



amec
foster
wheeler

Crterios y Resultados de un Estudio de Orientación y Diagnóstico para un Proyecto de Exploración

Taller “De la Exploración de Minerales al Estudio de Perfil o Diagnóstico”



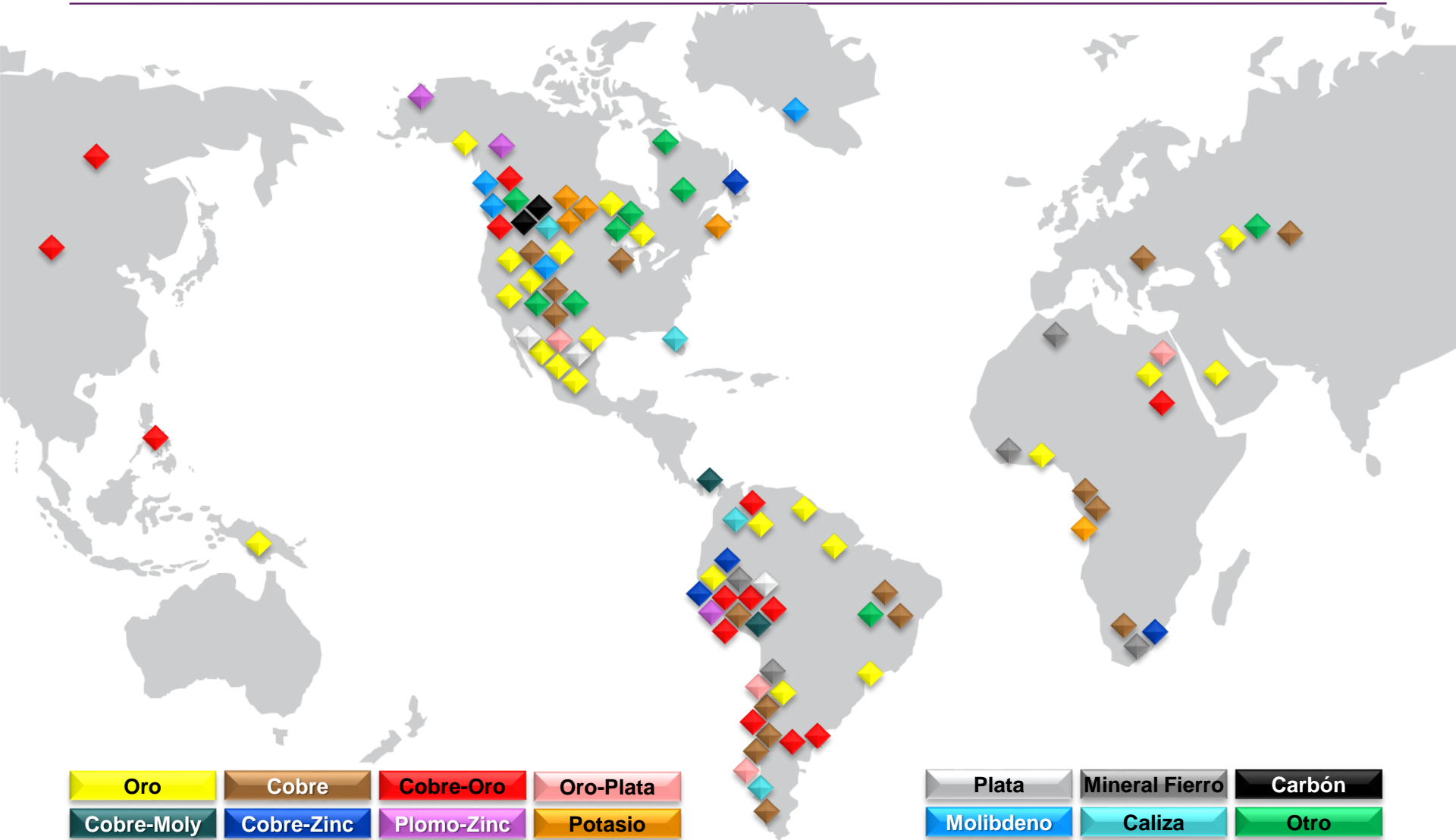


Agenda

1. Introducción
2. Objetivos de una Campaña de Exploración
3. Objetivos y de un estudio de Evaluación de Diagnóstico
4. Características de un Estudio de Diagnostico
5. Metodología y Desarrollo de la Evaluación
6. Caso de Estudio - Desarrollo
7. Resultados
8. Conclusiones y Recomendaciones

Experiencia Amec Foster Wheeler

Planificación Minera Proyectos de los últimos 6 años



Introducción

Características de un Proyecto Minero



Alto Riesgo



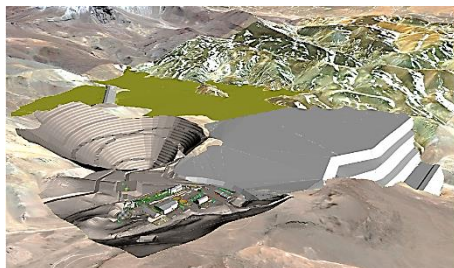
Grandes
volúmenes
de inversión



Prolongado
lapso de
retorno de la
inversión



Etapas de Vida de un Proyecto Minero



Exploración

- Prospección
- Exploración

Factibilidad

- Ing. Perfil (SS – PEA)
- Ing. Conceptual (PFS)
- Ing. Básica (FS)

Construcción

- EPCM
- Puesta en Marcha

Producción

- Ramp-up
- Mejora continua



Objetivos de una Campaña de Exploración

- ▶ Identificar y delinear anomalías
- ▶ Definir el cuerpo mineralizado en categorías creciente de precisión
- ▶ Incrementar los recursos de un depósito conocido
- ▶ Identificar la distribución espacial de las leyes (altas y bajas leyes)
- ▶ Medición de parámetros preliminares (densidad, geometalurgia, geotecnia)
- ▶ Descartar áreas no mineralizadas (condenación)
- ▶ Obtener un proyecto minero (rentable - vendible)



Objetivos de un Estudio de Diagnóstico

- ▶ Cuantificar los recursos recuperables a través de algún método de explotación
- ▶ Orientación de los programas de exploración
- ▶ Evaluar y analizar económicamente el proyecto.
- ▶ Alternativas de minado y procesamiento del mineral
 - ▶ Rajo abierto, subterránea o ambos
 - ▶ Análisis de leyes e impacto de la ley de corte
 - ▶ Potencial ritmo de producción
 - ▶ Explotación masiva o selectiva
 - ▶ Estudios de alternativas (trade-offs)



Características de un Estudio de Diagnóstico

- ▶ Calidad de la información complementaria deficiente
 - ▶ Topografía
 - ▶ Geomecánica
 - ▶ Hidrogeología
 - ▶ Límites de propiedad

- ▶ Pocos recursos asignados
 - ▶ No inclusión de este tipo de estudios en el presupuesto de exploración
 - ▶ Estudios con poco presupuesto

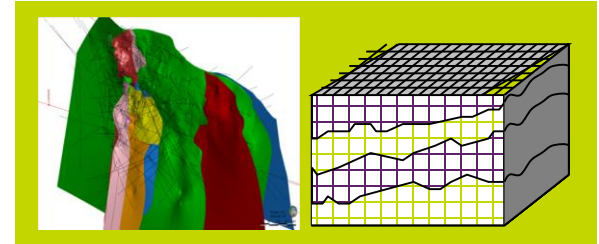
- ▶ Acotado tiempo de ejecución
 - ▶ Estudios rápidos y enérgicos
 - ▶ Análisis y conclusiones simultáneas

- ▶ Equipo de trabajo reducido
 - ▶ Equipo multidisciplinario basado en minería y metalurgia/procesos.
 - ▶ Capacidad para hacer estimaciones con poca información y en corto tiempo
 - ▶ Experiencia en este tipo de estudios y flexibilidad para el planteamiento de alternativas

Metodología de Evaluación

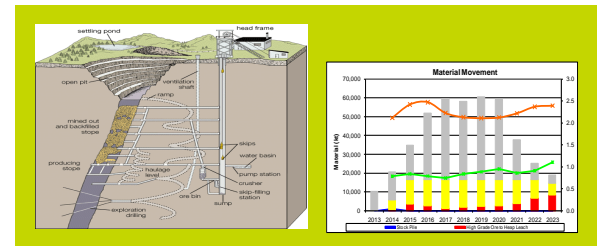
Geología – Recursos Minerales

- ▶ Medidos / indicados / Inferidos
- ▶ Límites de mineralización



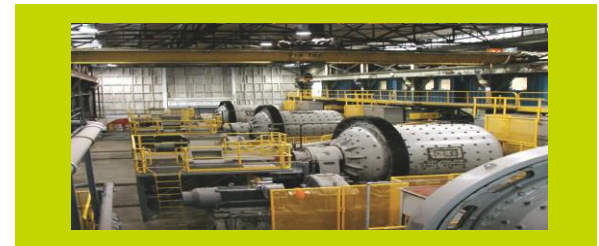
Minería – Método de Explotación

- ▶ Factibilidad técnica de una estrategia de minado
- ▶ Volumen de recursos recuperables
- ▶ Mecánica de rocas



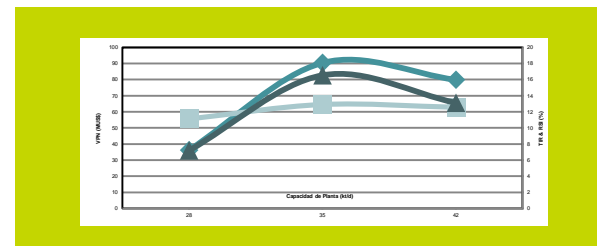
Metalurgia Y Procesamiento de Minerales

- ▶ Caracterización metalúrgica del mineral (elemento de beneficio e impurezas)
- ▶ Método de procesamiento del mineral



Evaluación Económica

- ▶ Indicadores económicos (CAPEX, OPEX, VAN, TIR, IVAN, etc.)
- ▶ Sensibilidades y análisis de riesgo.



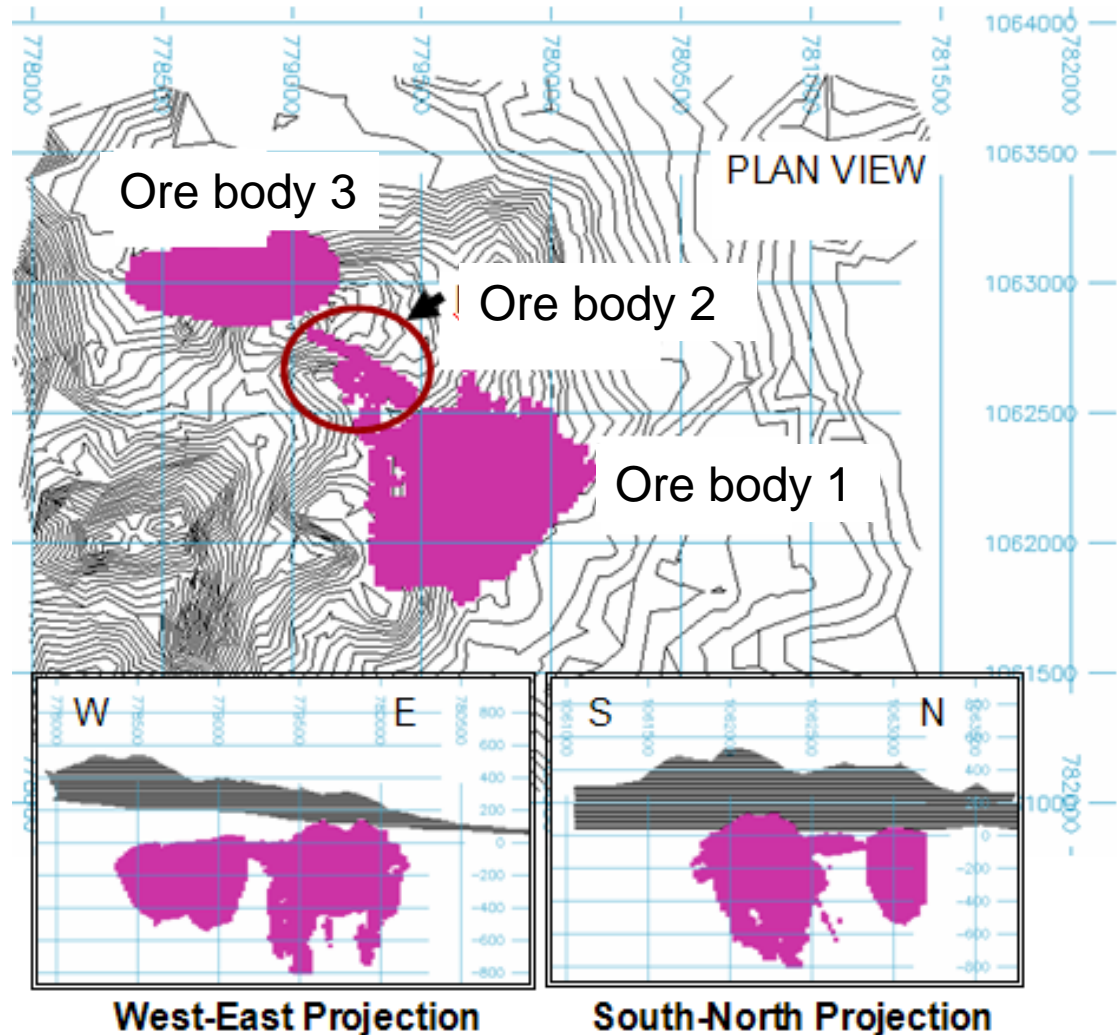
Caso de Estudio - Desarrollo

Características Generales

- ▶ Deposito de pórfido de Cu y Au
- ▶ Se identifican tres cuerpos Mineralizados
- ▶ OB2 y OB3 con bajo nivel de perforaciones

Objetivos

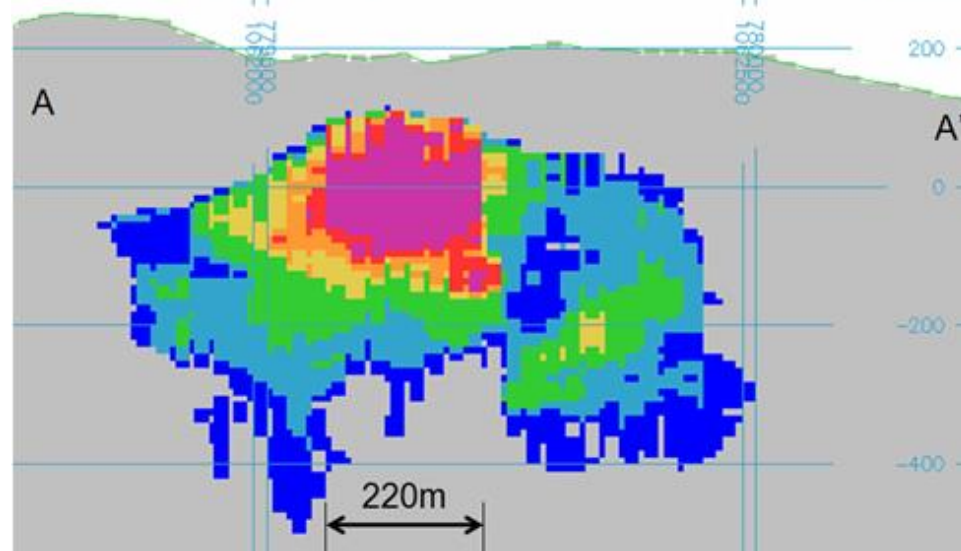
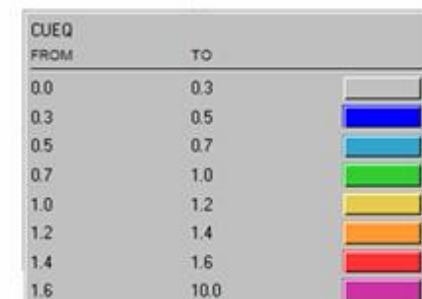
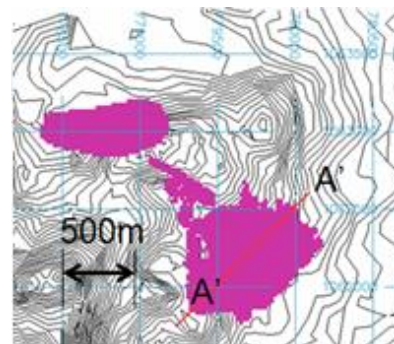
- ▶ Llevar a delante un estudio de orientación para determinar el método de explotación de los cuerpos mineralizados (OP/UG)
- ▶ A través de un estudio de diagnostico estimar el valor del proyecto basado en recursos Indicados (OB1)





Recursos Disponibles

Cut-off 0.5% CuEq		Toneladas (Mt)	Cu (%)	Au (g/t)	CuEq (%)
Óxido	Indicado	110	0.6	1.0	1.2
	Inferido	23	0.4	0.4	0.7
	Total	133	0.6	0.9	1.1
Sulfuro	Indicado	41	0.5	0.7	0.9
	Inferido	43	0.4	0.5	0.7
	Total	85	0.4	0.6	0.8
Total	Indicado	151	0.6	0.9	1.1
	Inferido	66	0.4	0.5	0.7
GRAN TOTAL		217	0.5	0.8	1.0



Cuerpo	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
OB 1	800	600	750
OB 2	480	100	120
OB 3	300	800	530

Principales Supuestos

Método de Procesamiento de Mineral

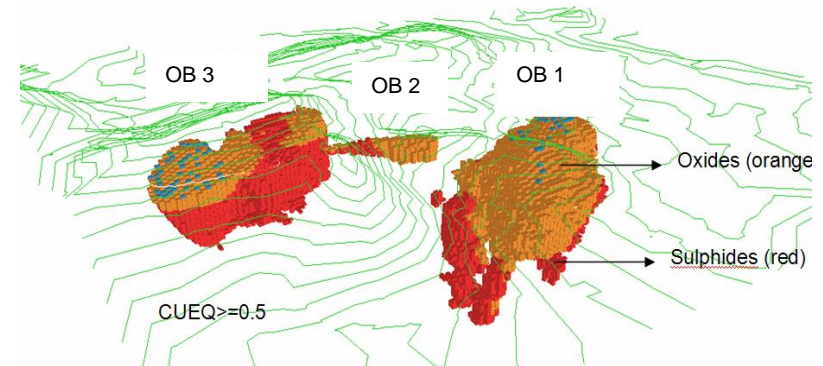
- ▶ Oxido: Lixiviación + SX/EW
- ▶ Sulfuro: Concentración + Fundición

Recursos

- ▶ Solo considerar Recursos Indicados

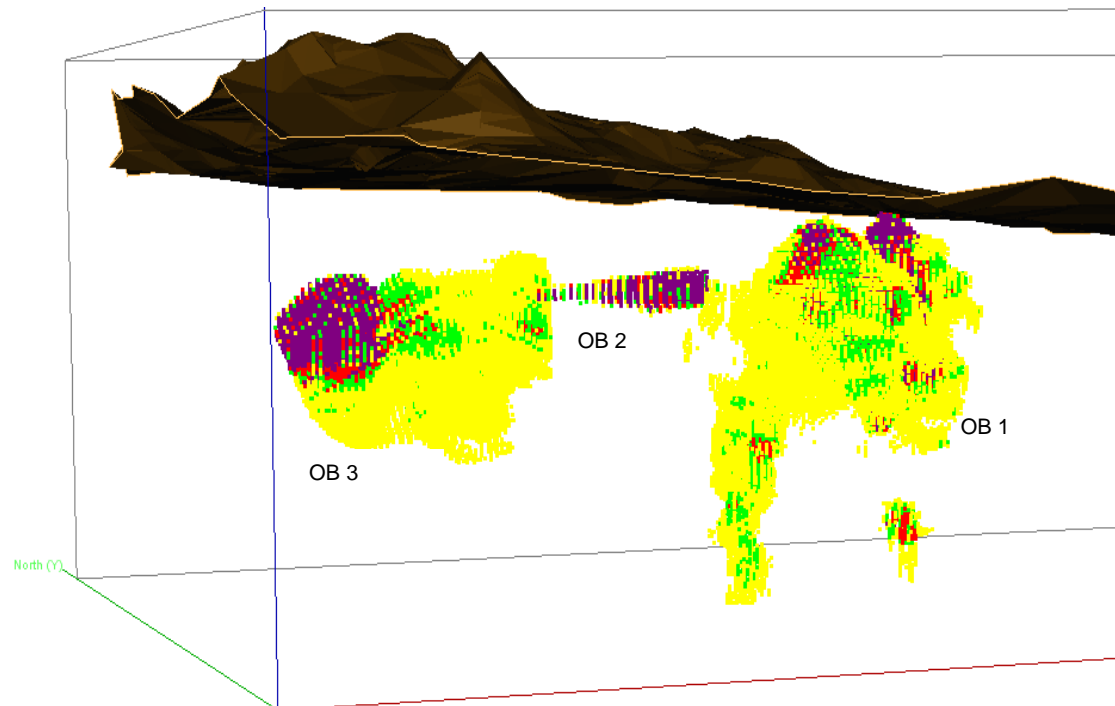
Costos de Operación y Venta

- ▶ Valores referenciales, obtenidos desde bases de datos y/o benchmarking

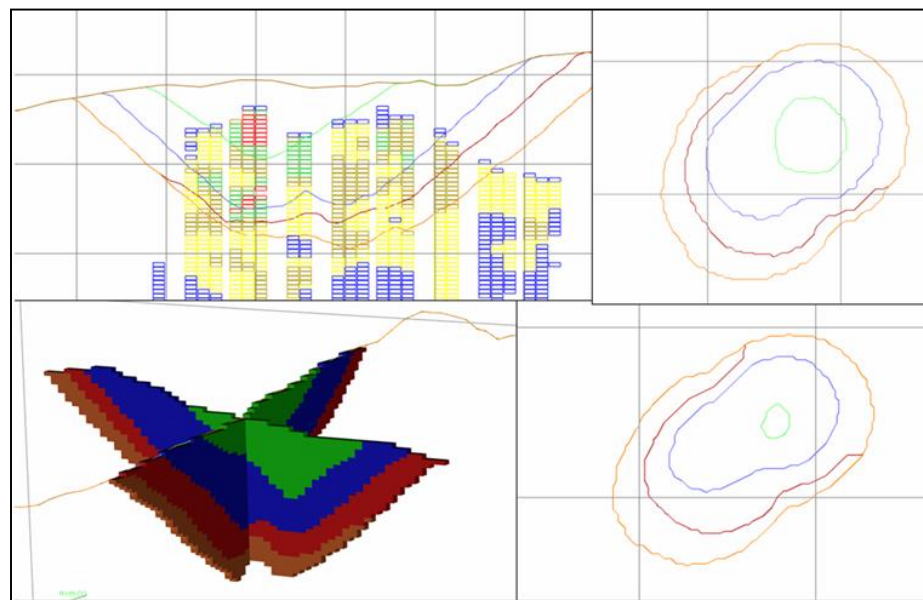


Método de Explotación

- ▶ OB 1: Rajo Abierto o Block Caving
- ▶ OB 2: Sub-Level Caving (no rajo abierto)
- ▶ OB 3: Block Caving (no rajo abierto)



Rajo Abierto (OB1)

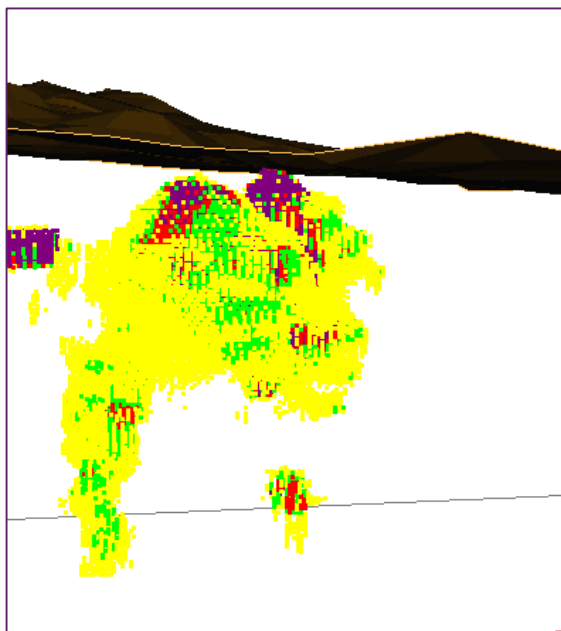


Fase	Roca Total (Mt)	Mineral (Mt)	REM	Mineral a Conc. (Mt)	Ley Cu a Conc. (%)	Ley Au a Conc. (g/t)	Mineral a Lixiviación (Mt)	Ley CuS a Lixiviación (%)
1	29	4	7.1	4	1.6	3.4	0	0.3
2	101	23	3.4	22	0.8	1.3	1	0.3
3	96	19	4.1	18	0.7	1.1	1	0.3
4	84	19	3.5	18	0.6	1.0	1	0.3



Minería Subterránea (OB1)

Nivel del Producción



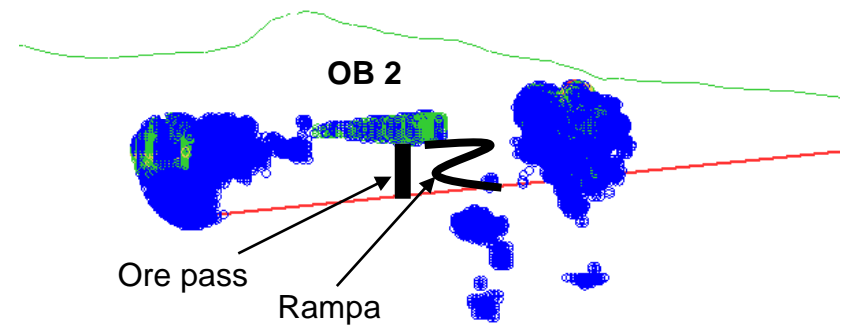
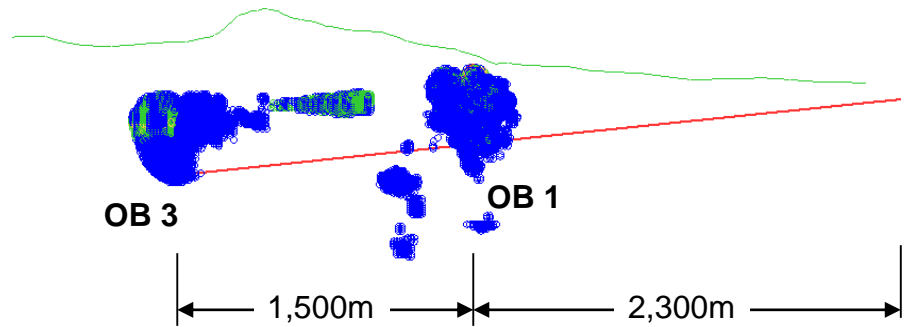
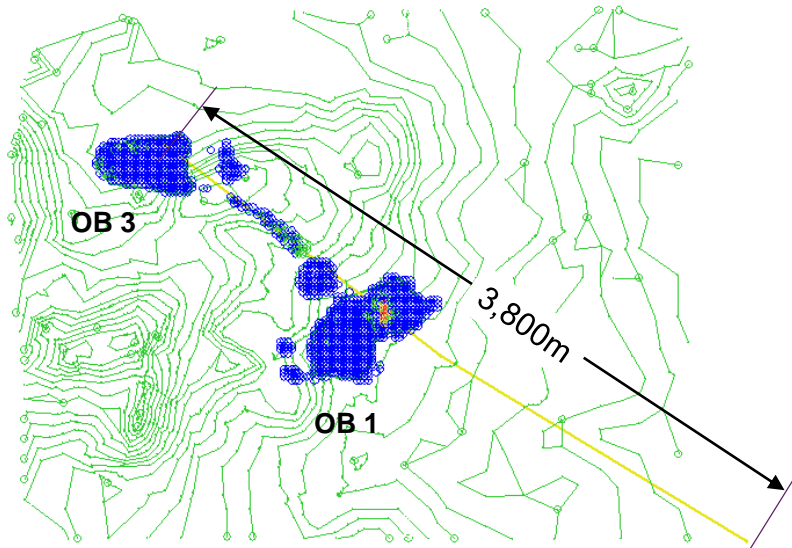
Nivel	Beneficio Total (después de costos de operación) Millones de US\$
-160	478
-180	482
-200	481
-220	482
-240	473
-260	460
-300	417

Nivel	Área Base (m ²)	Altura de Columna (m)	Mineral (Mt)	Ley Cu (%)	Lay Au (g/t)
-240	94,400	295	60	0.6	0.9



Accesos y Nivel de Producción UG

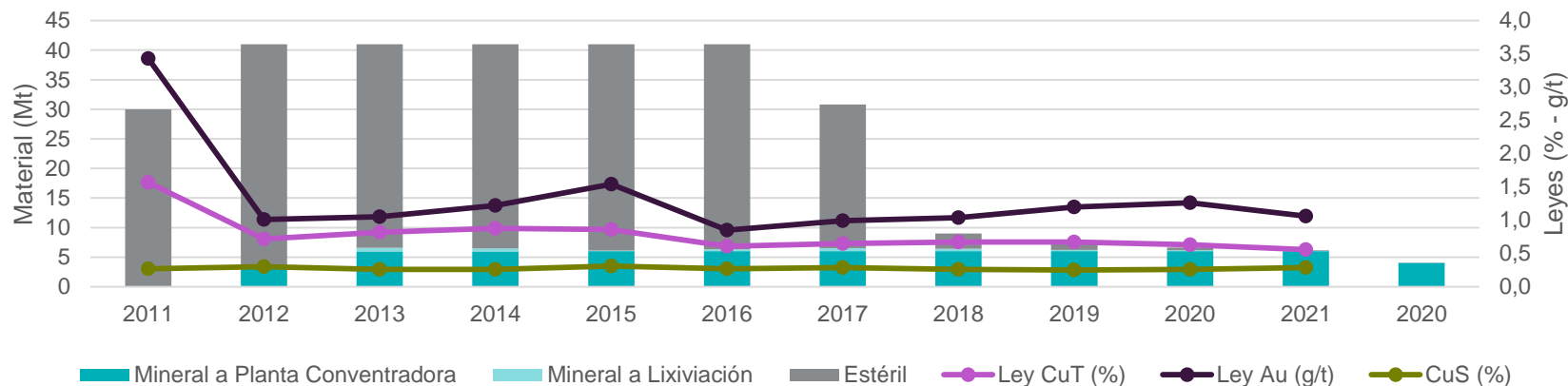
Posible túnel de extracción, 10% de pendiente.



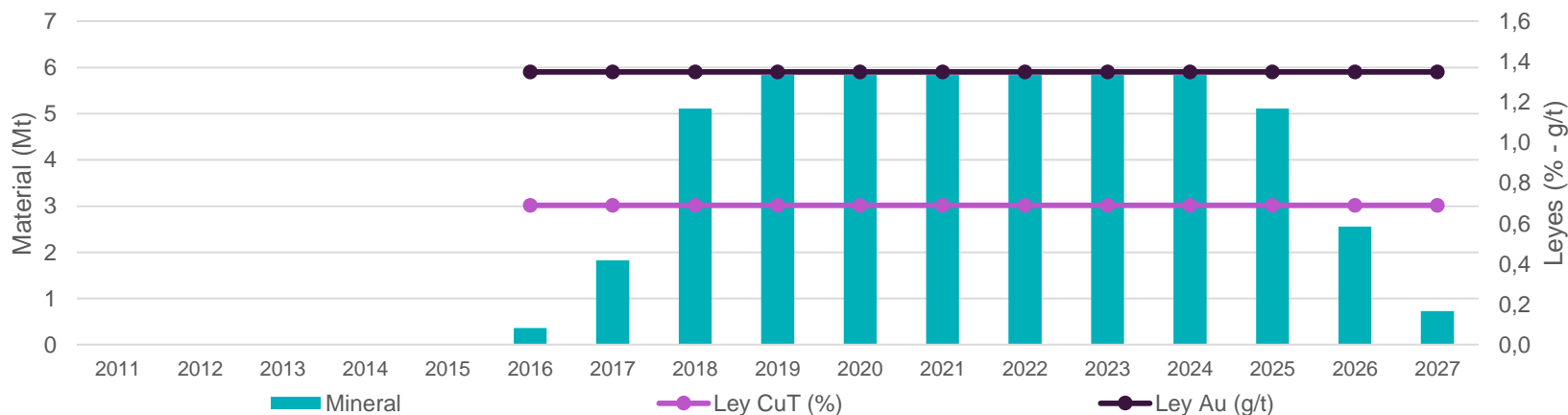


Planes de Producción de OB1

Alternativa Rajo Abierto



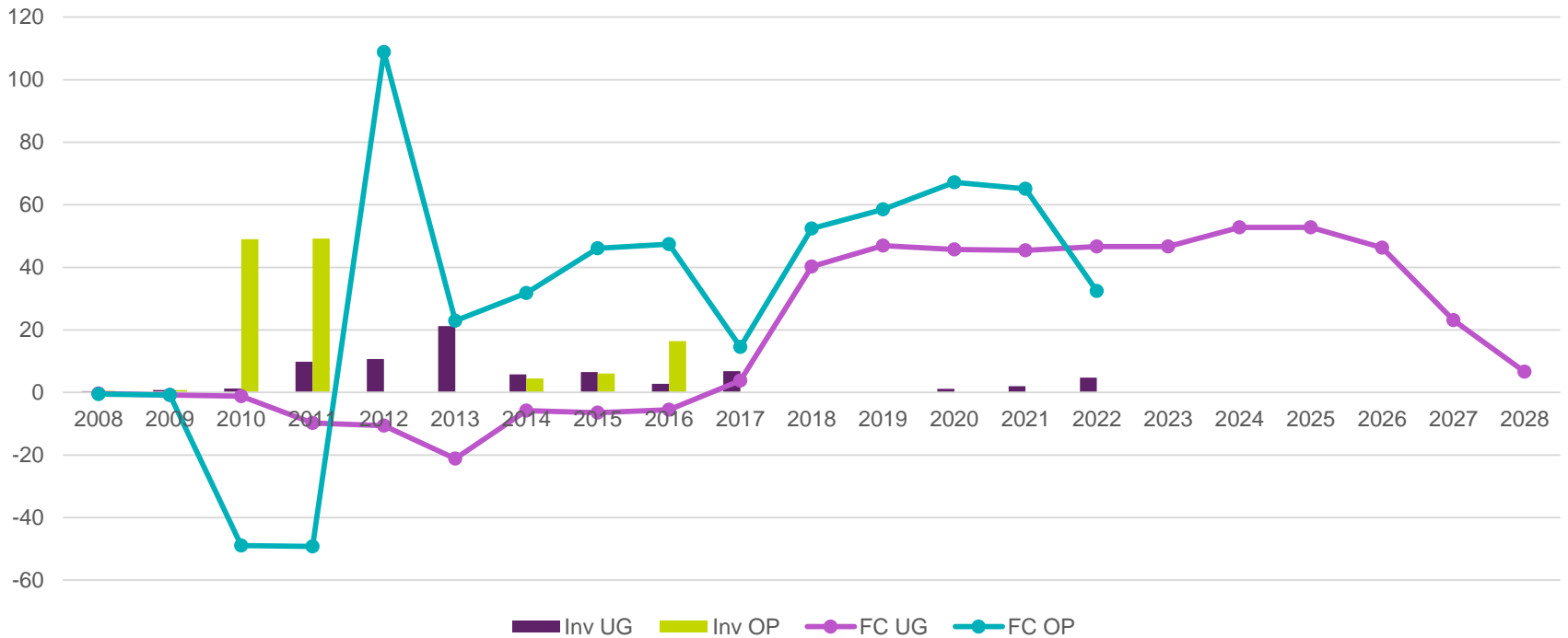
Alternativa Subterráneo (BC)





Resultados

Flujo de Caja



NPV opción de rajo abierto: **US\$154 millones**,
NPV opción de block caving: **US\$66 millones**.

Conclusiones y Recomendaciones

- ▶ Los resultados económicos, tanto para la opción de rajo abierto como subterránea, son bajos para cubrir la inversión de una planta de procesamiento.
- ▶ Es posible llevar a delante solo un método de explotación para OB1.
- ▶ Aplicando el algoritmo de Lerchs-Grossman, el límite de pit final de OB1 es muy sensible cuando compite con el costo de minado por subterráneo (método de análisis en Whittle 4-X)
- ▶ En términos económicos, es más atractivo explotar el cuerpo OB1 mediante rajo abierto.
- ▶ Bajo las condiciones económicas actuales (al momento de realizar el estudio), OB2 y OB3 no se presentan atractivas para ser explotadas por método de rajo abierto.
- ▶ La opción de block caving para OB1, deja abierta la posibilidad para explotar de forma subterránea los cuerpos OB2 y OB3.
- ▶ Si bien, para OB1 la opción block caving es menos atractiva, es recomendable volver a analizar esta opción, cuando los cuerpos OB2 y OB3 posean una mayor densidad de sondajes. (Sinergia entre métodos de explotación - infraestructura).
- ▶ Se recomienda seguir realizando sondajes, aumentando la densidad de muestreo en los cuerpos OB2 y OB3.



amec
foster
wheeler