el objetivo fundamental de fragmentación pero a menores costos.

Modelamiento y simulación de perforación y voladura

7.1. Cálculo de parámetros de perforación y voladura

Una mina de open Pit, realiza la etapa de desbroce en la fase 3 en un tipo de roca débil para lo cual se realiza la plataforma de la perforación como se aprecia líneas abajo:



Modelamiento y simulación de perforación y voladura

7.1. Cálculo de parámetros de perforación y voladura

Conociendo las características geológicas y geotécnicas se requiere determinar lo siguiente:

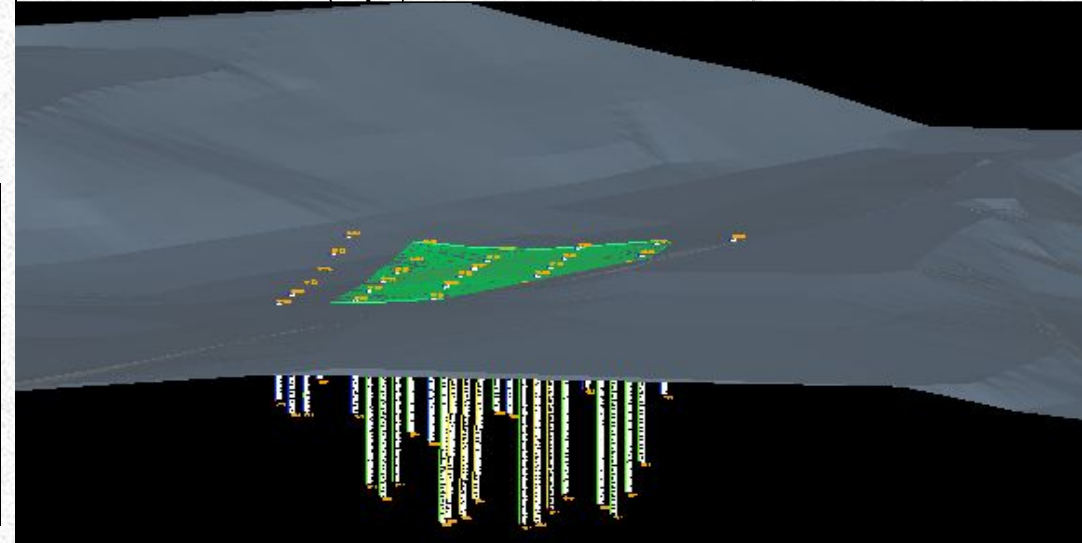
- Malla de perforación y voladura
- Configurar la malla en la plataforma de perforación.
- Simular la voladura en software especializado.
 - Análisis de energía.
 - Análisis de vibraciones
 - Análisis granulométrico

Resolución:

- Los resultados obtenidos se muestran líneas abajo y el detalle en Excel.

PERFORACIÓN SEGÚN PEARSE		
Diámetro de tricono	14.76377953	pulg
Diámetro de tricono comercial	12.25	pulg
Factor de volabilidad de la roca (k)	0.95	
Índice de calidad de roca equivalente (ERQD)	42.4	
Factor de corrección de la resistencia de los contactos (JSF)	0.8	
Presión de detonación de ANFO (P2)	19501762.5	kg/cm2
Burden (B)	10.60	m
Considerando una malla cuadrada		
Espaciamiento (S)	10.60	m

Datos	
Altura de Banco (Hb)	15 m
VOD-ANFO	3000 m/s
Densidad de Anfo	0.85 gr/cm3
Densidad de Booster HDP-2	1.6 gr/cm3
Diámetro de Booster HDP-2	84 mm
Longitud de Booster HDP-3	106 mm
Resistencia Tensional de la roca (Std)	109 kg/cm2
Densidad de la roca	2.7 tn/m3
Índice de calidad de roca (RQD)	53 %

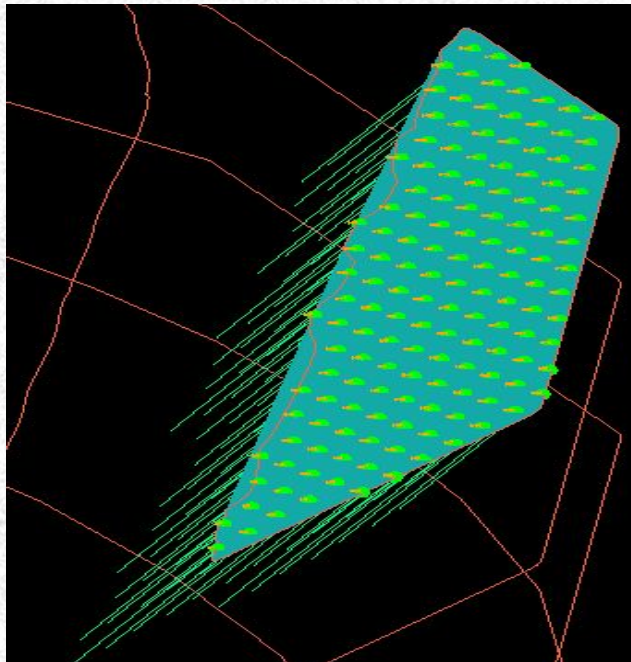


Modelamiento y simulación de perforación y voladura

7.1. Cálculo de parámetros de perforación y voladura

b. Configuración de la malla a la plataforma de perforación 4290.

Conociendo el burden y espaciamiento se configura esta malla en función de la plataforma de la perforación.



Data para ser simulado en JK Simblast

Easting (m)	Norting (m)	Tope (m)	Profundidad(m)
1300	100	4290	18
1300	106.3	4290	18
1300	112.6	4290	18
1300	118.9	4290	18
1300	125.2	4290	18
1300	131.5	4290	18
1300	137.8	4290	18
1300	144.1	4290	18
1300	150.4	4290	18
1300	156.7	4290	18
1300	163	4290	18
1300	169.3	4290	18
1300	175.6	4290	18
1300	181.9	4290	18
1300	188.2	4290	18
1300	194.5	4290	18
1300	200.8	4290	18
1300	207.1	4290	18
1300	213.4	4290	18
1300	219.7	4290	18
1300	226	4290	18

Modelamiento y simulación de perforación y voladura

7.2. Cálculo de parámetros de perforación y voladura

VOLADURA - SEGÚN ASH	
Sobreperforación	3 m
Longitud total de taladro	18 m
Taco	7 m
Longitud de carga de fondo	2 m
Longitud de carga de columna explosiva	9 m
Longitud de carga explosiva	11 m
Carga de fondo	517.06 kg
Carga de columna total	2326.76 kg
Carga de columna 1 (Booster HDP-2)	3.76 kg
Carga de columna 2 (Anfo)	2323.00 kg
Carga de columna explosiva total	2843.81 kg
Volumen Roto /taladro	2022.48 m ³
Tonelaje Roto /taladro	5460.70 tn
Factor de carga	0.52 kg-exp/tn
LINEA BUFFER	
PERFORACIÓN DE LINEA BUFFER	
Constante del macizo rocoso	0.8
Burden de línea buffer	8.50 m
Espaciamiento de línea buffer	10.60 m
VOLADURA DE LINEA BUFFER	
Presion de detonacion	9382923.467
Factor de desacople del explosivo	0.83
Indice de acoplamiento	1.96
Porcentaje de columna explosiva	0.69
Longitud de carga de explosiva	7.59 m
Taco	10.41 m
Longitud de carga de fondo	2 m
Longitud de carga de columna	5.59 m
Carga de fondo	517.06 kg
Carga de columna total	1445.17 kg
Carga de columna 1 (Booster HDP-2)	3.76 kg
Carga de columna 2 (Anfo)	1441.41 kg
Carga de columna explosiva total	1962.23 kg
Volumen Roto /taladro	1621.80 m ³
Tonelaje Roto /taladro	4378.86 tn
Factor de carga	0.45 kg-exp/tn

PRECORTE CON TALADRO DESACOPLADO CON CAMARA DE AIRE	
PERFORACIÓN DE PRECORTE CON BOLSA DE AIRE	
Presion de detonacion	2098.14 kg/cm ²
f	0.24
Espaciamiento de precorte	6.30 m
Burden de precorte	8.50 m
VOLADURA DE PRECORTE CON BOLSA DE AIRE	
Longitud de Carga de Fondo	2 m
Longitud de Carga de Columna	2.4 m
Longitud de carga de Columna explosiva	4.4 m
Longitud de Columna de aire	6.6 m
Taco	7 m
Carga de fondo	517.06 kg
Carga de columna total	620.47 kg
Carga de columna 1 (Booster HDP-2)	109.00 kg
Carga de columna 2 (Anfo)	511.47 kg
Carga de Columna Explosiva total	1137.53 kg
Volumen Roto /taladro	963.90 m ³
Tonelaje Roto /taladro	2602.53 tn
Factor de carga	0.44 kg-exp/tn

Obteniendo los datos de perforación y voladura se comienza la simulación.

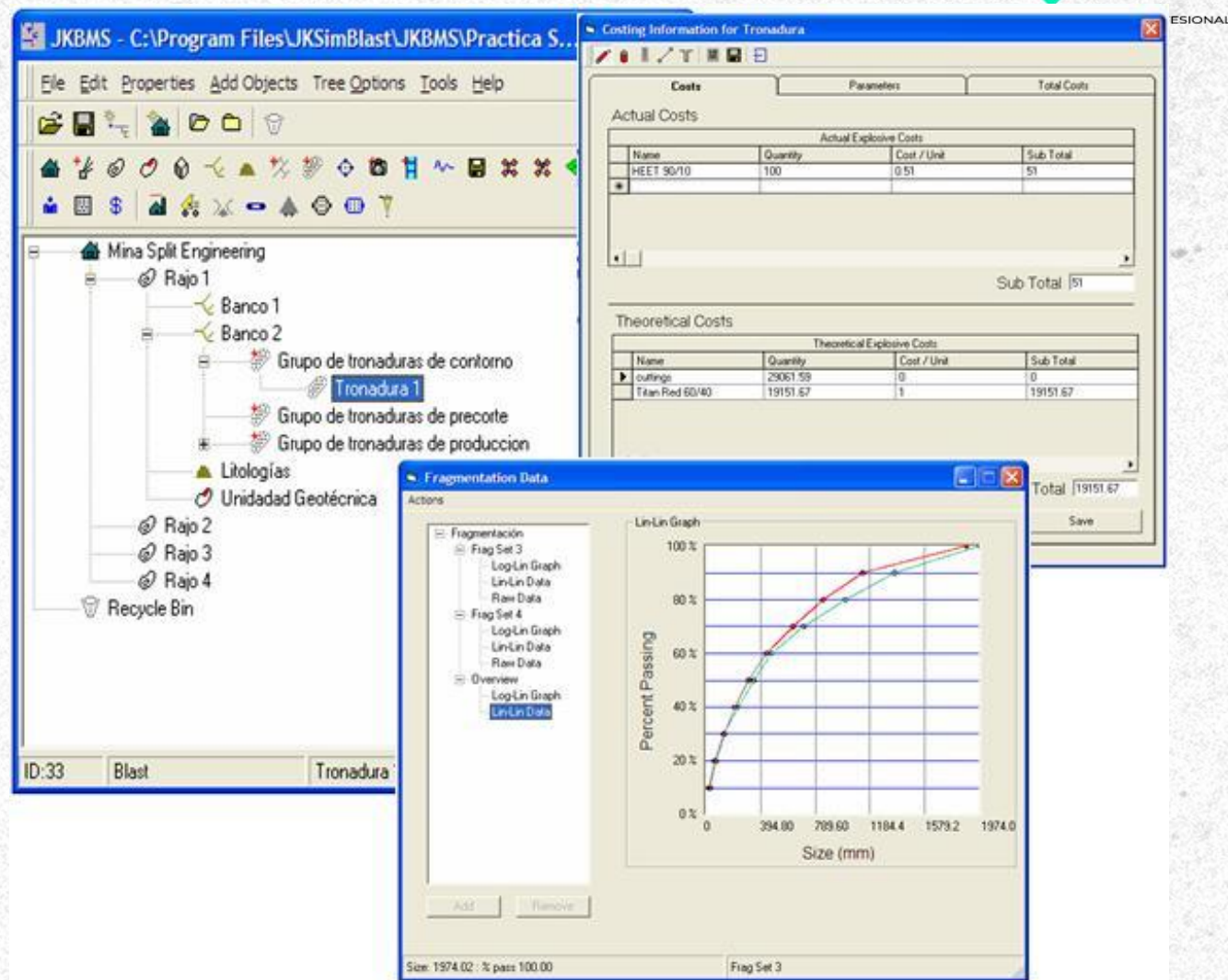
c. Simulación de la voladura en JK Simblast

7.3 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE JK-SIMBLAST

JKSimBlast incluye una serie de módulos que funcionan por separado, tales como:

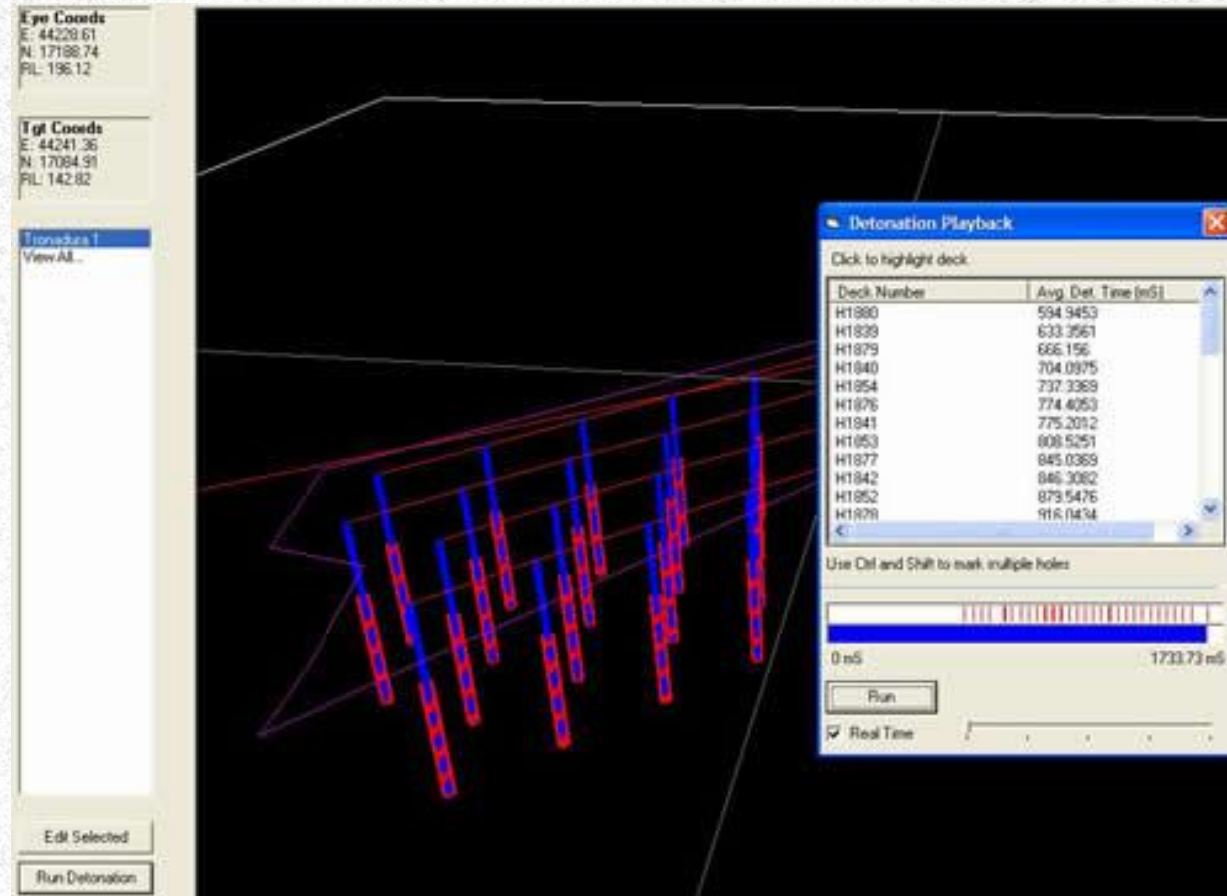
BMS (Sistema de Gestión explosiva)

es un sistema de administración de voladura y es el centro de organización para JKSimBlast. En este caso, se permite al usuario definir cómo agrupar y relacionar los datos creados y recopilados por los programas de diseño (es decir 2DBench, 2DRing y 2DFace), así como otras aplicaciones de análisis y. Los datos generados en las actividades mineras son inherentemente de naturaleza jerárquica, por lo que un esquema de base de datos relacional es un mecanismo ideal para el almacenamiento y la manipulación de estos datos. Este es el esquema adoptado por el BMS. Como se crea cada objeto en una tabla principal y se le asigna un único ID.



7.3 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE JK-SIMBLAST

Hay muchos objetos de información disponibles en el programa de BMS, incluyendo: Mina, Geotécnico de dominio, explosiva de fragmentación, Costos, Estudio Point, Bench fotografías, videos, gráficos y archivos genérico. . Una base de datos BMS se genera automáticamente y se muestra en una vista de árbol Además de las funciones de datos de gestión, tales como buscar, filtrar, la transferencia y guardar, el BMS también incorpora herramientas adicionales para la evaluación de datos y presentación de informes: 3D Voladura visualización y reportes de cumplimiento.



7.3 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE JK-SIMBLAST

2DBech



Permite el desarrollo de un diseño completo a cielo abierto de voladura con todos sus elementos: establecer un área de la explosión, para configurar un diseño, (con los correspondientes datos como la carga, el espaciado, diámetro del agujero, longitud, etc), la carga de explosivos, inserte los retrasos en el agujero y en superficie, empatando agujeros



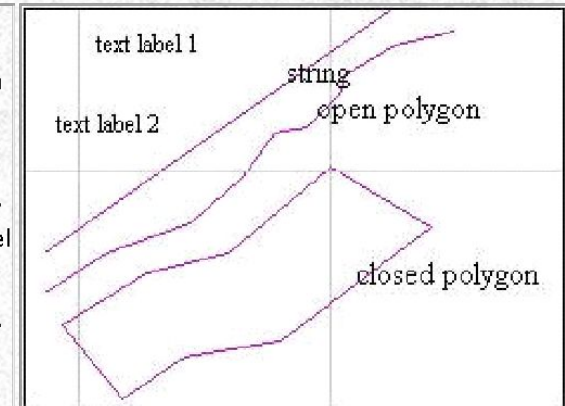
Todos los datos se almacenan en bases de datos de Microsoft Access con plenos coordenadas 3D (Este, Norte, Nivel). Un diseño de la explosión se divide en cinco modos: Area, taladro, de carga, retrasos de fondo de pozo y los retrasos de superficie.



También, 2DBench tiene algunas herramientas de análisis para evaluar diseños o back-analizar el desempeño medido.

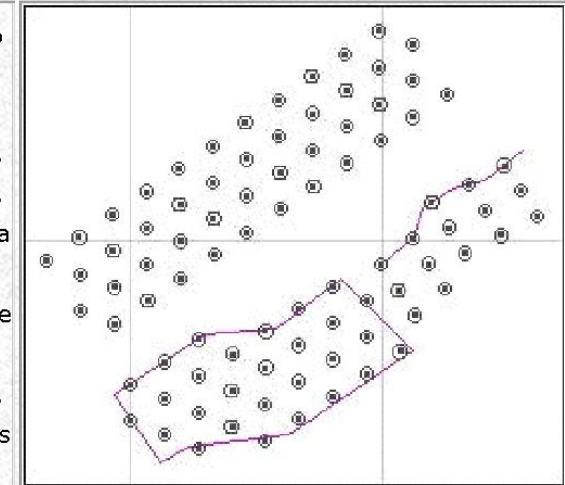
Modo de zona (Creación de Líneas / Polígonos)

- Dibujar y editar cadenas y polígonos.
- Fije la cadena y etiquetas de texto en el diseño
- Cuerdas y polígonos de importación.
- cuerdas Cortar / Copiar / Pegar y etiquetas.



Modo de ejercicio (Creación del agujero)

- Propiedades Hole y parámetros de patrón.
- perforar agujeros individuales y patrones. (cuadrada, se tambaleó, polígono, siga cadena).
- Los agujeros de importación de archivo de texto.
- Editar las propiedades de los agujeros.
- agujeros Cortar / Copiar / Pegar y datos adjuntos.

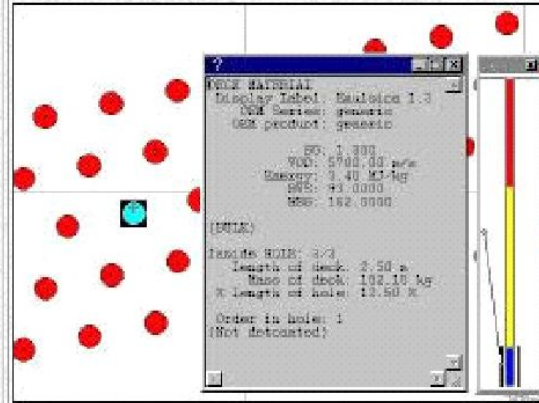


7.3 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE JK-SIMBLAST

2DBech

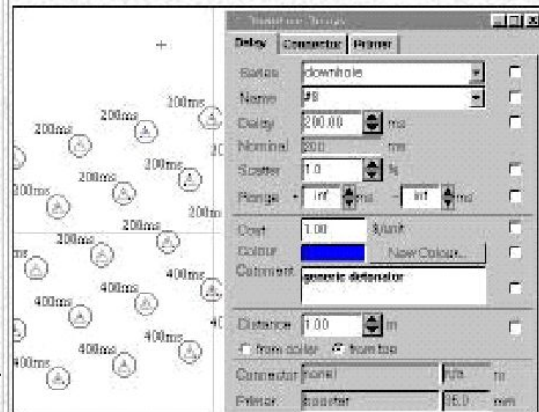
Modo de carga (carga del material)

- Cargue varias cubiertas de materiales.
- Carga de longitud, masa, profundidad del cuello o el porcentaje de la longitud del hoyo.
- Los materiales definidos por el usuario almacenados en la base de datos Acciones.
- Los explosivos y no explosivos (derivados, aire de la cubierta, el agua, etc) .
- Modificar las propiedades del material en cualquier momento.
- Propiedades cubierta almacenado con el diseño.



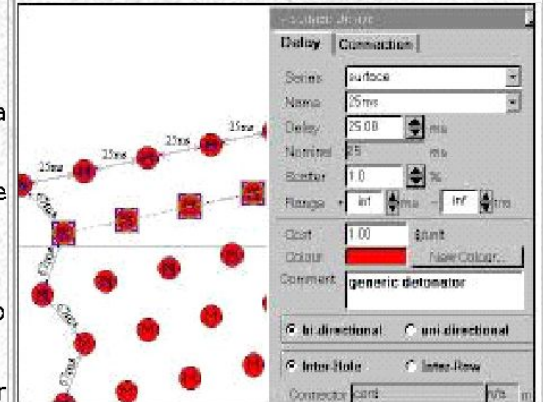
Abajo del agujero Modo retrasos (el fondo del pozo Delay Sequencing)

- Inserte los detonadores, iniciadores y conectores.
- Introducir a distancia de los pies o cuello.
- Definir de dispersión (desviación estándar) para el análisis de temporización.
- Los elementos definibles por el usuario almacenados en la base de datos Acciones.
- Modificar las propiedades en cualquier momento.
- Las propiedades guardadas con el diseño .



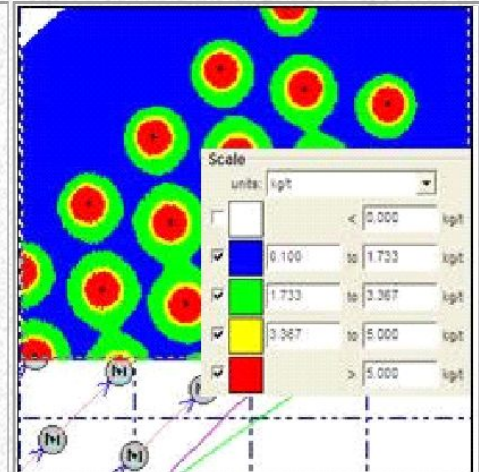
Modo retrasos de superficie (Surface Delay Sequencing)

- Definir los detonadores y los conectores.
- Definir de dispersión (desviación estándar) para el análisis de temporización.
- Conecte los dos agujeros o una línea de agujeros.
- Inter hoyos, entre hileras, uni-y bi-direccional.
- Los elementos definibles por el usuario almacenados en la base de datos Acciones.
- Modificar las propiedades en cualquier momento.
- Las propiedades guardadas con el diseño.



Herramientas de análisis

- Detonación simulación.
- Análisis de Alivio de la carga.
- Líneas de detonación.
- Ejecutar Montecarlo simulaciones.
- Fragmentación (modelos JKMRC Kuz-Ram y).
- Calcular 3D y 4D Energy Distributions.
- Análisis de Vibraciones.



7.3 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE JK-SIMBLAST

2DBech

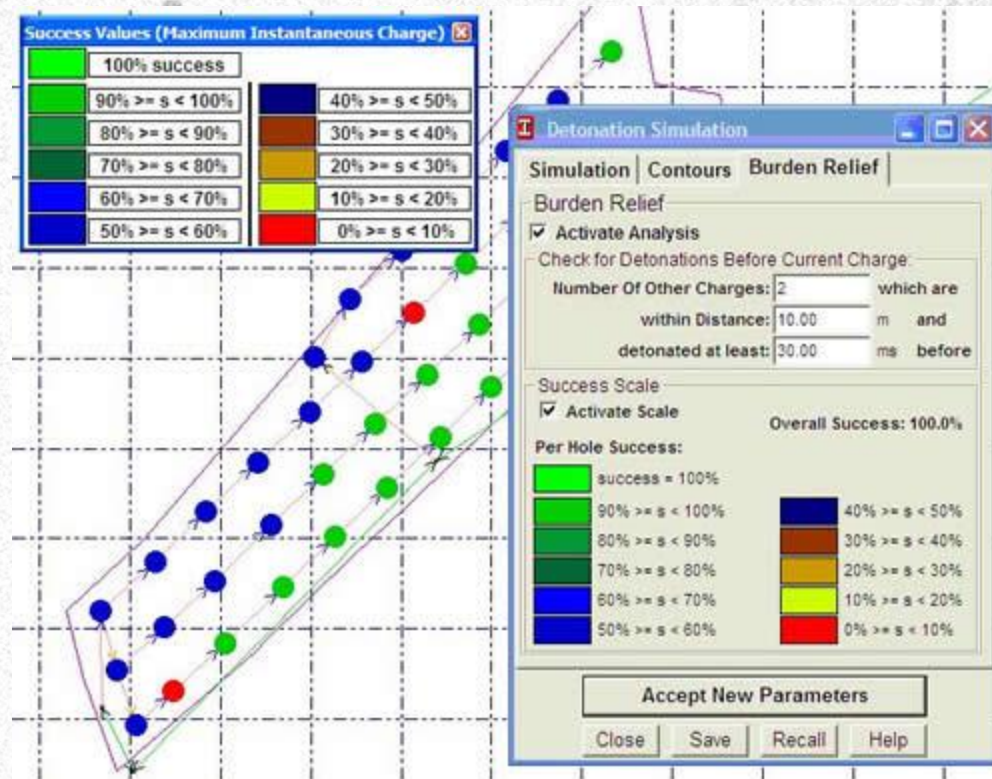
HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS

Explosiva Simulación

Con esta herramienta es posible analizar si el diseño explosión llevará a cabo de acuerdo a lo previsto.

Alivio de Carga

Permite la visualización de la detonación de las cubiertas anteriores a la que estamos analizando, a determinado si estos tendrán el tiempo suficiente para la explosión. El resultado gráfico muestra cada taladro con un color que representa la escala del éxito respetar su detonación.

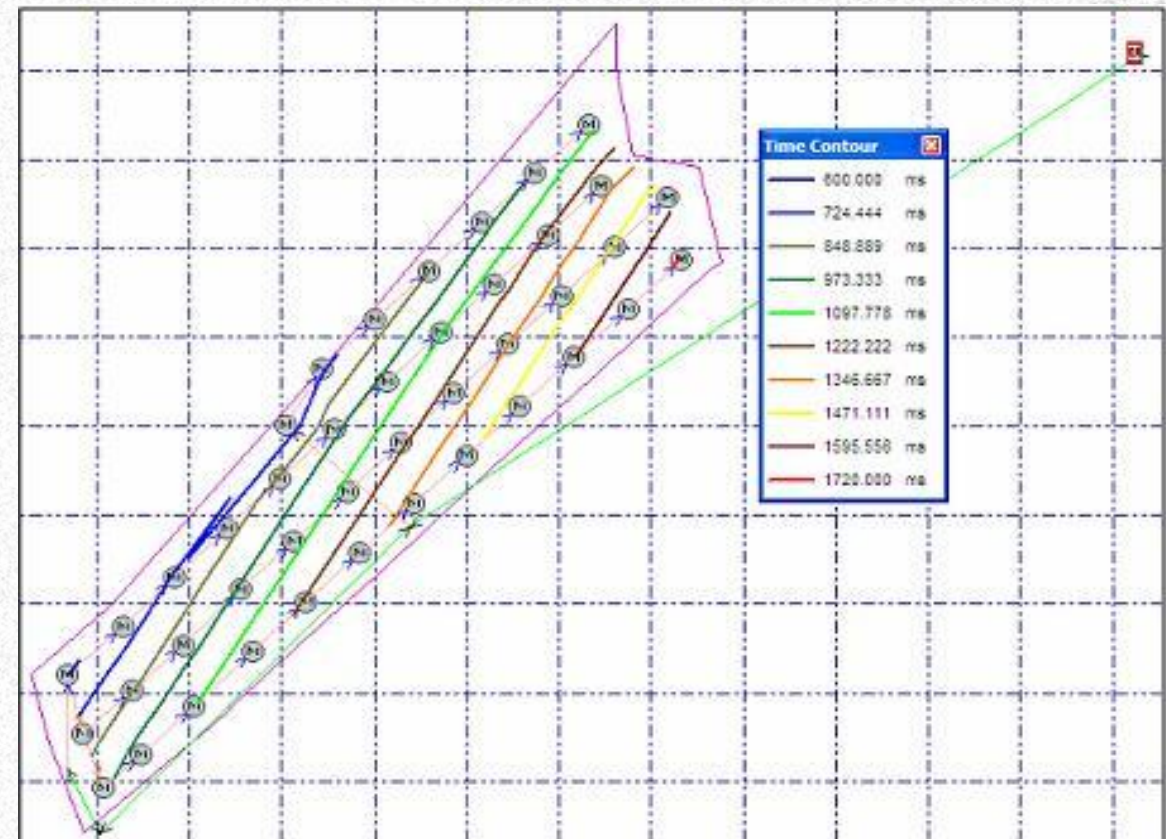


7.3 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE JK-SIMBLAST

2DBech

Tiempo Contour Retícula

Esta herramienta proporciona un gráfico y las secuencias de detonación taladro puede ser visualizado. Cada color representa una escala de tiempo, como ilustran en la siguiente figura:

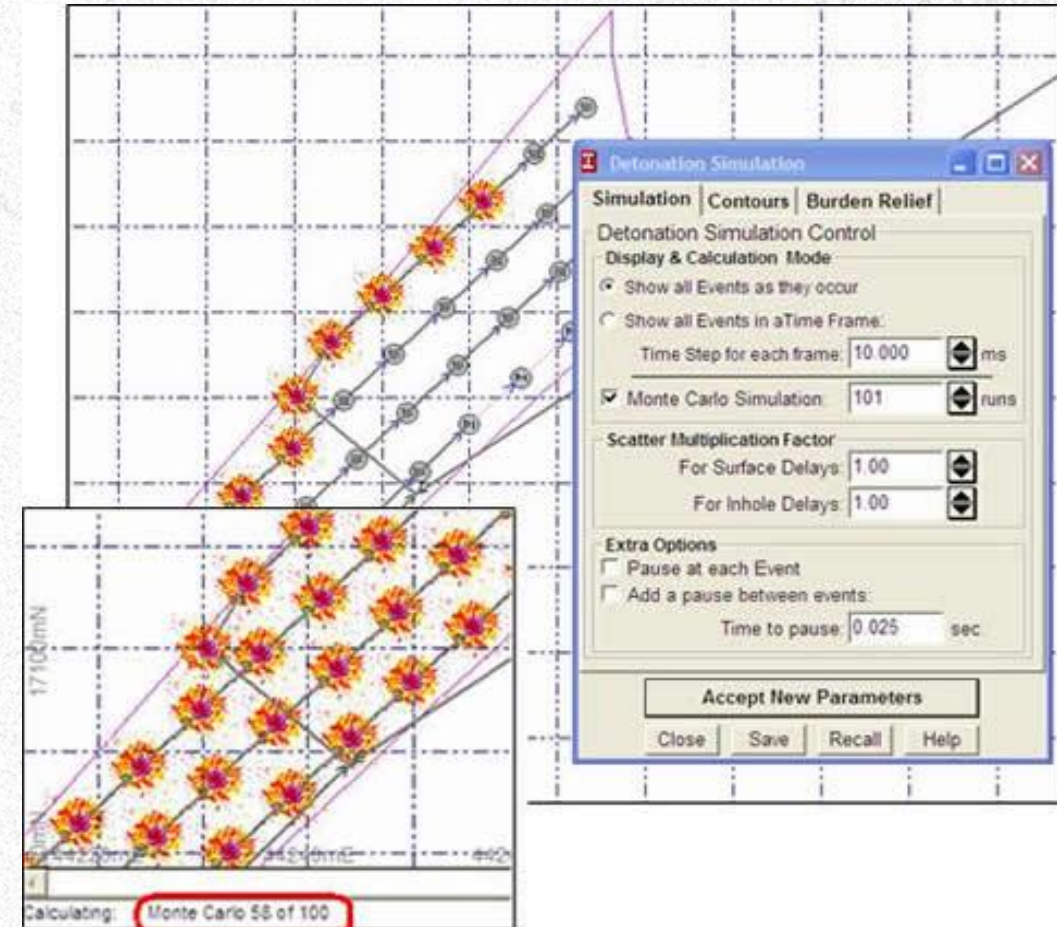


7.3 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE JK-SIMBLAST

2DBech

Simulaciones de Montecarlo

A menudo es útil para simular las características de un experimento, antes de llevar a cabo. La técnica de Montecarlo es una fórmula probabilístico para generar distribución de probabilidad para las variables, tales como la secuencia de detonación explosión.



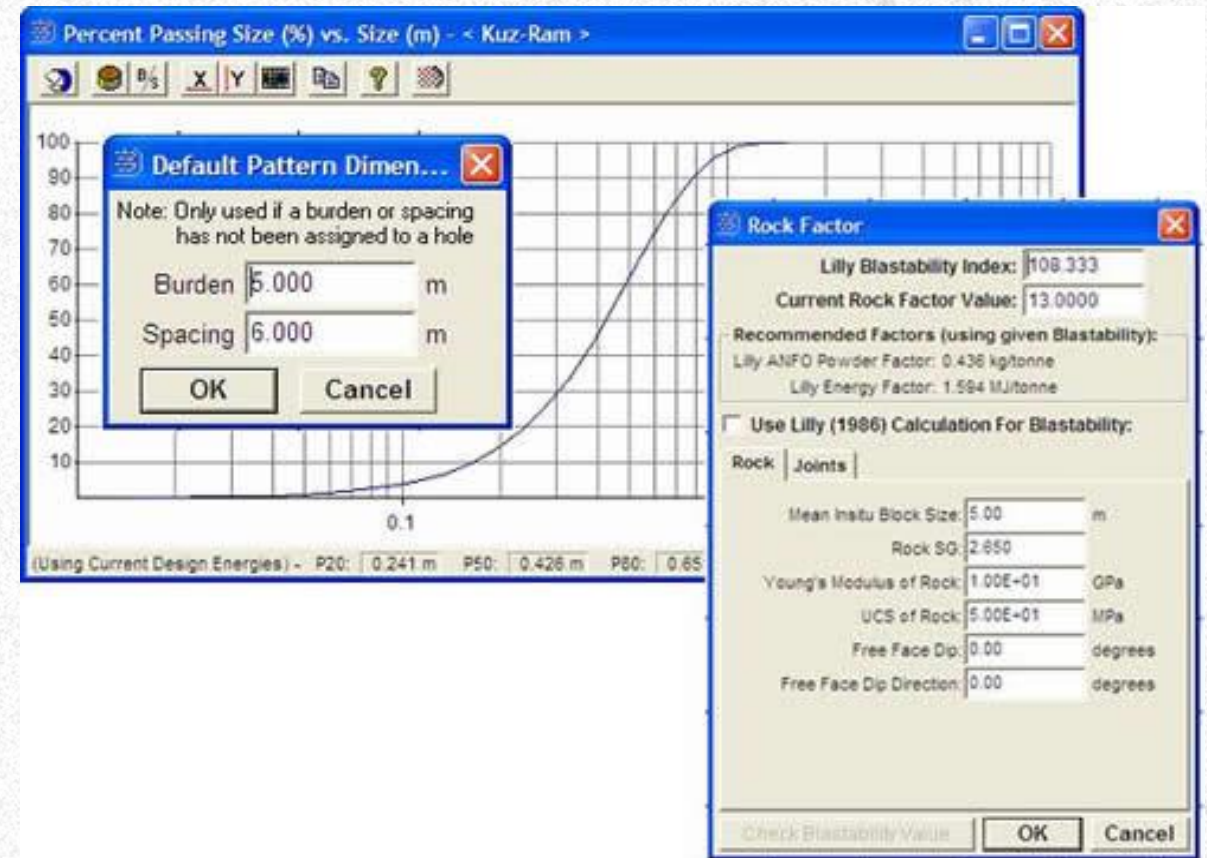
7.3 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE JK-SIMBLAST

2DBech

Estimación de la fragmentación (Kuz-Ram y JKMRC)

Hay dos opciones para estimar la distribución del tamaño antes de la detonación: los modelos Kuz-Ram y JKMRC.

Material de fragmentación
Estimación antes de voladura,
con el modelo de Kuz-Ram.



7.3 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE JK-SIMBLAST

2DBech

Estimación de la fragmentación (Kuz-Ram y JKMRC)

Material de fragmentación
Estimación antes de voladura, con
el modelo JKMRC.



7.3 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE JK-SIMBLAST

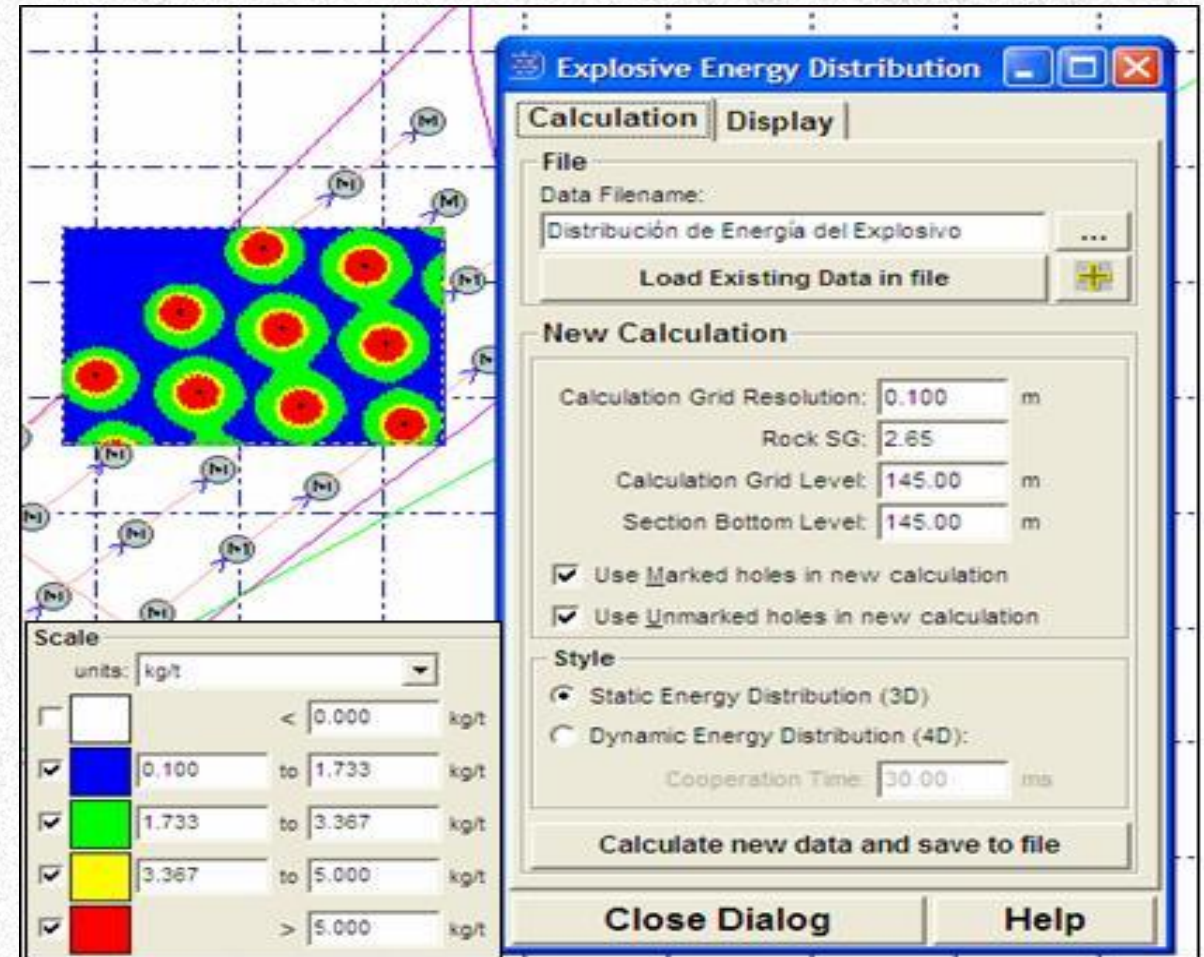
2DBench

Explosive Energy Distribution

2DBench incorpora dos métodos para calcular y mostrar el explosivo Distribución de energía en el espacio 3D:

- 3D Distribución de energía estática.
- Dynamic Energy Distribution 4D.

El 4D explosivo Distribución de energía difiere de un cálculo 3D, en que el momento de detonación se considera como la cuarta dimensión.

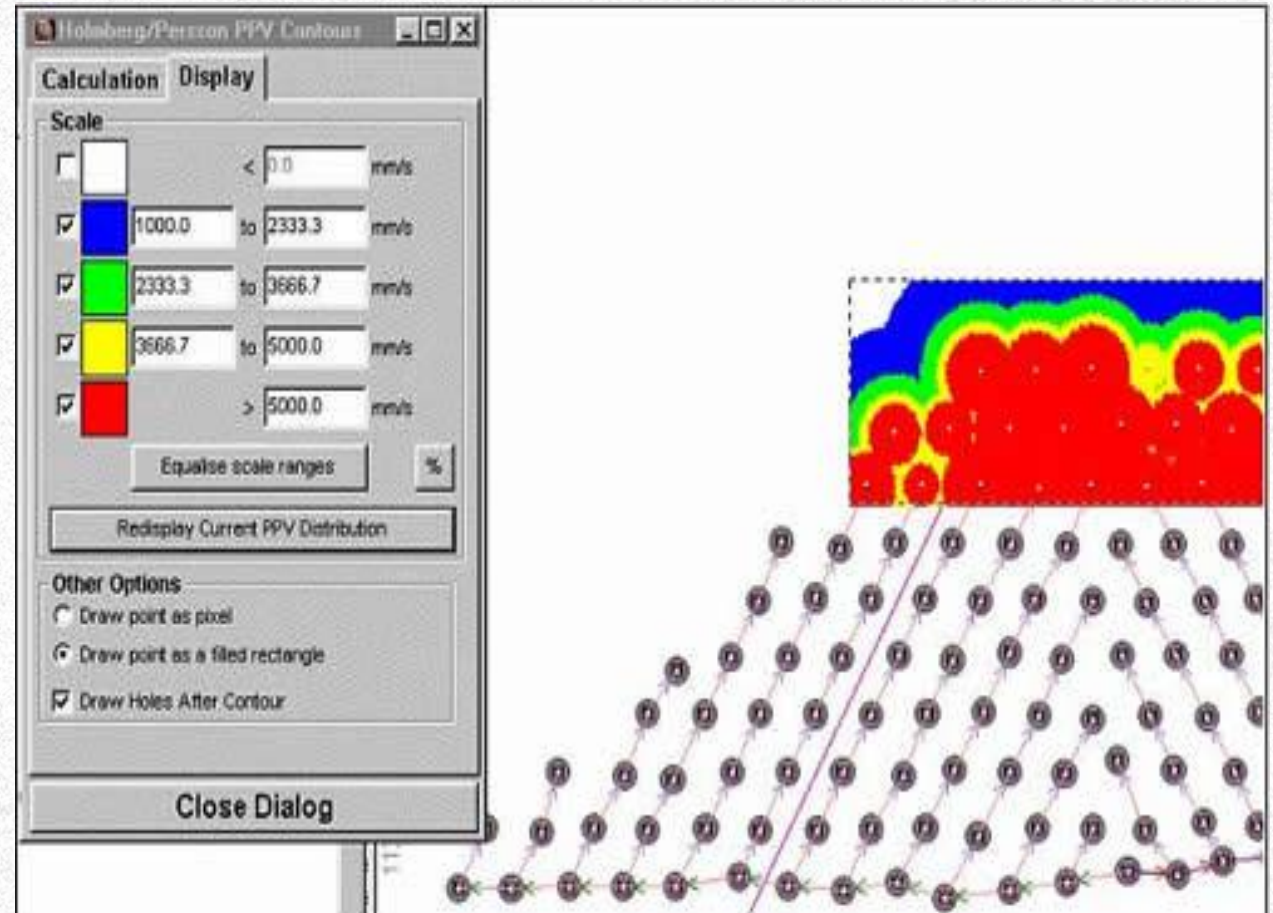


7.3 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE JK-SIMBLAST

2DFace

Análisis de Vibración

Permite predecir el nivel de vibración, basado en el modelo Holmberg y Persson. En la siguiente figura, el área roja representa el nivel de vibración más alta.



4.4 Simulación de perforación y voladura en Jk- SIMBLAST

Módulo 2DBech





FIN

El éxito llega para todos aquellos que están ocupados buscandolos.

Henry Thoreau



INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

