

Control 2

Profesor de Cátedra: Diego Gutiérrez A.
Profesor Auxiliar: Maximiliano Martínez S. y Gerardo Beas M.
Ayudantes: Fernanda Paz C., Matías Fontecilla C., Nicolás Muñoz F.,
Catalina Cedas C. y Matías Parra Á.

DURACIÓN: 2 HORAS

Pregunta 1: Evaluación Privada del Proyecto

Sociedad Punta del Cobre S.A. está evaluando privadamente la construcción y operación de un proyecto minero que contempla la producción y venta de concentrado de cobre al 30 %, producto intermedio utilizado por fundiciones para posterior confección de ánodos y cátodos de cobre.

En base al Estudio Técnico elaborado, se tiene que el costo de inversión total estimado del proyecto será de UF 1.500 millones. De la misma forma, y según lo detallado en el programa de proyecto, es posible verificar que la fase de inversión se realiza a lo largo de 2 años. Luego, considere una distribución equitativa de los 3 pagos desembolsados a la constructora a cargo de ejecutar el proyecto, correspondientes a un anticipo en el año 0, y el pago de estados de pago en los años 1 y 2. A partir del año 3 comienza la fase de operación del proyecto, con un LOM (Life of Mine) de 30 años.

A grandes rasgos, la fase de operación consiste en la extracción de material rocoso de un yacimiento, que contiene un porcentaje de material estéril y un porcentaje de mineral. Luego, la REM (Razón Estéril - Mineral) es la relación entre la cantidad de materia estéril y la cantidad de mineral útil extraído. Así, para el yacimiento en cuestión, se tiene una REM de 2 (ergo, por cada unidad de mineral que se extrae para procesar, se extraen 2 unidades de materia estéril). Lo anterior es útil para el cálculo de los costos totales de extracción de material, en donde se tiene un costo unitario de UF 0,2 por cada tonelada extraída (materia estéril y mineral útil combinados).

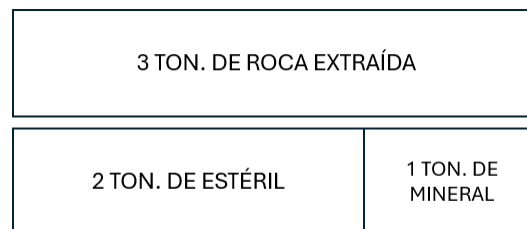


Figura 1: Un REM de 2 implica que por cada 2 toneladas de material estéril sin valor comercial se obtiene 1 tonelada de mineral a procesar.

Luego, dicho mineral se procesa en una planta concentradora para obtener el concentrado de cobre a comercializar. La capacidad de la planta concentradora para procesar el mineral extraído para producción de concentrado es de 100.000 toneladas de mineral al día, mientras que la planta

trabaja 360 de los 365 días del año. Conocer la cantidad de mineral procesado es útil para el cálculo de los costos totales en la planta concentradora, en donde se tiene un costo unitario de UF 1,0 por cada tonelada de mineral procesado. Considere, además, un costo fijo de 3 millones de UF al año.

Estos procesos se realizan para aumentar las concentraciones encontradas en el mineral extraído, a una de mayor ley. La ley de cobre es el porcentaje de cobre puro contenido dentro del mineral extraído y procesado (no del material rocoso total, sino que solo del mineral, excluyendo el material estéril). El yacimiento evaluado tendría una ley de cobre promedio estimada de 0,65 %, según los estudios geológicos realizados, por lo que por cada tonelada de mineral procesado en la concentradora contiene 6,5 kg de cobre puro).

Los concentrados también tienen ley, y la definición es análoga, siendo esta el porcentaje de cobre puro contenido. La ley de concentrado a vender será del 30 % (es decir, al asumir que no existen pérdidas en el proceso, cada tonelada de concentrado contendrá 0,3 toneladas de cobre puro). En base al Estudio de Mercado, se proyectan ventas que cubren el 100 % de la producción anual del proyecto, con un precio de UF 200 la tonelada de concentrado. Las transacciones de dichas ventas ocurren de manera inmediata sin periodo de desfase alguno.

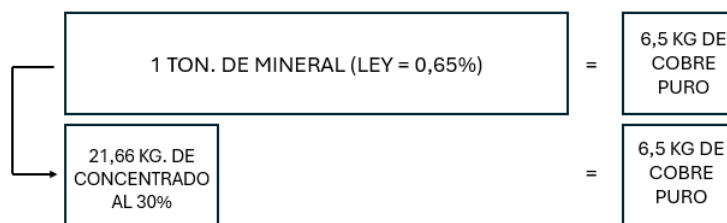


Figura 2: Una tonelada de mineral con ley del 0,65 % se procesa y se obtiene un concentrado con la misma cantidad de cobre puro contenido (6,5 kg), pero en un material con 21,66 kg de masa para así obtener un concentrado con ley del 30 %.

Con respecto al Estudio Financiero, considere un financiamiento del proyecto por un 60 % del costo total de inversión. Dicho préstamo se recibe al comienzo del proyecto, y se paga en 10 cuotas desde el año 3 al año 12 (2 periodos de gracia según las condiciones crediticias del préstamo, para poder pagar una vez comiencen los ingresos del proyecto). La empresa a cargo de este proyecto posee una calificación crediticia AA otorgada por la agencia Moody's, lo que facilitó la obtención de una tasa de interés bancaria preferencial con el acreedor de UF + 4 % anual.

Considere depreciación lineal de los activos. Para simplificar el cálculo, modele todos los activos como un activo único cuyo valor de adquisición corresponde al costo de inversión, con una vida útil igual a la vida útil de la mina. Además, tome en cuenta que el Valor Residual de los activos de la mina es de UF 200 millones, y que existe un costo asociado a medidas de mitigación medioambiental para el cierre de la mina, con un costo asociado calculable como el 7 % del costo de inversión. Finalmente, recuerde tomar en cuenta el Impuesto de Primera Categoría (usted debe determinar si se trata de un Régimen Propyme con una tasa impositiva de un 25 % o un Régimen Semi Integrado con una tasa impositiva de un 27 %) y que el dueño del proyecto tiene la posibilidad de invertir su capital en un instrumento de inversión de nulo riesgo.

- a) (5.0 pto) Desarrolle el Flujo de Caja Financiado.
- b) (1.0 pto) ¿Conviene ejecutar el proyecto? Fundamente utilizando VAN y TIR.

Pregunta 2a: Análisis de Riesgo del Proyecto

Se pide ahora evaluar el proyecto tomando en cuenta el riesgo no sistemático de la empresa. Considerando que Sociedad Punta del Cobre S.A. cotiza en la Bolsa de Comercio de Santiago, usted puede calcular su beta de riesgo directamente conociendo la variación del precio de las acciones de la empresa y la variación del Índice de Precios Selectivo de Acciones IPSA (datos adjuntos en la planilla de cálculo, junto a las tasas BCU30 del Banco Central de Chile). Asuma una Prima por Riesgo de Mercado definida utilizando el paper de P. Fernández 'Survey: Market Risk Premium and Risk-Free Rate used for 96 countries in 2024', con una tasa de un 6,3 % anual real. Se acepta considerar una proporción Equity (o Patrimonio) - Deuda de la empresa igual a la contemplada en el proyecto.

- a) **(2.0 pto)** ¿Conviene ejecutar el proyecto tomando en cuenta el riesgo? Fundamente utilizando VAN y TIR. Para ello, use Weighted Average Cost of Capital (WACC) sin incluir Size Premium. Explique cómo impacta en la decisión de inversión el considerar riesgo no sistemático, con respecto al caso libre de riesgo.
- b) **(1.0 pto)** Desarrolle el Análisis de Sensibilidad utilizando como variable la ley de cobre. Calcule su elasticidad para variaciones del 1 % y haga el gráfico VAN vs ley (utilice 5 puntos incluyendo el caso base y el punto de inflexión calculado anteriormente). Considere riesgo.
- c) **(1.0 pto)** Calcule la ley de cobre mínima para que el proyecto sea conveniente desde un punto de vista privado. Considere riesgo.

Pregunta 2b: Optimización del Proyecto

El gerente de activos de Sociedad Punta del Cobre S.A. se ha dado cuenta que los costos de mantención de los diferentes tipos de maquinaria utilizados en los diferentes procesos extractivos consumen una gran cantidad de recursos, lo que ha provocado una importante baja en la rentabilidad de la empresa. En respuesta, un ingeniero de proyectos detalla que los costos de mantención aumentan de manera exponencial cada año que se utiliza la maquinaria, pero que renovarlas de manera prematura generaría sobrecostos más acentuados debido a tener que desembolsar capital de manera más frecuente en los costos de adquisición.

Luego el gerente entiende que ambos tienen razón, y que se debe analizar la periodicidad óptima de reemplazo de maquinaria, considerando que los costos de mantención aumentan en el tiempo y que, además, el valor residual disminuye debido al deterioro de estos activos. En la siguiente tabla puede verse cómo evoluciona el costo de mantención anual y el VR de las perforadoras utilizadas en los procesos de extracción de roca.

Año	Mantenimiento Anual [UF]	Valor Residual [UF]
1	-2.000	25.000
2	-2.500	21.000
3	-3.500	18.000
4	-5.000	16.000
5	-7.000	14.000

- a) **(2,0 pto)** Determine el momento óptimo de reemplazo de la perforadora en el caso de que su costo de adquisición sea de UF 30.000. No considere riesgo.

FORMULARIO

Valor Presente y Valor Futuro:

$$VP = \frac{F}{(1+r)^n} \quad VF = F(1+r)^n$$

Valor Presente y Valor Futuro de flujos constantes (cuotas):

$$VP = \frac{C((1+r)^n - 1)}{(1+r)^nr} \quad VF = \frac{C((1+r)^n - 1)}{r} \quad VAN = -I + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+r)^i}$$

Valor Presente Cuotas con Crecimiento.

$$VP = \frac{C}{r-g} \cdot \left(1 - \frac{(1+g)^n}{(1+r)^n}\right)$$

Beneficio o Costo Anual Uniforme Equivalente (BAUE - CAUE):

$$BAUE/CAUE = VAN \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

Cambio de tasas para diferentes periodos de tiempo:

$$1 + r_a = (1 + r_t)^4 \quad 1 + r_a = (1 + r_m)^{12} \quad 1 + r_a = (1 + r_d)^{365}$$

Ecuación de Fisher:

$$(1+i) = (1+r) \cdot (1+\pi)$$

Tasa de Retorno Inmediato:

$$TRI_{i-1} = \frac{F_i}{I}$$

Delta VAN para flujos infinitos y en donde los beneficios son en función del tiempo calendario:

$$\Delta VAN_{i,i-1} = \frac{r \cdot I - F_i}{(1+r)^i}$$

CAPM:

$$CAPM = r_e = r_f + \beta \cdot PRM + SP = r_f + \beta \cdot (E(r_m) - r_f) + SP$$

WACC:

$$WACC = \frac{P}{D+P} \cdot r_e + \frac{D}{D+P} \cdot r_d \cdot (1-T)$$

Se permite utilizar las funciones VNA, TIR y PAGO en Ms. Excel.