

Proyecto MI5120

Profesor: Javier Santibáñez B.

Auxiliar: Joaquín Córdova C.

Ayudantes: Roberto Acuña G.

22 de agosto de 2023

1. Generalidades

Usted es parte del equipo de planificación de la Compañía que se encuentra estudiando la factibilidad del proyecto minero “Juanita”, el cual consiste en la explotación de un yacimiento polimetálico ubicado en la Región de Atacama, en un sector donde la topografía es horizontal. La calidad del macizo rocoso varía entre 30 a 70 según el Rock Mass Rating, con una categoría principal de clase 3 (Media).

Su equipo debe evaluar técnica y económicamente la ejecución del proyecto de explotación de una mina de Block Caving, sustentado en un plan de producción y un programa de obras de desarrollo de la mina.

Como antecedentes tienen disponible el archivo “MB_Juanita.txt” el cual consiste en un modelo de bloques con los siguientes atributos:

- X: coordenada este del centroide [m].
- Y: coordenada norte del centroide [m].
- Z: cota sobre el nivel del mar del centroide [m].
- RESCAT: categoría del recurso (1: Medido, 2: Indicado, 3: Inferido).
- ROCKTYPE: tipo de roca (0: Aire, 1: Estéril, 2: Mineral).
- DENSITY: densidad del bloque [t/m^3].
- CU: ley de cobre [%]
- AU: ley de oro [ppm]
- AG: ley de plata [ppm]
- MO: ley de molibdeno [%]

También se le hace entrega de la topografía (“Topo.dm”) para el diseño de las obras.



El área corporativa de finanzas ha definido los siguientes parámetros económicos para el precio de los principales elementos de interés.

Tabla 1: Precio y costo de venta

Elemento	Precio	Costo venta	Unidad
Cu	3.5	0.5	US\$/lb
Au	1,400.0	5.0	US\$/t.oz
Ag	20.0	0.4	US\$/t.oz
Mo	15.0	4.0	US\$/lb

Para las evaluaciones económicas de proyectos, la compañía utiliza 10% de tasa de descuento.

A continuación, se presentan los costos de procesamiento y las recuperaciones metalúrgicas esperadas.

Tabla 2: Costo procesos.

Parámetro	Valor	Unidad
Costo Mina	8.5	US\$/t
Costo planta flotación	10.0	US\$/t

Tabla 3: Recuperación metalúrgica y pagable de los distintos elementos.

Elemento	Recuperación	Pagable
Cu	89%	96%
Au	60%	90%
Ag	60%	90%
Mo	60%	97%

En la tabla siguiente se entregan los rendimientos esperados para los desarrollos de las labores y accesos de la mina subterránea.

Tabla 4: Rendimientos desarrollos.

Parámetros	Valor	Unidad
Tasa de avance desarrollos horizontales	3	m/avance
Tasa de avance desarrollos verticales	5	m/día
N° avances túnel de acceso	2 a 3	avances/día
N° avances desarrollos horizontales	1 a 2	avances/día
Días efectivos	360	días/año



Tabla 5: Parámetros operacionales columna de extracción

Parámetros	Valor	Unidad
PED	60	%
Tasa de extracción vertical	80	m/año
Inversión incorporación de área	3,000	US\$/m ²

Las dimensiones de los desarrollos en los distintos niveles que deben considerarse en el diseño y evaluación se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 6: Parámetros de diseño desarrollos.

Parámetro	Sección	Hombro	Unidad
Túnel de acceso	6.0 x 5.0		m
Nivel de transporte	4.5 x 4.5	2.0	m
Nivel de hundimiento	4.0 x 3.5	1.5	m
Nivel de producción	4.0 x 4.0	2.0	m
Diámetro chimenea de ventilación	3.0	-	m
Diámetro pique de traspaso	2.0	-	m
Altura entre niveles	15.0	-	m

Los costos de cada desarrollo se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 7: Costos de desarrollos.

Galería	Valor	Unidad
6.0 x 5.0	6,500	US\$/m
4.5 x 4.5	5,100	US\$/m
4.0 x 4.0	4,300	US\$/m
4.0 x 3.5	3,800	US\$/m
Chimenea	8,000	US\$/m
Pique de traspaso	7,000	US\$/m

2. Requerimientos

2.1 Análisis preliminar de los recursos

Realizar un análisis exploratorio y estadístico de los datos entregados, mediante la revisión de estadísticas básicas del modelo y la interpretación geométrica y espacial de las principales variables apoyándose con vistas de estas del modelo.

Construir curvas tonelaje-ley y reporte de recursos para las principales variables. Cualquier supuesto realizado debe ser mencionado y justificado correctamente.

2.2 Envolvente económica

Definir la envolvente económica para el método de Block Caving, entregando los recursos de la envolvente y el valor de esta. Para esto debe definir los siguientes aspectos.

2.2.1 Piso y Footprint

Considerando los parámetros entregados anteriormente, calcular beneficio de cada bloque y mediante la herramienta Footprint Finder de PCBC obtener el piso económico y definir límites del footprint.

2.2.2 Dimensionamiento malla de extracción.

Mediante los parámetros entregados dimensionar la malla de extracción, considerando que se le ha solicitado trabajar con una malla tipo “Teniente”.

2.2.3 Generar mezcla

Mediante el modelo de Laubscher (mezcla vertical), generar la mezcla de las columnas dentro del footprint.

2.2.3 Altura óptima de columnas de extracción

Definir altura mínima y máxima de extracción, junto a la altura máxima de diferencia entre columnas vecinas y obtener la altura óptima de extracción de cada columna.

2.3 Plan de producción

Obtener plan de producción de la mina, para lo cual se requiere definir los siguientes aspectos.

2.3.1 Secuencia de extracción

Definir secuencia de extracción de la envolvente ya definida, considerando distintos aspectos como geometría del yacimiento, distribución de leyes, concavidad del frente, entre otras.

2.3.2 Programa de producción

Generar programa de producción en donde se calculan los puntos de extracción operativos, nuevos y cerrados por periodo, determinando el tonelaje de mineral por año.

Mediante los parámetros entregados anteriormente y el programa de producción, generar el plan de producción (agendamiento de mineral) para la envolvente ya definida.

2.4 Programa de obras

Realizar la programación de obras para los desarrollos diseñados, indicando los metros construidos por año, tiempo de construcción total de los desarrollo y avances por nivel. Para esto es necesario lo siguiente.

2.4.1 Diseño de niveles

A partir del footprint con los puntos de extracción definidos, en el software Studio UG se debe diseñar el nivel de producción (considerando la malla de extracción definida), nivel de hundimiento, nivel de transporte y piques de traspaso considerando las dimensiones de las distintas galerías y secciones.

2.4.2 Diseño de infraestructura principal

Diseñar y programar los desarrollos de los accesos principales, el sistema de ventilación y el sistema de manejo de materiales.

2.4.3 Secuencia de obras

Generar las dependencias del diseño construido y ubicar los distintos desarrollos.

2.5 Evaluación económica

A partir del programa de obras y el plan de producción, realizar la evaluación económica del proyecto, obteniendo los principales indicadores económicos que permiten evaluar la rentabilidad del proyecto (VAN, TIR, PRC, IVAN, entre otros).

También se le solicita realizar un análisis de sensibilidad sobre las principales variables. El análisis debe considerar aspectos medioambientales, identificando los posibles riesgos que puedan encontrarse en el proyecto.

3. Especificaciones

El proyecto considera cuatro entregas parciales durante el semestre donde el entregable corresponde a un informe, además de preparar y realizar una presentación final. A continuación, se presenta el formato para cada entregable.

3.1 Avance 1 (8 de septiembre)

La primera entrega corresponde a un informe con lo solicitado en las secciones 2.1 y 2.2.1 (Análisis preliminar de los recursos y Definición del footprint, respectivamente).

3.2 Avance 2 (20 de octubre)

La segunda entrega debe contener en el informe lo descrito en los puntos 2.2 y 2.3 (Envolvente económica y Plan de producción respectivamente).

Complementariamente, deberá programar un algoritmo de mezcla según el modelo de Laubscher para el footprint definido en la primera entrega, realizar una comparación del resultado obtenido en el modelo mezclado de la primera parte e informar los resultados en el informe.

El entregable se compone del informe de avance y el archivo con el algoritmo programado.

3.3 Avance 3 (17 de noviembre)

Para la tercera entrega se le solicita entregar un informe con lo solicitado en la sección 2.4 (Programa de obras) junto a los archivos de diseño de la mina.

3.4 Entrega Final (1 de diciembre)

En la cuarta entrega se le solicita reportar la Evaluación económica mediante un informe y la preparación y presentación con los principales resultados y aspectos de cada uno de los avances parciales.

A continuación, se describen los entregables.

Informe

Contenido máximo de 15 páginas (considerando desde introducción hasta recomendaciones) que incluya:

- *Portada*
- *Resumen ejecutivo*: breve resumen (máximo 1 plana) en que se indique el contexto, metodología, principales resultados y principales conclusiones y recomendaciones.
- *Índice* de lista de tablas, figuras, gráficos, ecuaciones (si es que aplican)
- *Introducción*: Entrega un breve contexto del proyecto, junto a los objetivos y alcances de este. Debe ser particular para cada avance.
- *Antecedentes*
- *Metodología*: Entrega una breve explicación de lo desarrollado para la obtención de los resultados a presentar.



- *Resultados y análisis:* Entrega los resultados de lo solicitado en cada avance junto al análisis de estos.
- *Conclusiones:* Entrega conclusiones tanto de los resultados y análisis entregados como del desarrollo del proyecto (ej. problemas observados, proceso o etapas que generaron mayor dificultad, entre otras.)
- *Recomendaciones:* Entrega recomendaciones sobre aspectos a mejorar o próximos pasos a realizar.
- *Referencias*
- *Anexos (opcional):* todo lo que vaya en anexos debe haber sido mencionado y referenciado en las secciones anteriores.

De ser necesario supuestos adicionales, estos deben ser debidamente justificados.

Presentación

Preparar una presentación auto explicativa que incluya:

- *Portada*
- *Agenda*
- *Introducción:* Presentación del problema (contexto), objetivos y alcance.
- *Metodología:* Breve explicación de la metodología utilizada
- *Resultados y Análisis*
- *Conclusiones y Recomendaciones*
- *Referencias*
- *Anexos (opcional):* todo lo que vaya en anexos debe haber sido mencionado y referenciado en las secciones anteriores.

La presentación debe tener una duración máxima de 15 minutos. Deberá ser entregada con un máximo de 12 horas de anticipación a la fecha de presentación.