

TALLER DE PROYECTOS EN INGENIERÍA DE MINAS 1

Guía de Trabajo



Universidad Continental

Material publicado con fines de estudio

Código: ASUC01586



Presentación

Señores estudiantes, bienvenidos al curso: TALLER DE PROYECTOS EN INGENIERÍA DE MINAS 1. Este curso aplicará distintas herramientas de la gestión operacional minera en la planificación de proyectos mineros. Se desarrollará diversos temas durante 16 capítulos.

Este curso, les enseñará las diferentes temáticas a desarrollar en un proyecto minero a tajo abierto desde los modelos conceptuales a nivel de recursos minerales y su categorización a reservas minerales en el modelo de bloques, para luego definir la valorización de bloques y delimitar el límite del pit económico mediante algoritmos como cono flotante y Lerchs and Grossman. Así mismo, definir los planes de producción en base al límite del pit económico y definir los diferentes destinos asignado al plan minero, como su dimensionamiento de flota en un periodo de tiempo, generando el flujo de caja y su análisis de sensibilidad de los principales indicadores económicos y financieros como el CAPEX, OPEX, VAN, TIR y PAYBACK.

Al finalizar la asignatura, el estudiante será capaz de elaborar propuestas preliminares de proyectos para atender necesidades específicas detectadas y categorizar los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades identificadas

Se les recomienda a los estudiantes, leer e investigar información referente a los principales temas planteados en el syllabus del curso, propuesto en la plataforma de la universidad. Así mismo, es importante que los estudiantes tengan conocimientos básicos de los principales softwares aplicados en minería.

El autor



ÍNDICE

<i>VISIÓN</i>	2
<i>MISIÓN</i>	2
<i>Presentación</i>	3
<i>Primera Unidad</i>	5
<i>Semana 1 – 4</i>	5
<i>Segunda Unidad</i>	7
<i>Semana 5 - 7</i>	7
<i>Tercera Unidad</i>	9
<i>Semana 9 - 12</i>	9
<i>Cuarta Unidad</i>	12
<i>Semana 13 - 15</i>	12
<i>Lista de Referencias</i>	15



Primera Unidad

Semana 1– 4

Taller de resolución de casos

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 1	Fecha:/...../..... Duración: 120 min

Instrucciones: Contesta con precisión, la calificación estará en función al procedimiento, análisis e interpretación de resultados.

I. Propósito:

El estudiante será capaz de contextualizar la clasificación de recursos geológicos y reservas minerales en función del modelo de bloques y su discriminación del precio de mineral, en función de los modelos geometalúrgicos.

II. Descripción de la actividad a realizar (casos)

En esta actividad se desea definir las reservas en función a la variabilidad del precio de mineral y su incidencia en la operación minera.

III. Procedimientos

- Descargar la plantilla adjunta (modelo de bloques).
- Los resultados serán presentados en la plantilla adjunta y el análisis e interpretación de resultados en formato pdf.
- Revisar el material de clases, la bibliografía básica, las video clases, consultar la web.
- La evaluación es individual.
- Grabar apellidos y nombres

IV. Detalle:

A continuación, se describe el tenor del caso propuesto.



CASO 1: PROYECTO CONSTANCIA

El yacimiento de Cobre Constancia, ubicado al sur del Perú, viene operando los sectores tajo norte y tajo sur. La evaluación inicial del proyecto consideró las reservas a un precio de 2.3 US \$/lb, durante el escenario actual la empresa viene atravesando una crisis financiera originada por la disminución del precio de mineral en 1.8 US \$/lb. Se desea realizar un análisis de las reservas en ambos escenarios considerando las dimensiones del block en 20 x 20 m. Así mismo considere el incremento de costos en 10% a partir de la cuarta fase en ambos pits, con una producción de 10 ktp. Se desea definir un comparativo de las reservas y leyes de corte en ambos escenarios, analizando e interpretando los resultados.

Asuma los datos de la presente tabla:

Datos:	Tajo Norte	Tajo Sur	
Costo mina	2.7	2.9	US \$/T
Costo Planta	4.4	4.4	US \$/T
Costo Fund.yRef.	0.55	0.57	US \$/lb
Recuper. Metal.	88	90	%
Peso Específico Min.	2.7	2.8	
Peso Específico Desm	2.5	2.5	

Nota: asuma datos si considere necesario y explicar por qué.



Segunda Unidad

Semana 5 – 7

Taller de resolución de casos

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 2	Fecha:/...../..... Duración: 120 min

Instrucciones: Contesta con precisión, la calificación estará en función al procedimiento, análisis e interpretación de resultados.

V. Propósito:

El estudiante será capaz de contextualizar el límite del pit económico mediante el análisis del modelo de bloques, asociado a los algoritmos como cono flotante y leyes de corte.

VI. Descripción de la actividad a realizar (casos)

En esta actividad se desea definir el límite del pit económica de un proyecto minero en profundización, el cual relaciona diferentes variables técnicas y económicas, para el análisis e interpretación de los resultados.

VII. Procedimientos

- Descargar la plantilla adjunta (modelo de bloques).
- Los resultados serán presentados en la plantilla adjunta y el análisis e interpretación de resultados en formato pdf.
- Revisar el material de clases, la bibliografía básica, las video clases, consultar la web.
- La evaluación es grupal.
- Grabar apellidos y nombres

VIII. Detalle:

A continuación, se describe el tenor del caso propuesto.



CASO 2: PROYECTO SAN ANDRÉS

El yacimiento de Cobre San Andrés, ubicado al sur del Perú, iniciará sus operaciones mediante tajo abierto, las perforaciones demostraron continuidad de mineralización hasta los 500 m. de profundidad, quedando abierto la mineralización en profundidad. El buzamiento del cuerpo mineralizado es de 45°S (como se muestra en el modelo de bloques). De acuerdo a las características geométricas del cuerpo mineralizado se pide al área de planeamiento estratégico definir las variables operacionales, generando el pit económico óptimo. Se desea definir:

- ✓ Las reservas
- ✓ Ley media
- ✓ Ley de corte crítica
- ✓ Ley de corte marginal
- ✓ Tiempo de operación
- ✓ Beneficio económico.
- ✓ Diseño del pit óptimo (cono flotante).
- ✓ Análisis e interpretación de los resultados.

en base a los siguientes parámetros, descritos en la siguiente tabla:

DATOS:	
Precio Cu (US\$/lb)	1.13
cm (US\$/ton movida)	2
cp(US\$/ton tratada)	4
cv (US\$/lb)	0.39
Recuperación Cu (%)	90%
Densidad Mineral (ton/m3)	2.7
Densidad Esteril (ton/m3)	2.5
Bloque de 20x20	
Factor Conversión	2,204.62
Tonelaje Mineral	
Tonelaje Desmonte	
Profundizacion/Año (m)	50

Nota: asuma datos si considere necesario y explicar por qué.



Tercera Unidad

Semana 9 – 12

Taller de resolución de casos

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 3	Fecha:/...../..... Duración: 120 min

Instrucciones: Contesta con precisión, la calificación estará en función al procedimiento, análisis e interpretación de resultados.

IX. Propósito:

El estudiante será capaz de generar planes de producción asociados al límite del pit económico, considerando las diferentes calidades de mineral.

X. Descripción de la actividad a realizar (casos)

En esta actividad se desea definir el plan minero de un proyecto minero, analizando el tonelaje y calidad de mineral, mediante el uso de herramientas de programación lineal.

XI. Procedimientos

- Descargar la plantilla adjunta (modelo de bloques).
- Los resultados serán presentados en la plantilla adjunta y el análisis e interpretación de resultados en formato pdf.
- Revisar el material de clases, la bibliografía básica, las video clases, consultar la web.
- La evaluación es individual.
- Grabar apellidos y nombres.

XII. Detalle:

A continuación, se describe el tenor del caso propuesto.



CASO 3: PROYECTO LOS HUALLAS

El yacimiento de Cobre los Huallas, ubicado al norte de Chile, desea generar su Plan de Producción para el inicio de sus operaciones. Del diseño de open pit adjunto (Cuadro 1) genere el programa de producción de acuerdo a los parámetros de diseño que a continuación se detalla: El sector sur produce 10 KTP y el sector norte 3 KTP de las 3 calidades de leyes de mineral, como se detalla a continuación.

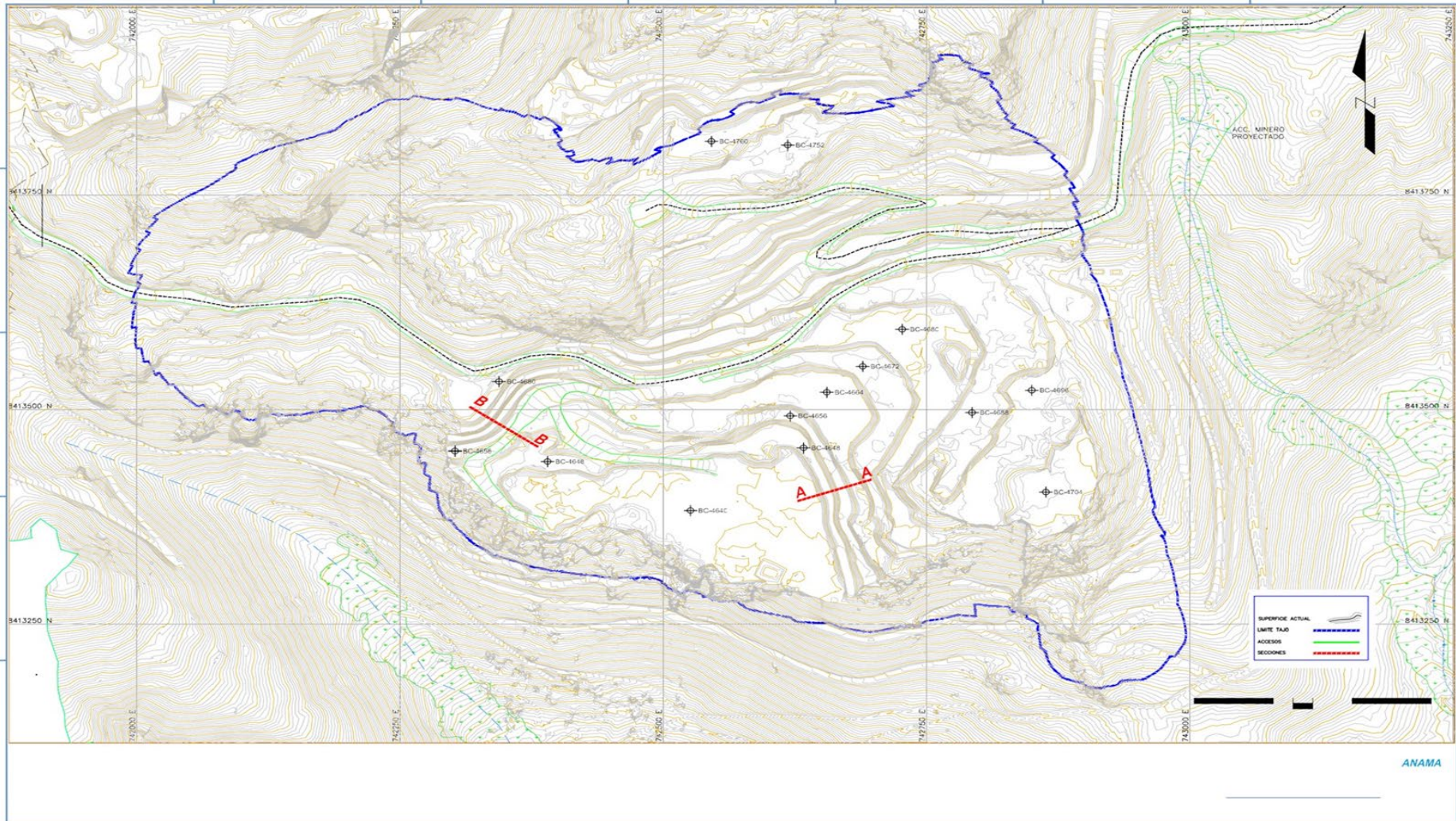
Cuadro 1:

DATOS SECTOR SUR								
ZONA	Sección	Banco	Area	Densidad	Ley Media Cu(%)	Dilución(%)	SR	
Alta Ley	B - B	BC - 4648	50000	2.5	2.8	12	2.1	
		BC - 4656	100000	2.5	2.9	11	1.8	
		BC - 4680	80000	2.6	3.1	10	1.6	
Producción:	2000	Ton/día						
DATOS SECTOR SUR								
ZONA	Sección	Banco	Area	Densidad	Ley Media Cu(%)	Dilución(%)	SR	
Ley Baja	A - A	BC - 4648	80000	2.5	1.8	12	2.1	
		BC - 4656	120000	2.5	1.8	11	1.8	
		BC - 4664	130000	2.5	1.9	10	1.8	
		BC - 4672	125000	2.6	2.1	10	1.7	
		BC - 4680	140000	2.6	2.0	10	1.6	
Producción:	6000	Ton/día						
DATOS SECTOR SUR								
ZONA	Sección	Banco	Area	Densidad	Ley Media Cu(%)	Dilución(%)	SR	
Ley Media	A - A	BC - 4688	80000	2.6	2.8	12	2.1	
		BC - 4696	100000	2.6	2.9	11	1.8	
		BC - 4704	80000	2.6	3.1	10	1.6	
Producción:	2000	Ton/día						
DATOS SECTOR NORTE								
ZONA	Sección	Banco	Area	Densidad	Ley Media Cu(%)	Dilución(%)	SR	
Ley Baja		BC - 4746	150000	2.6	1.8	10	1.8	
Ley Media		BC - 4752	120000	2.6	2.7	10	1.8	
Ley Alta		BC - 4760	100000	2.6	3.0	10	1.6	
Producción:	1000	Ton/día	De los 3 tipos de leyes de mineral.					

Se necesita producir al menos 1,000 toneladas de mineral de alta calidad, 2,000 toneladas de mineral de ley media y 2,000 toneladas de mineral de baja calidad. Sabiendo que el costo diario de operación de cada sector es de US \$ 10. ¿Cuántos días debe trabajar cada sector para que el costo total sea mínimo?

Determine las reservas, ley media diluida, vida del proyecto operacional (plan de producción). Emita una opinión técnica – Económica. Interpretación.

Nota: Considere el 80 % de capacidad de alimentación en planta y desmontera, durante el primer año. Así mismo la recuperación metalúrgica de 85% en el primer banco de cada zona y el 87% para el resto de los bancos. Asuma datos si considera necesario a criterio personal y explique por qué.



Plano en planta del área de operación.



Cuarta Unidad

Semana 13 – 15

Taller de resolución de casos

Sección:	Apellidos :
Docente :	Nombres :
Unidad : Unidad 4	Fecha:/...../..... Duración: 120 min

Instrucciones: Contesta con precisión, la calificación estará en función al procedimiento, análisis e interpretación de resultados.

XIII. Propósito:

El estudiante será capaz de evaluar económicamente y financieramente los planes de producción de una operación minera, asociada al dimensionamiento de flota.

XIV. Descripción de la actividad a realizar (casos)

En esta actividad se desea evaluar económica y financiera el plan minero, asociada al dimensionamiento de flota requerida como equipos de perforación, carguío y acarreo, analizando los resultados e interpretando los indicadores como el VAN y TIR, mediante el análisis de sensibilidad de las variables operacionales.

XV. Procedimientos

- Descargar la plantilla adjunta (modelo de bloques).
- Los resultados serán presentados en la plantilla adjunta y el análisis e interpretación de resultados en formato pdf.
- Revisar el material de clases, la bibliografía básica, las video clases, consultar la web.
- La evaluación es grupal.
- Grabar apellidos y nombres.

XVI. Detalle:

A continuación, se describe el tenor del caso propuesto.



CASO 4: PROYECTO LOS BRONCES

El proyecto minero los Bronces desea calcular el dimensionamiento de flota en equipos de perforación, carguío y acarreo de mineral y desmonte, así como desea realizar la evaluación económica del proyecto minero. Considere una alimentación de planta de 100 ktp, con una ley de Cu@0.7 % y una vida de proyecto de 12 años. Para la evaluación financiera defina un impuesto del 30% anual y una tasa de descuento del 12%. Genere un análisis de sensibilidad del VAN y el TIR, considerando la variación de la ley de Cu en $\pm 0.2\%$ y recuperación metalúrgica en $\pm 2\%$. Considere los siguientes parámetros técnicos y económicos:

Alimentación Planta (Ktp)	100
REM:	2.7
Vida util proyecto (años)	12
Ley de Mineral de Cu (%)	0.70%
Recuperación Metalúrgica (%)	87%
Precio Mineral (US \$/lb)	2.3
Costo Mina (US \$/Ton movida)	1.7
Costo Planta (US \$/Ton tratada)	7
Costo Venta (US \$/lb)	1.1
Número de Palas	
Número de camiones	
Número de perforadoras	
Tiempo de depreciación de los equipos (años)	5
Costo de adquisición de una pala (MUS\$)	20
Costo de adquisición de un camión (MUS\$)	5
Costo de adquisición de una perforadora (MUS\$)	0.85
Tasa de Impuesto (%)	30%
Tasa de Descuento - WACC (%)	12%

Nota: Asuma datos si considere necesario y explique por qué.



Lista de Referencias

Básica

Sapag, N., y Sapag, R. (2014). Preparación y evaluación de proyectos. (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Complementaria

STERMOLE, Franklin. (2014). Economic evaluation and investment decision methods. Editorial, Investmen Evaluations Corporation - EEUU. Biblioteca UCCI.

HUSTRULID, W. Open Pit Mine Planning and Disign: England: Editorial Taylor and Francis., 2013. Biblioteca UCCI.

RUDENNO, Jhon. (2012). The mining valuation handbook. Editorial Jhon Willey. Biblioteca UCCI.

KENNEDY, B. (2009). Surface Mining. 2da. Edición. Biblioteca UCCI.

Recursos Digitales

CERDA, Carola. Análisis de riesgo asociado a incertidumbre operacional en planes mineros para minería a cielo abierto. Santiago, Chile. Tesis UCHILE. 2016.

<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/143123/An%C3%A1lisis-de-riesgo-asociado-a-incertidumbre-operacional-en-planes-mineros-para-miner%C3%ADa-a-cielo-abierto.pdf?sequence=>

MUÑOS, Galo. Modelo de costos para la valorización de planes mineros. Santiago, Chile. Tesis UCHILE. 2012.

http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112524/cf-munoz_gl.pdf

EL MODELO DE BLOQUES PARA UN YACIMIENTO DE SULFUROS MASIVOS. (mayo, 2011). Diseño del modelo de Bloques mediante Minesight.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/29288/3940>



EL VALOR PRESENTE N (NPV), CONCEPTO. (2011). Conceptos del Valor Presente Neto en minería.

<http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/geoeconomica/tp/tp20b.pdf>

VALDEZ, Fernando. Programación lineal en gestión de operaciones mineras. Lima, Perú. Exposición en IIMP. 2011.

http://www.iimp.org.pe/website2/jueves/ultimo234/jm20110414_barrick.pdf