



# Nuevas Metodologías Aplicadas a la Planificación Estratégica

José Eugenio Saravia  
María Angélica González

**3DEXPERIENCE®**

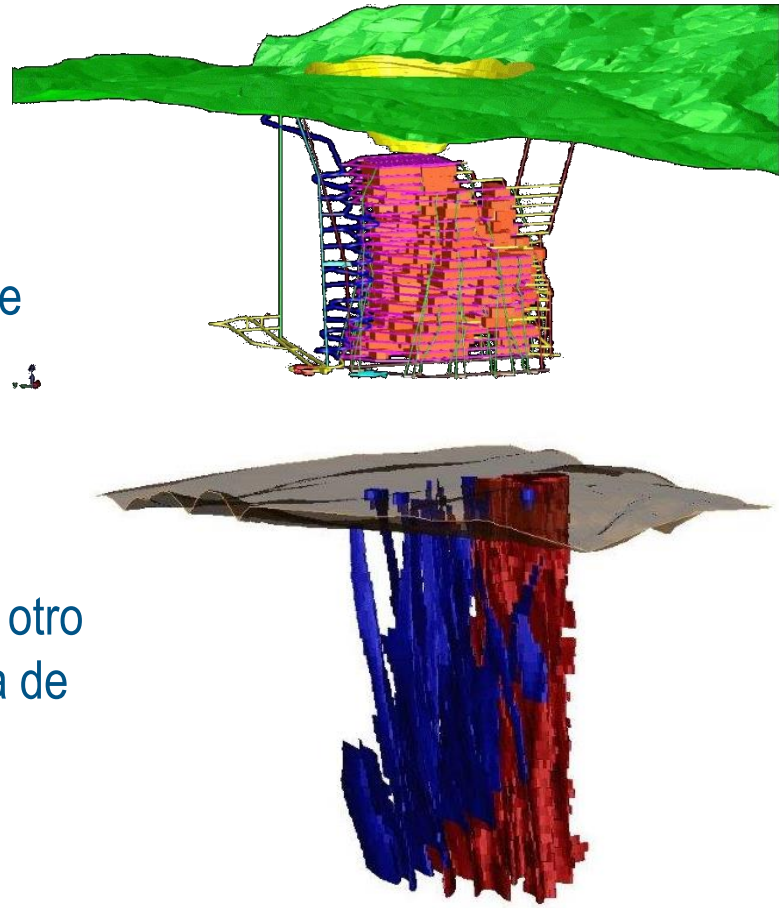
# ¿El huevo o la gallina?

- ▶ Qué es primero? El diseño o la secuencia...
  - ▷ Puedo secuenciar algo ya diseñado?
  - ▷ Puedo diseñar sin tener idea de la secuencia?
  - ▷ Qué problemas podría generar esto y que ganaría yo haciendo esto de manera diferente?



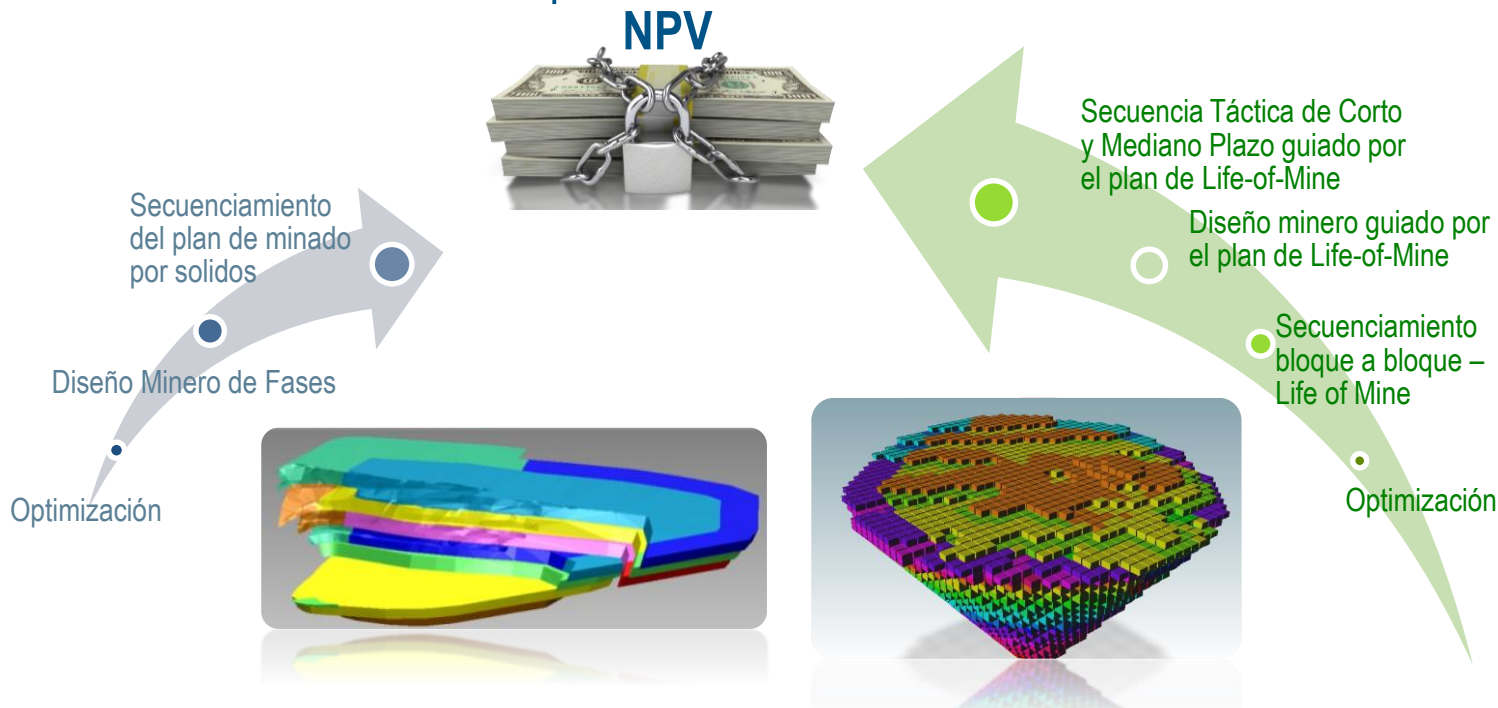
# Caso de Estudio

- ▶ Pórfido de Cu y Au, del cual sólo este último se estudió.
- ▶ Ubicación: Grecia
- ▶ Yacimiento cilíndrico (angosto y profundo)
- ▶ Se distingue un sector superficial de alta ley y otro profundo de mayor ley, separado por una área de baja ley.

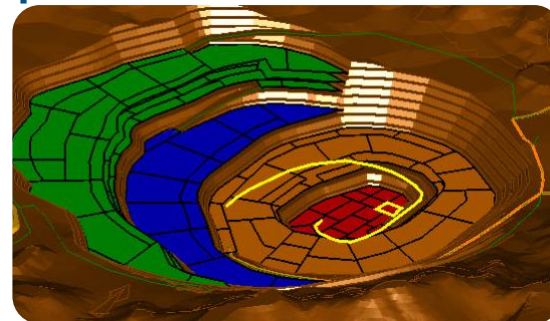
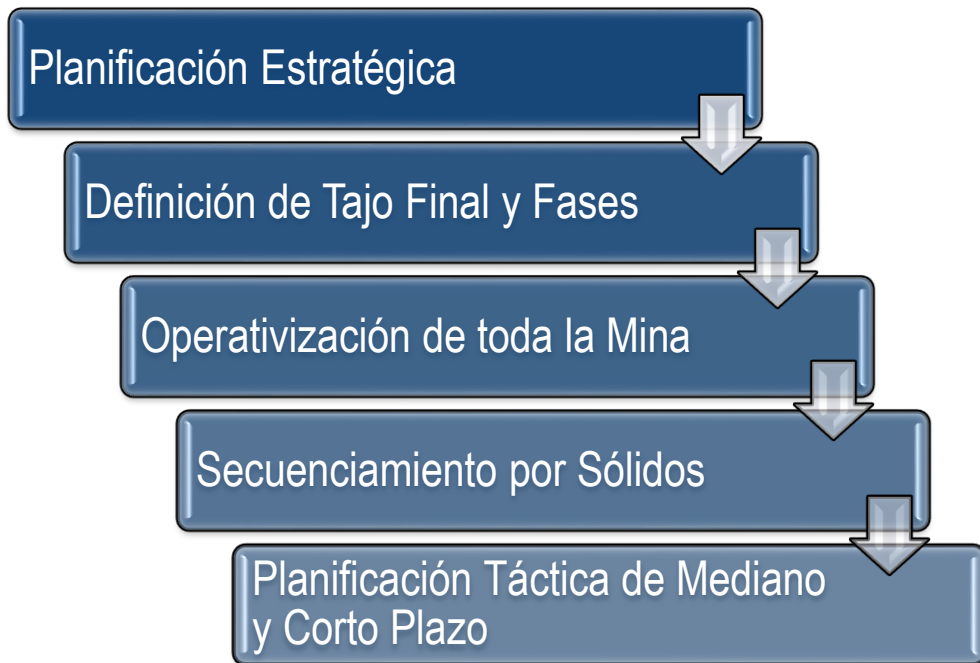


# Qué cambia en esta nueva metodología?

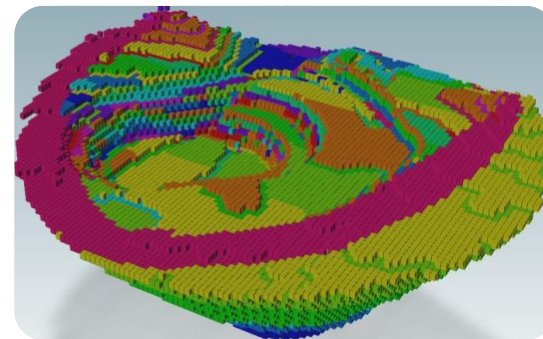
## Método Tradicional vs Método Propuesto



# Paradigma del Plan Secuenciado por Sólidos



*Cual de estos dos rajos tiene mayor grado de libertad para ser secuenciado?*



# Paradigma del Plan Secuenciado por Sólidos

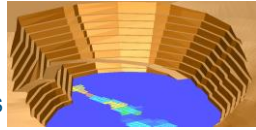
- ▶ ¿Qué problemas podemos generar con esta metodología?
  - ▷ Encapsulamiento de reservas.
  - ▷ Mala ubicación de las rampas.
  - ▷ Aumento de la distancia de transporte a la planta y a botaderos.
  - ▷ Peor ubicación o secuencia de los botaderos.
  - ▷ Mal dimensionamiento de los anchos operativos.
  - ▷ Incumplimiento de producción de fino por periodo.
  - ▷ **PÉRDIDAS** en el valor presente neto del proyecto.

# Plan Estratégico con Visión Táctica que Maximiza el NPV

## Flujo de Planificación Revisado

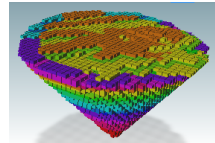
### DISEÑO OPERATIVO (Surpac)

- Diseño operativo
- Definición de rampas principales
- Áreas de acopio y botaderos



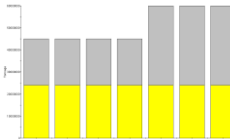
### SECUENCIAMIENTO ESTRATÉGICO OPERATIVO (MineSched)

- Secuencia bloque a bloque con periodos variables
- Más operativo que estratégico, pero con menor nivel de detalle



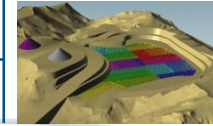
### SECUENCIAMIENTO ESTRATÉGICO ÓPTIMIZADO (Whittle)

- Milawa
- SPCO
- Mining Width



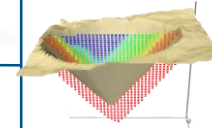
### SECUENCIAMIENTO TÁCTICO OPERACIONAL (MineSched)

- Restricciones operativas
- Objetivo de atender la producción y los KPI's operacionales



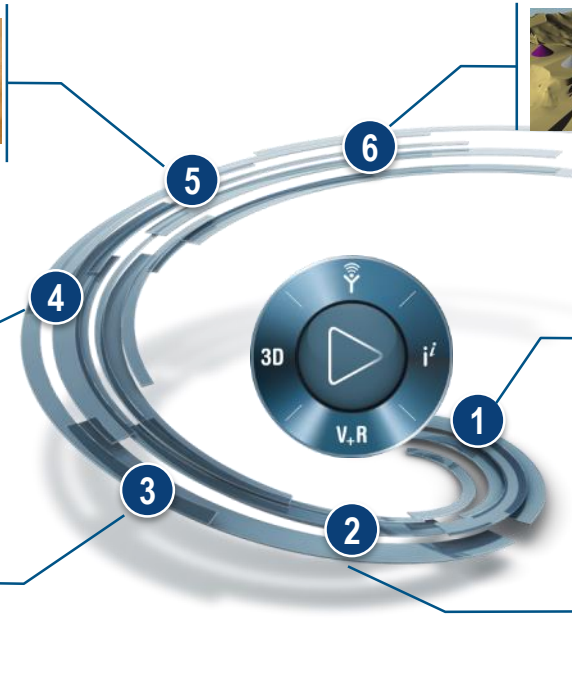
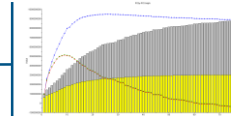
### OPTIMIZACIÓN (Whittle)

- Parámetros Económicos
- Parámetros Metalúrgicos
- Parámetros Operacionales



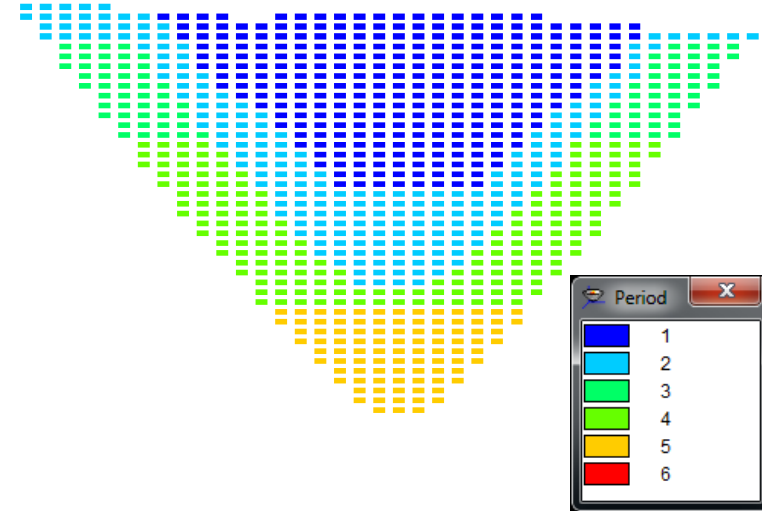
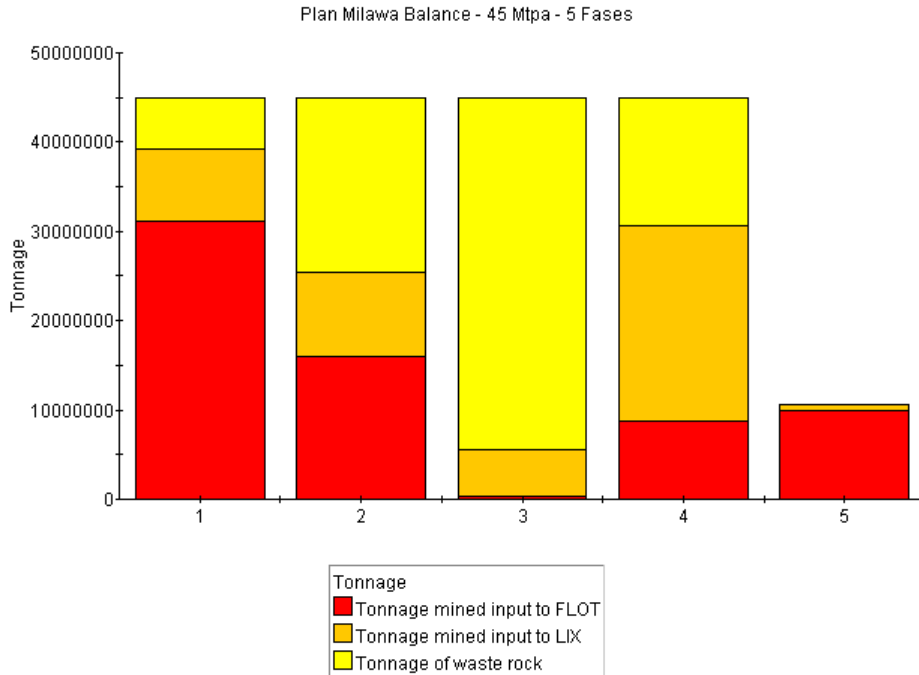
### SELECCIÓN DE FASES Y DEFINICIÓN DE PIT FINAL (Whittle)

- Selección de Fases que maximicen el VPN



# PLAN ESTRATÉGICO OPTIMIZADO

## Plan Fase Banco Libre - 45 Mtpa – 5 Fases

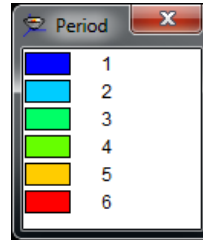
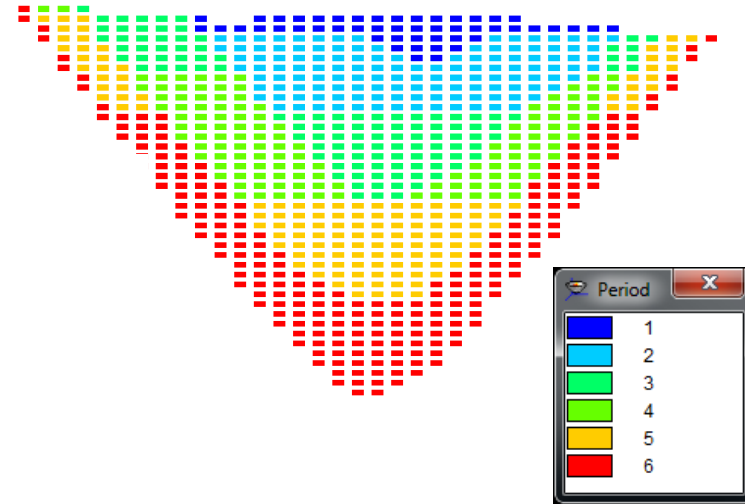
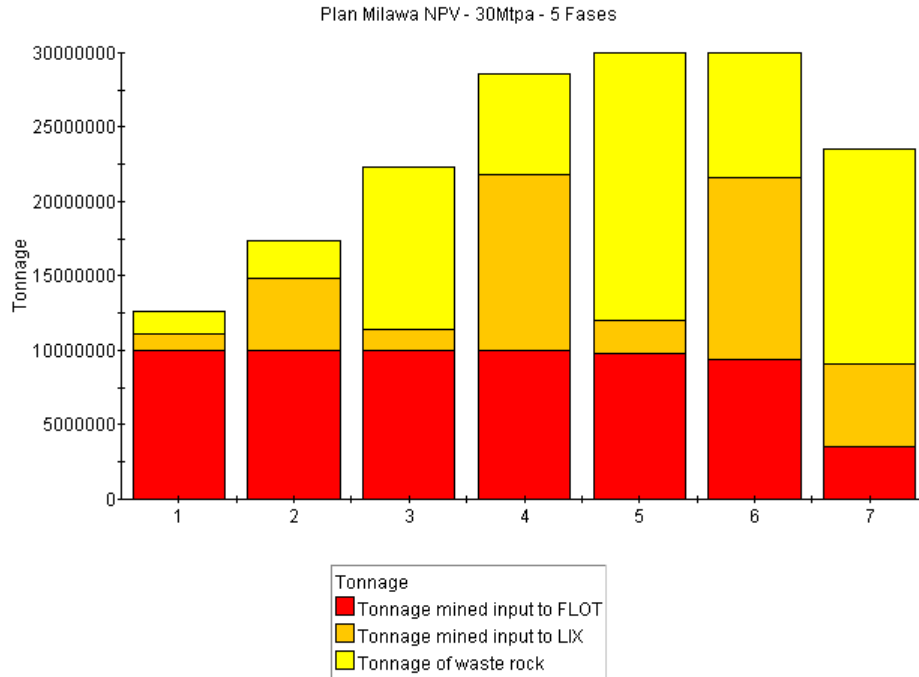


**NPV = 1.74 MUS\$**  
**LOM = 4.2 Años**



# PLAN ESTRATÉGICO OPTIMIZADO

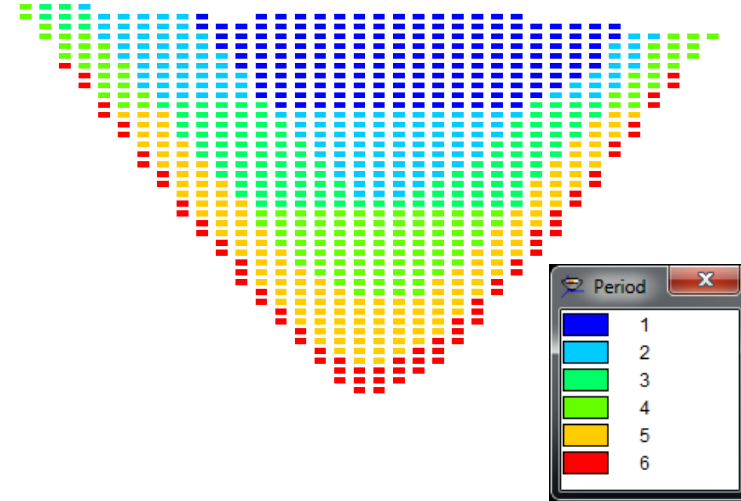
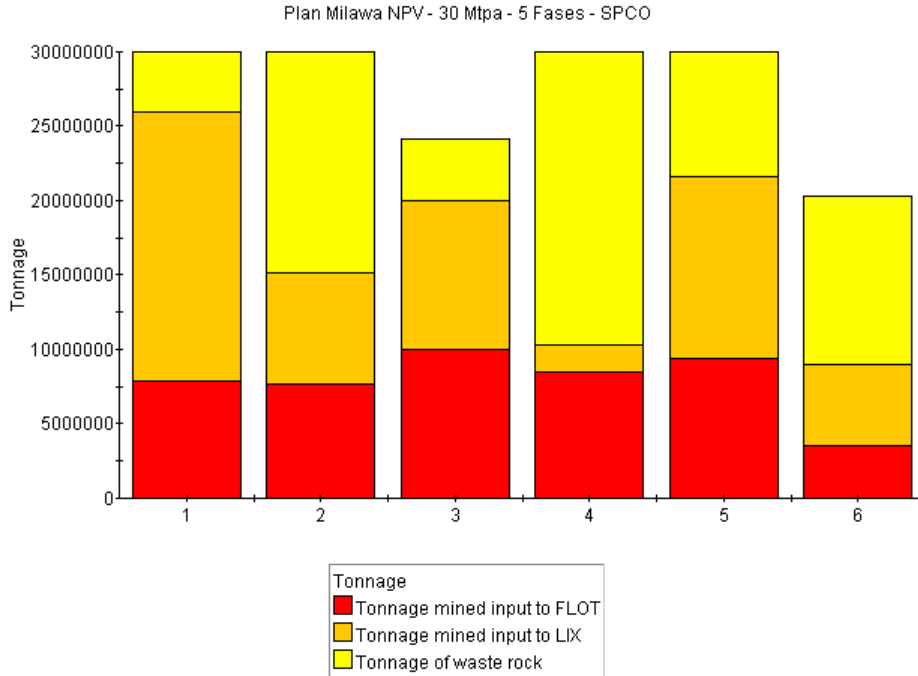
## Plan Milawa NPV - 30 Mtpa – 5 Fases



**NPV = 1.58 MUS\$**  
**LOM = 6.8 Años**

# PLAN ESTRATÉGICO OPTIMIZADO

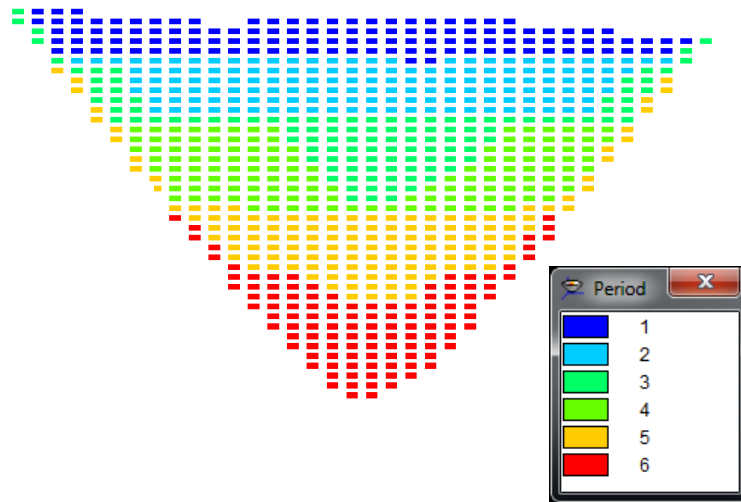
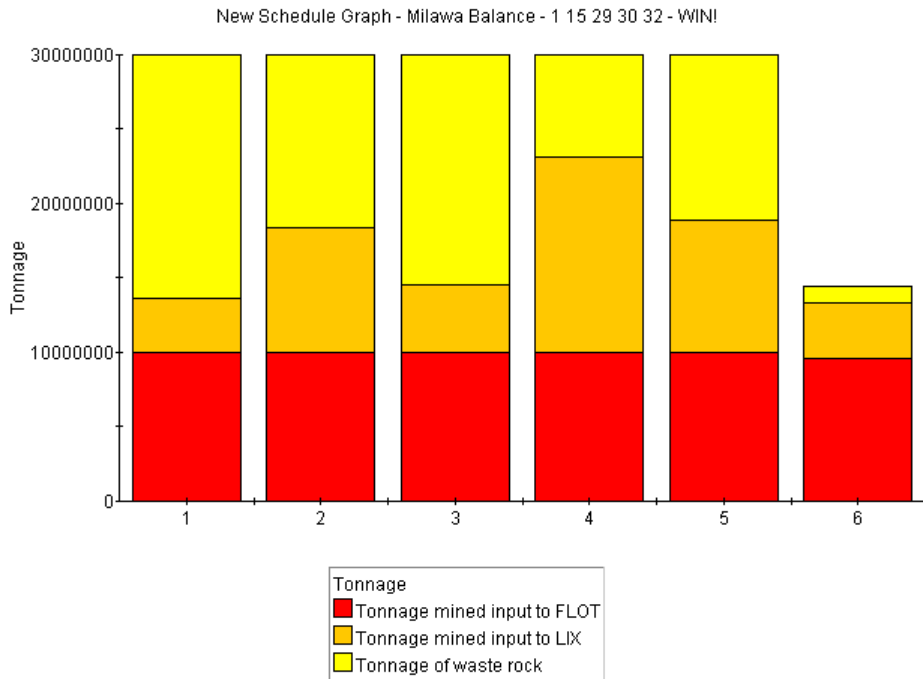
## Plan Milawa Balance - 30 Mtpa – 5 Fases



**NPV = 1.64 MUS\$**  
**LOM = 5.68 Años**

# PLAN ESTRATÉGICO OPTIMIZADO

## Plan Milawa Balance - 30 Mtpa – 5 Fases – SPCO (Estrategia de Ley de Corte)

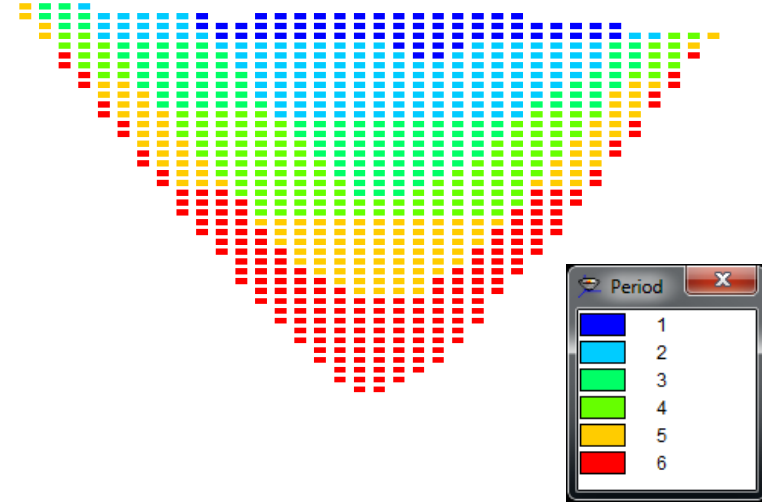
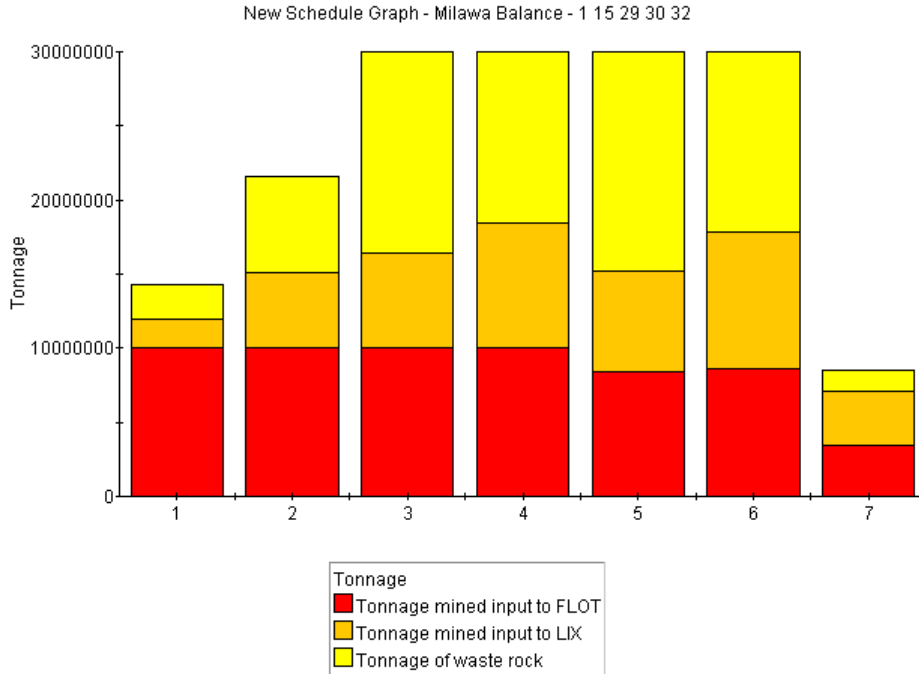


NPV = 1.53 MUS\$

LOM = 6.0 Años

# PLAN ESTRATÉGICO OPTIMIZADO

Plan Milawa Balance - 30 Mtpa – 5 Fases – SPCO (Estrategia de Ley de Corte) –  
Min Lead 8 (Mínimo de bancos entre fases)

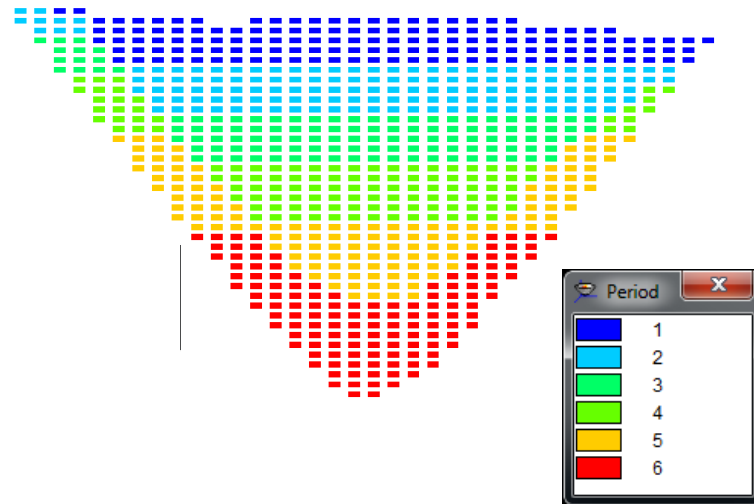
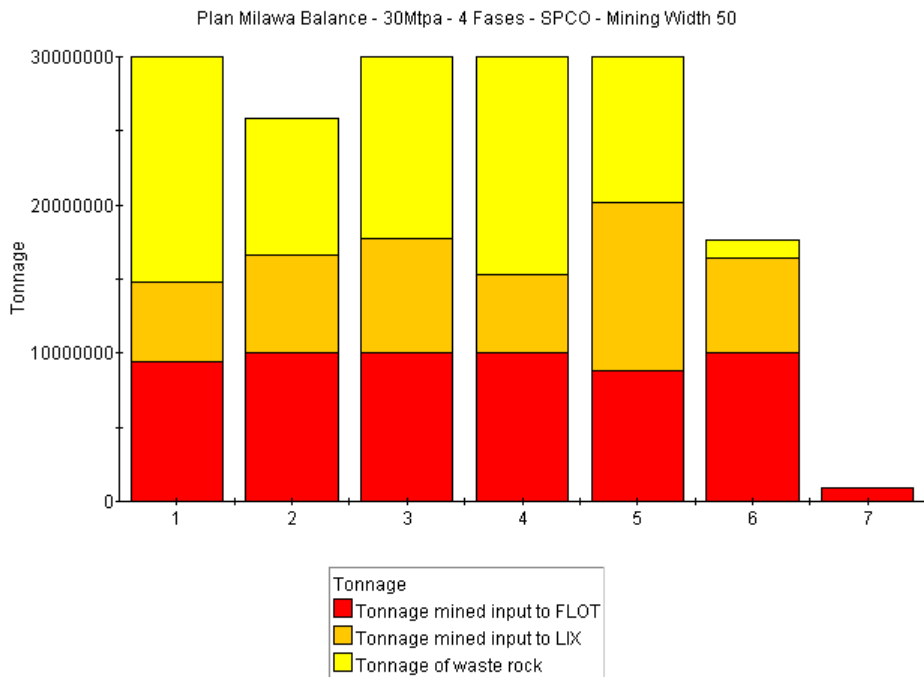


NPV = 1.57 MUS\$

LOM = 6.4 Años

# PLAN ESTRATÉGICO OPTIMIZADO

Plan Milawa Balance - 30 Mtpa – 5 Fases – SPCO (Estrategia de Ley de Corte) – Min Lead 8 (Mínimo de bancos entre fases) - Mining Width (Anchos operativos de 50m)

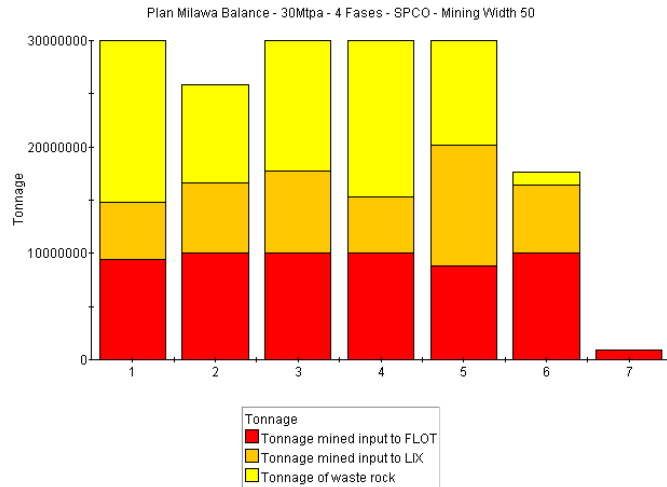


NPV = 1.52 MUS\$  
LOM = 6.1 Años

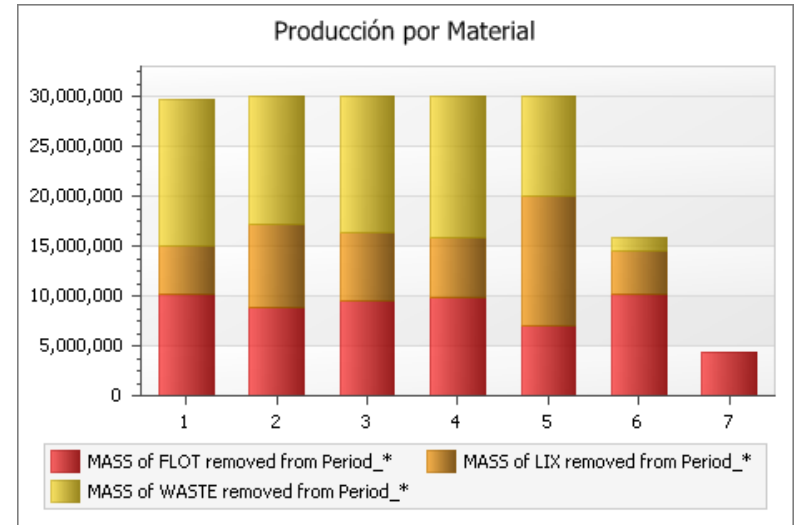
# Plan Óptimo vs Plan Táctica

## Validación del Plan de la Producción

### Whittle



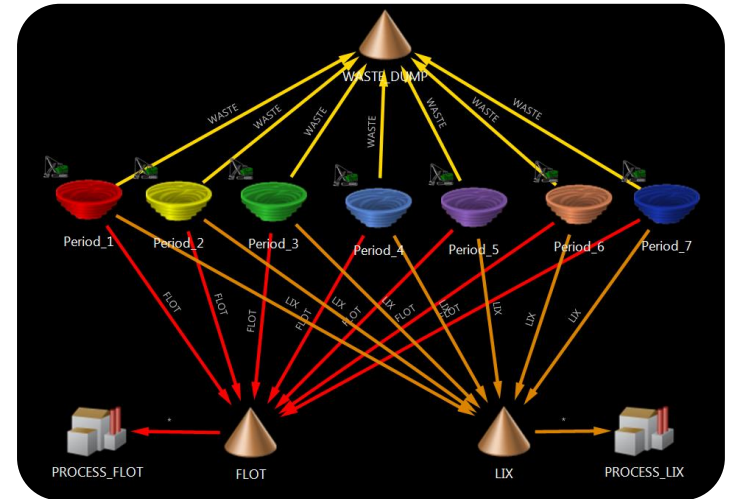
### MineSched



# Como es Hecha la Selección de Bloques del Secuenciador

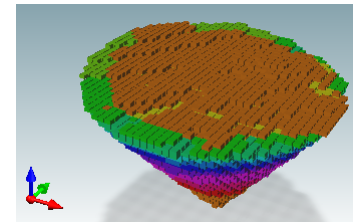
Que parámetros usa el secuenciador que entrega el Optimizador

- ▶ Considera el destino de los bloques definido por el optimizador: FLOT, LIX y WASTE
- ▶ Replica las tasas de capacidad máxima de plantas y movimiento mina
- ▶ Relación de materiales, REM.
- ▶ Ancho operativo mínimo.
- ▶ Número máximo de fases simultáneas
- ▶ Dos algoritmos heurísticos con proporción definida por el usuario (Optima y Extrema)

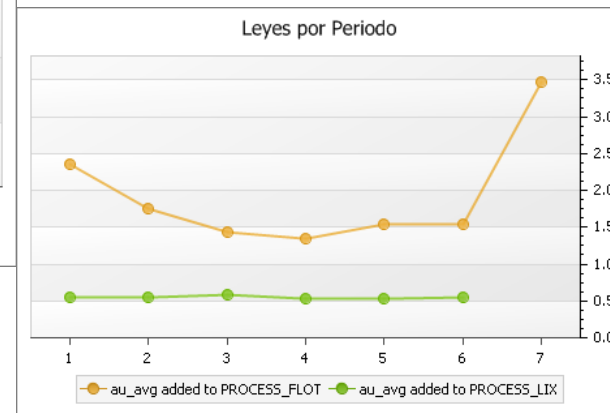
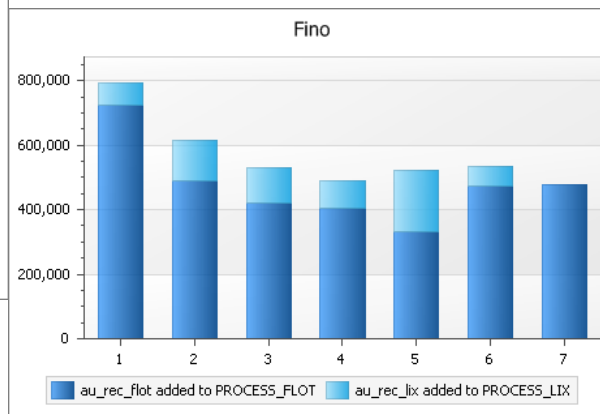
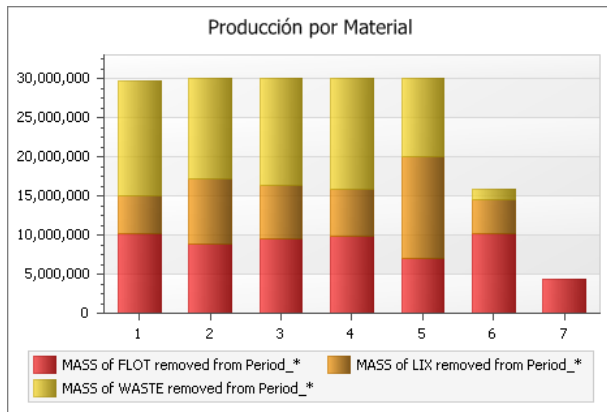


# Plan Anual (1 año)

## SECUENCIAMIENTO ESTRATÉGICO OPERATIVO



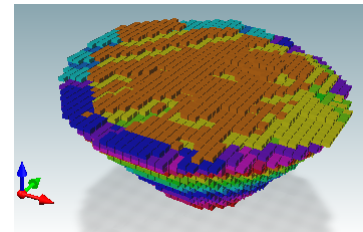
Duración de la corrida = 1:04 min



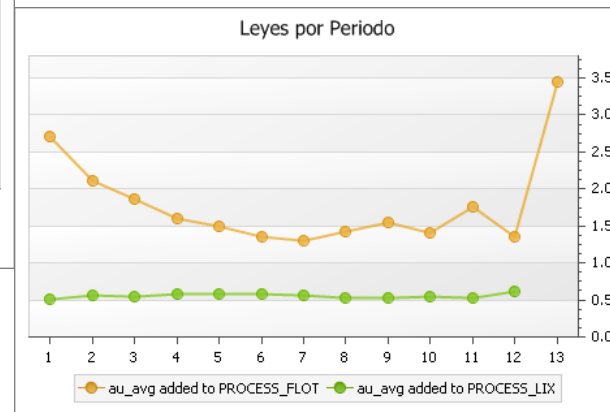
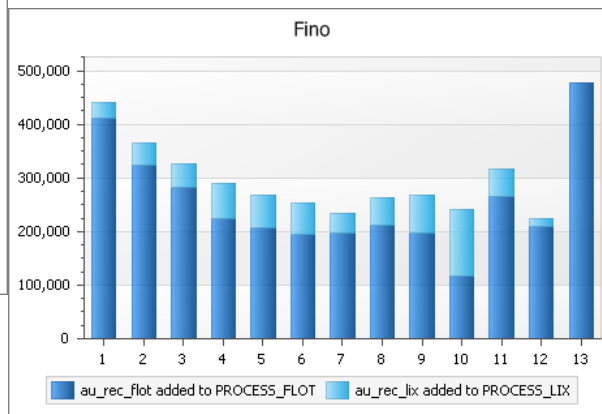
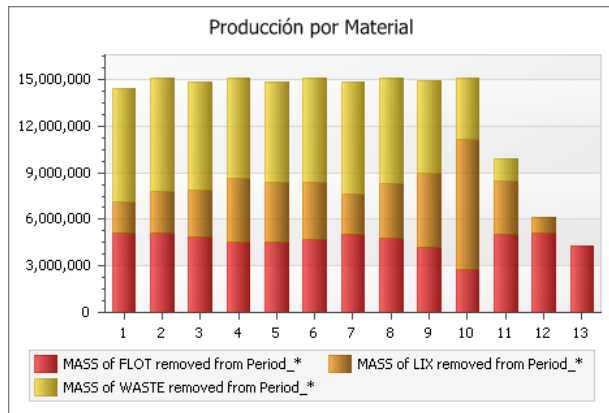


# Plan Semestral (6 m)

## SECUENCIAMIENTO ESTRATÉGICO OPERATIVO

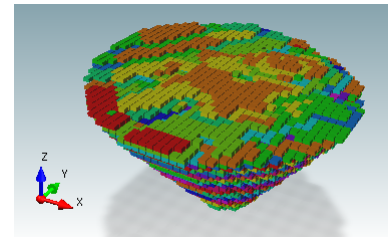


Duración de la corrida = 1:13 min

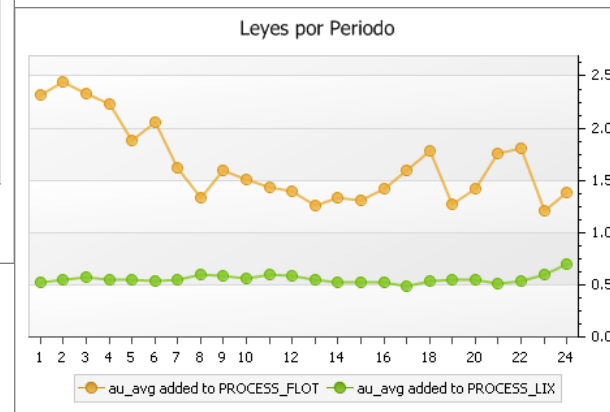
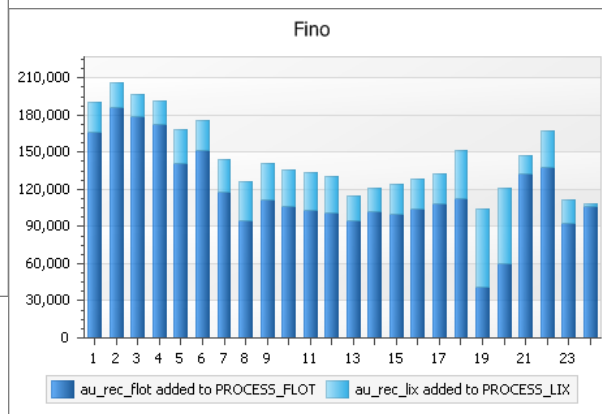
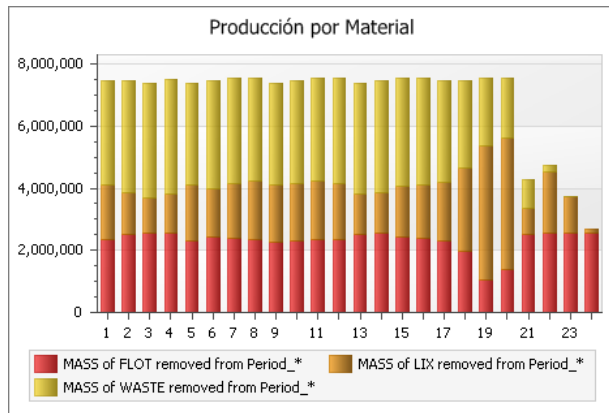


# Plan Trimestral (3 m)

## SECUENCIAMIENTO ESTRATÉGICO OPERATIVO

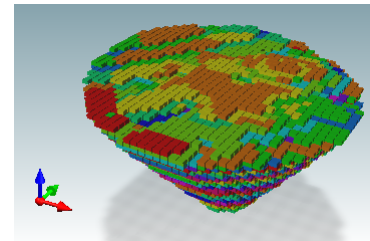


Duración de la corrida = 1:22 min

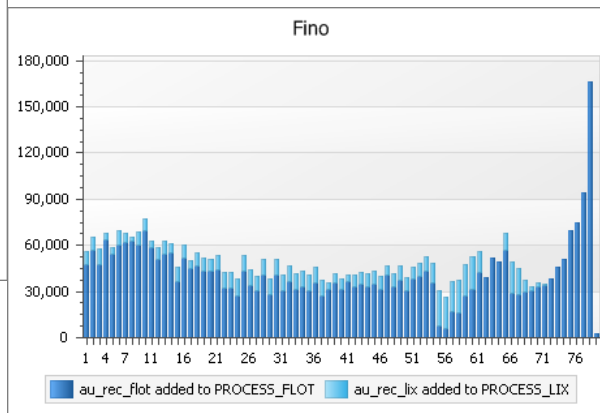
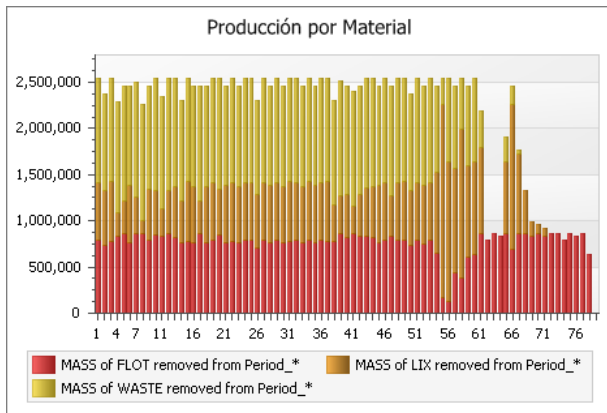


# Plan Mensual (1 m)

## SECUENCIAMIENTO ESTRATÉGICO OPERATIVO



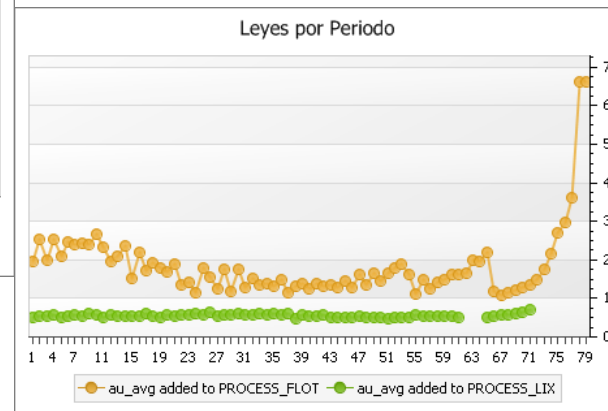
Duración de la corrida = 1:40 min



Puedo marcar el modelo de bloques con el periodo que el bloque será minado para guiar el **diseño operativo**, esto dependerá del tamaño de la mina, mensual, semestral o anual

Detalle del Flujo de Caja	MUS\$
Revenue Descontado	3.64
Costo de Mina Descontado con MCAF	1.00
Costo de Proceso Descontado	1.07
NPV	1.57
Life-of-Mine	6.58

Valor Whittle  
NPV = 1.52 MUS\$  
LOM = 6.1 Años



# Conclusiones

- ▶ Se ha demostrado **la utilidad** de esta metodología, ya que:
  - ▷ **Entrega una variable adicional** (período) al diseñador, la cual aporta información a su trabajo, haciendo que sea mas fácil, rápido y asertivo.
  - ▷ **Anticipación** a la ocurrencia de problemas que podrían ocurrir en la vida de la mina.
- ▶ **Acortar** la distancia entre el plan estratégico y el táctico de forma rápida y fácil.
- ▶ Aumentar **el grado de libertad** del secuenciador.

# Que Viene Después?

## Dassault Systemes Geovia - Isight

- ▶ Múltiples Variables
  - ▷ Ilimitado número de variables
- ▶ Multiples Softwares
  - ▷ MATLAB
  - ▷ Excel
  - ▷ Abaqus
  - ▷ Dassault Systemes GEOVIA
- ▶ Diversos Métodos de Simulación
  - ▷ Design of experience
  - ▷ Monte Carlo
  - ▷ Seis Sigma
  - ▷ Target Solver

# Como Generar un Plan aún mas Robusto y Sostenible

