

UDESS – Agendador multipropósito para problemas de Planificación Minera

Carlo Lobiano

Noviembre 2015



fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



DELPHOS
Laboratorio de Planificación Minera

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

UDESS

- UDESS o **U**niversal **DE**lphos **S**equencer & **S**cheduler.
- UDESS fue originalmente concebido para producir un plan de producción y construcción en forma simultánea
- La idea es robustecer el proceso de planificación al integrar dos partes del proceso de planificación que generalmente son desagregadas.

* UDESS significaba Underground Development and Extraction Squencer & Scheduler



fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

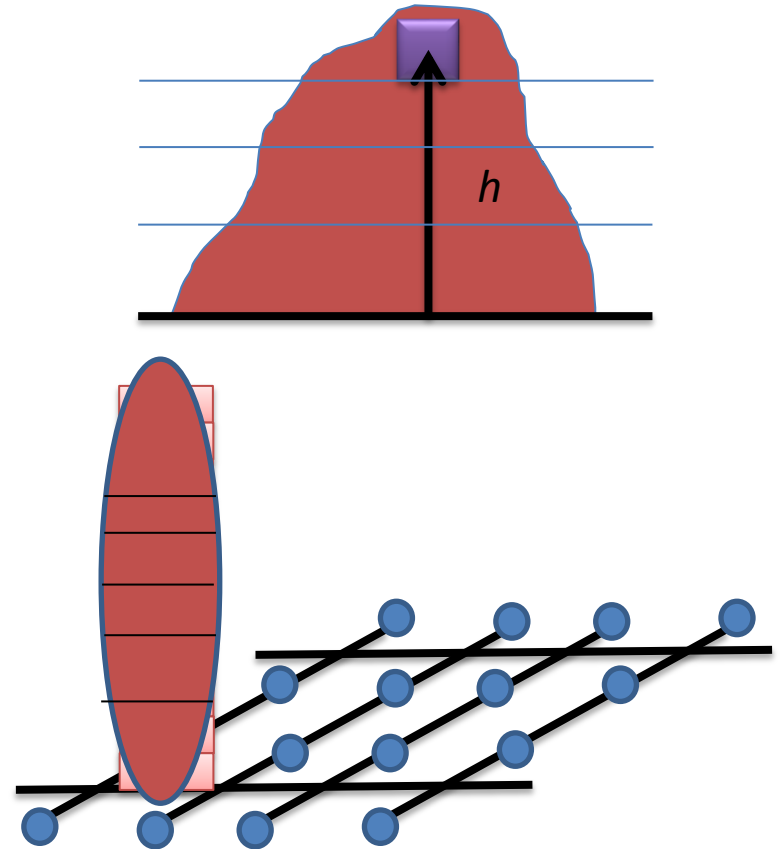


DELPHOS
Laboratorio de Planificación Minera

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

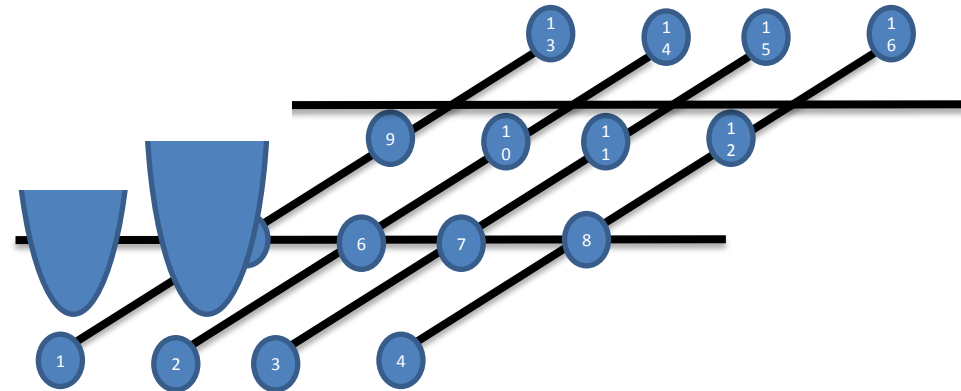
Ejemplo: Planificación Block/Panel Caving

1. Footprint Finder es usado para producir, para cada posible piso, una envolvente económica óptima, en un nivel de modelo de bloque
2. Luego, la área de extracción es definida y un diseño es introducido a el piso elegido. Modelo de bloques se transforma en un modelo de “slides”.



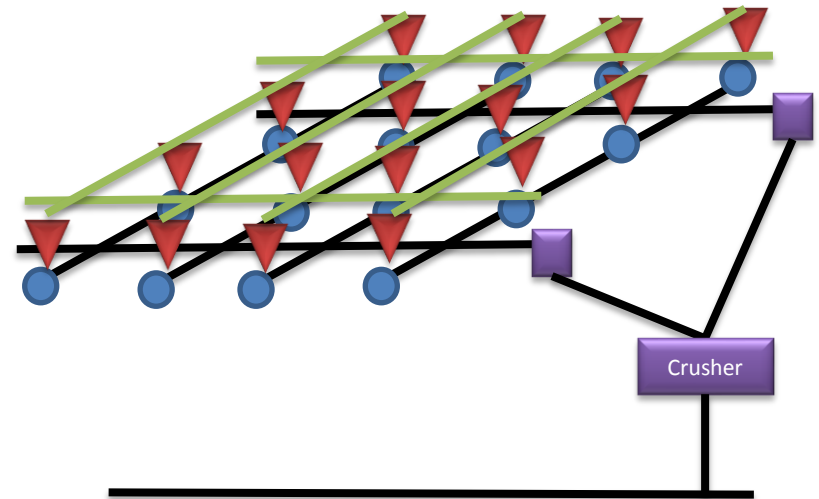
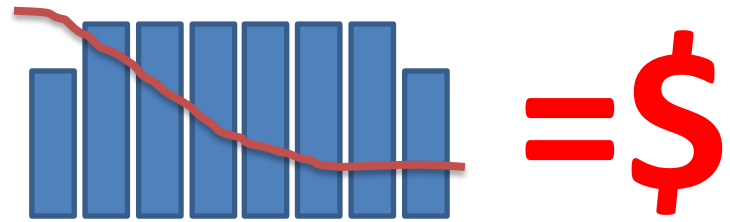
Ejemplo: Planificación Block/Panel Caving

1. La secuencia es dada por el usuario(existen herramientas , no optimizadores)
2. Softwares de agendamiento siguen la secuencia, definiendo cuanto extraer de cada columna, cumpliendo con capacidad(en tonelaje) y nuevos puntos por periodo



Ejemplo: Planificación Block/Panel Caving

- En este punto, estamos listos para construir un plan de producción...
(o se nos olvidó algo?)
- En ningún momento hemos tomado en cuenta la construcción/preparación necesaria para llevar a cabo dicho plan
...esto se hace después...y por alguien más..



Estructura lógica de UDESS



Actividades de UDESS

Atributos

- Ingreso/Costo/Beneficio
- Tasa de realización por periodo

Recursos

- Tonelaje
- Horas de Equipo
- Área/metros lineales
- Etc.

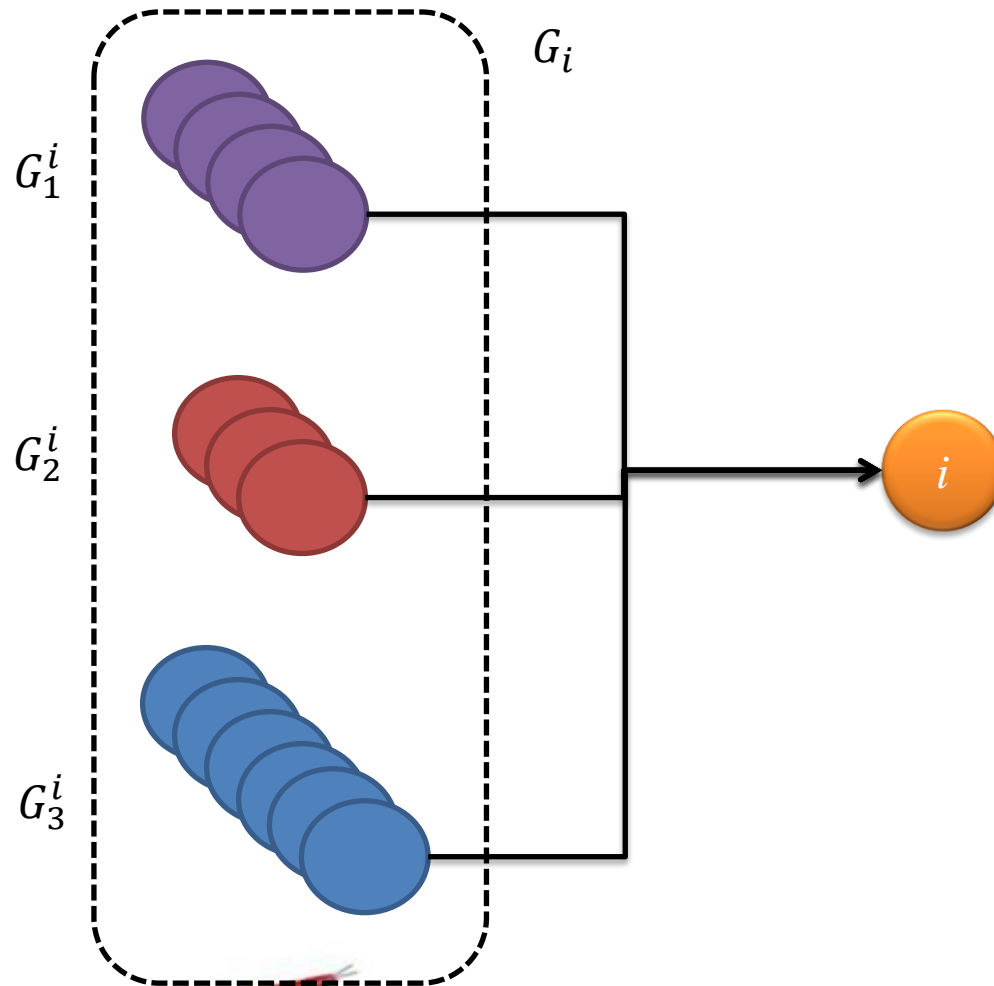
UDESS agenda las actividades sobre periodos de tiempo con el objetivo de maximizar el valor mientras se cumplen limitaciones de recursos operacionales (y otros)



Restricciones de Precedencias Tipo “o”

Un grupo de precedencias esta listo si todas las actividades fueron completadas.

Actividad i puede continuar si al menos un grupo de precedencias está listo.



Otras restricciones pre-definidas

Restricciones de Recursos Operacionales

- Capacidad: Producción/Preparación/Avance/etc.

Restricción de Recurso de Inicio

Restricción Limite de Desarrollo

Restricción de Rango de Recursos

Restricción de Incompatibilidad de Actividad

Restricción de Inicio en Periodo



Ejemplos



Producción
en BC/PC

Peligro Sísmico
en PC

Secuenciamiento
de Bench & Fill

Agendamiento en
cielo abierto

Planificación
Estratégica bajo
incertidumbre
de precios



fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



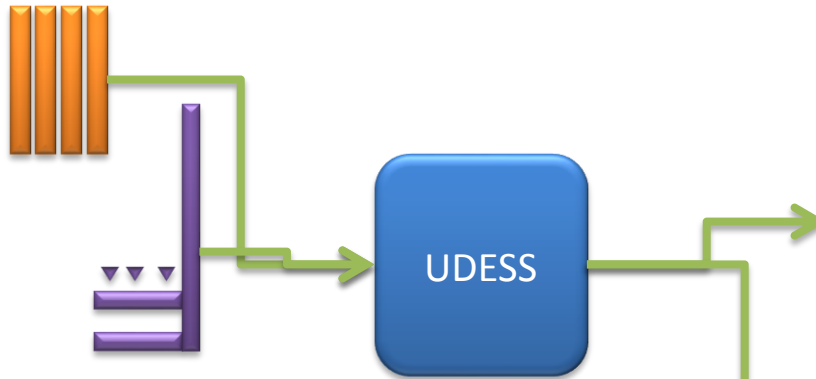
DELPHOS
Laboratorio de Planificación Minera

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER

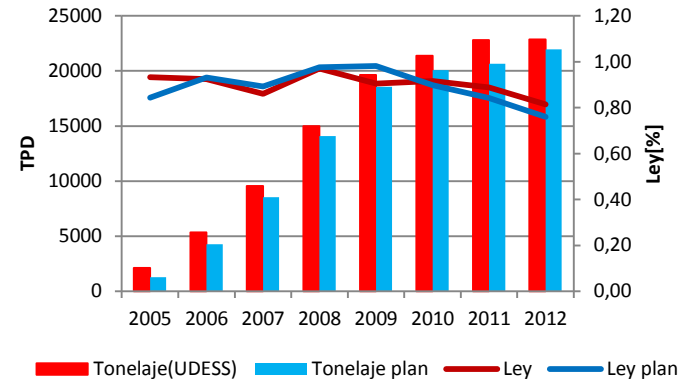
Producción en Block y Panel Caving

Columnas de PCBC

Layout de Mine2-4D

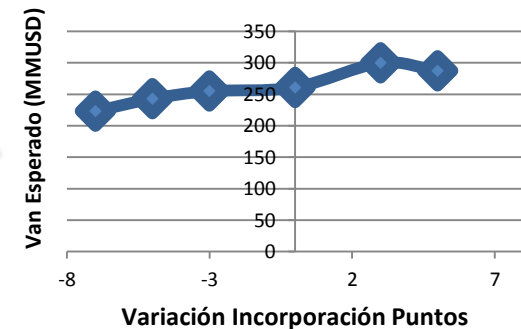


Plan de producción(UDESS)/ Planificado

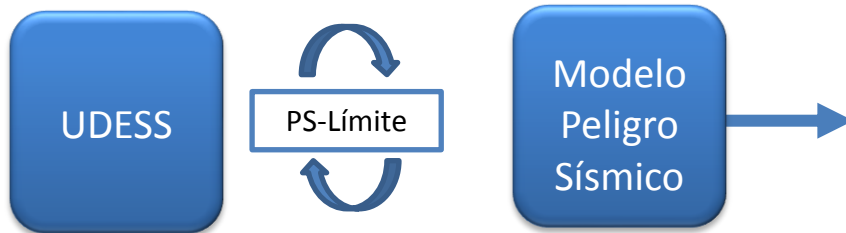


UDESS se incorpora al proceso de planificación, coordinando el plan de producción y preparación. Una vez que se dispone del secuenciador, se puede revisar la sensibilidad de la producción frente a colgaduras de puntos y ajustar área preparada por VAN ESPERADO.

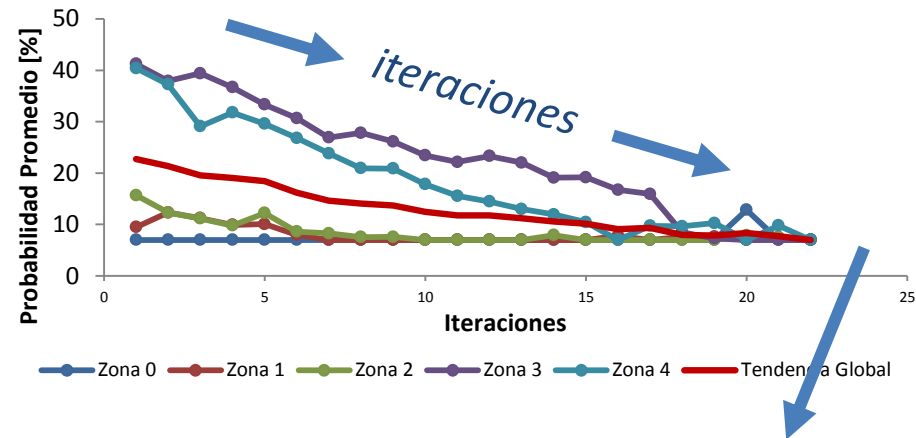
VAN Esperado



Peligro Sísmico Panel Caving



Probabilidad Peligro Sísmico por Zona



Actividades:

- Incorporación de Puntos
- Extracción Punto-Banco

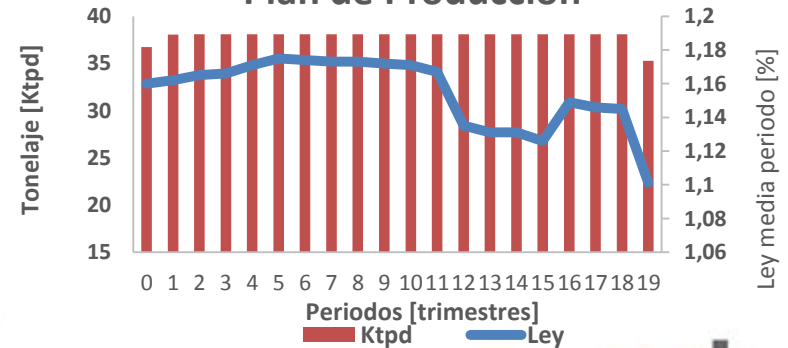
Precedencias:

- Físicas (geometría del problema)

Restricciones:

- Producción 24-38 [ktpd]
- Incorporación 500-1700 [m²]

Plan de Producción



Secuenciamiento Bench & Fill

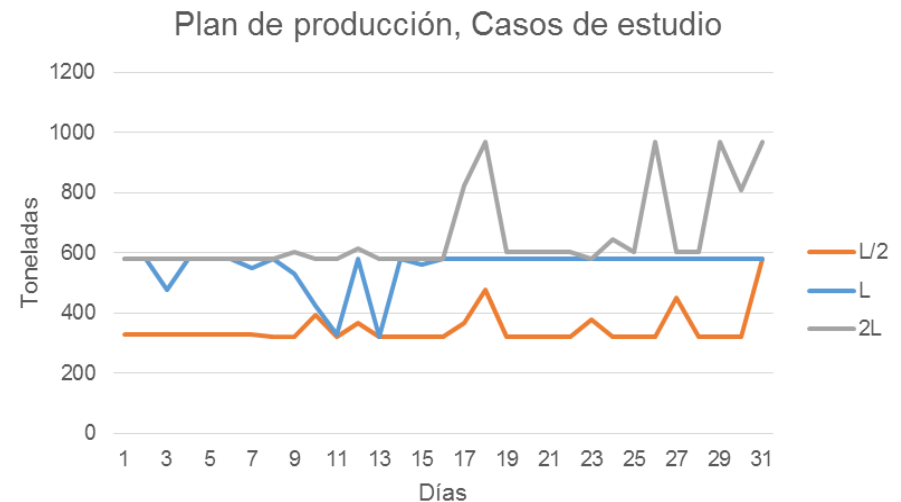
Se modelan actividades de:

- Construcción de galería, perforación y tronadura, relleno tienen un costo y requiere recursos específicos
- Extracción genera producción (e ingresos).

Con un secuenciador validado, se puede estudiar la relación óptima

caserón ↔ dilución ↔
secuencia ↔ valor

| Caso de Estudio | Valor [kUSD] |
|-----------------|--------------|
| <i>L/2</i> | 4,769 |
| <i>L</i> | 8,009 |
| <i>2L</i> | 7,943 |

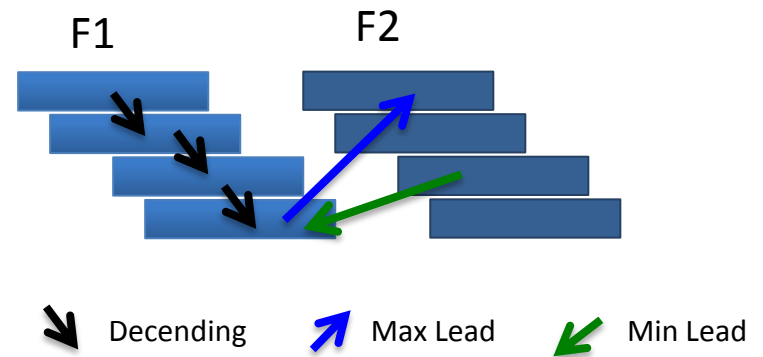


* Plan corresponde a dos subsectores.



Agendamiento en Cielo Abierto

- Actividades UDESS corresponden a porciones de una fase-banco.
- Precedencias permiten modelar min y max lead.
- Se obtiene un agendador tipo “Milawa”

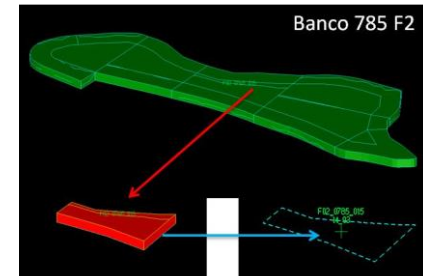
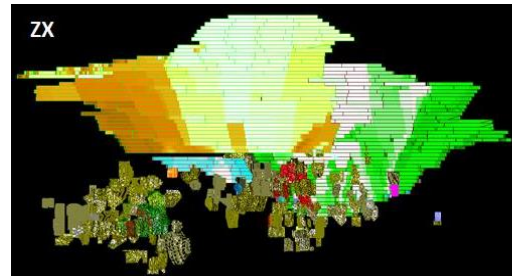


Dependiendo de la desagregación de los bancos, UDESS puede además optimizar la ley de corte y utilizar stocks.



Agendamiento en Cielo Abierto (2)

- Actividades son extracción de polígonos en el rajo y relleno de caserones.
- Precedencias son avance en el banco y relleno para dar estabilidad.

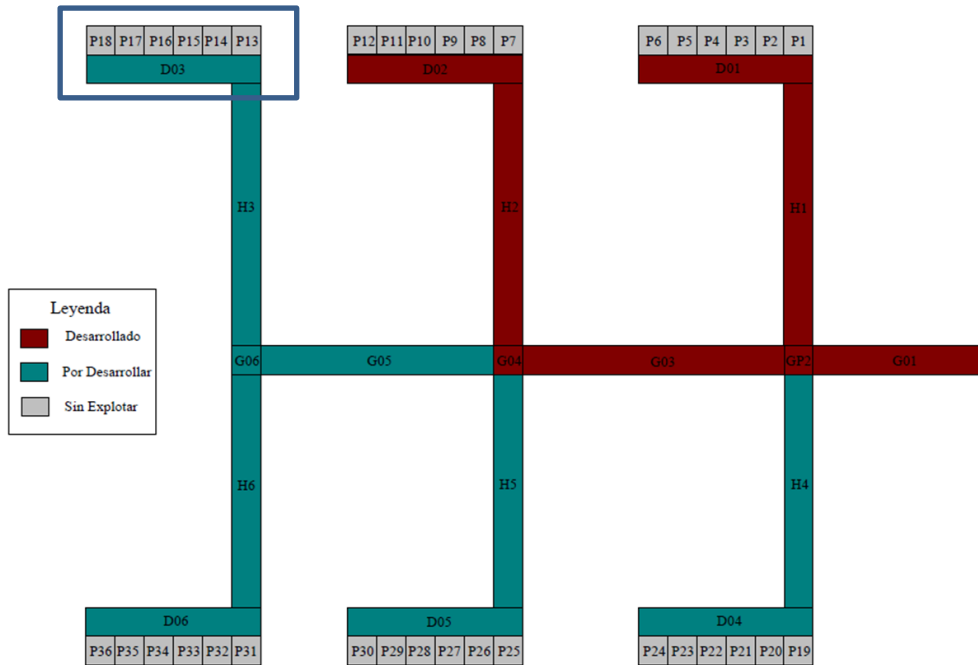


| Plan | 1 | 2 |
|-----------|---------|---------|
| Budget | 184,151 | 164,111 |
| UDESS | 178,163 | 171,660 |
| DELTA | -5,988 | 7,549 |
| DELTA (%) | -3.25% | 4.60% |

UDESS no logra corregir año en curso, pero permitió corregir el plan bianual al generar una secuencia alternativa que sí considera el relleno.



Ejemplo Práctico: Sub Level Stopping



Actividades

- Extracción de mineral
- Desarrollo Nivel

Restricciones

- Producción ≤ 4000 tpd
- Avance ≤ 24 metros



Conclusiones

- UDESS otorga gran VERSATILIDAD al definir problemas de agendamiento en minería, mediante el modelamiento utilizando
 - Actividades
 - Precedencias
 - Criterio optimizante del valor.
- Flexibilidad en su Función objetivo (costos, VAN, producción, tiempo mínimo)
- Dispone de interfaz gráfica simple. Puede conectarse con otros software para complementarlos.



UDESS – Agendador multipropósito para problemas de planificación minera

Muchas gracias por su atención

¿Consultas?



fcfm

Ingeniería de Minas
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



DELPHOS
Laboratorio de Planificación Minera

amtc
ADVANCED MINING TECHNOLOGY CENTER