

### PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
IN 4723	OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES MINERAS			
Nombre en Inglés				
Optimization of Mining Operations				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	1.5	5.5
Requisitos			Carácter del Curso	
IN3702 Investigación de Operaciones IN3401 Estadística para la Economía y Gestión			Electivo para la carrera de Ingeniería Civil Industrial	
Resultados de Aprendizaje				
<p>El alumno conoce, en relación a la minería: el contexto, conceptos relevantes, la visión económica y las potencialidades de desarrollo.</p> <p>El alumno es capaz de modelar problemas clásicos de minería, con herramientas de optimización y estadística propias del currículum de ingeniería industrial.</p>				
Motivación				
<p>Este curso surge del interés por conocer problemas de minería que son tratables con herramientas de ingeniería industrial.</p> <p>Terminado el curso el alumno conocerá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los principales métodos de extracción (sistemas mineros) de superficie y subterránea</li> <li>• Cómo se evalúa un proyecto minero antes de y durante su ejecución</li> <li>• Qué procesos mecánicos o metalúrgicos llevan al mineral a su versión comercializable</li> <li>• Qué herramientas analíticas se usan para modelar los distintos problemas que surgen en cada tópico.</li> </ul> <p>Nota: El foco y estilo del curso dista del equivalente a un curso de introducción a la minería dictada para mineros, principalmente en los dos siguientes puntos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No ahonda en conceptos que caracterizan a la disciplina de minería, los cuales por orientación profesional no son objetivo y por tiempo, infactibles. Ejemplo de ello es el análisis de estabilidad geomecánico, diseño minero, etc.</li> <li>2. Aprovecha conocimientos y habilidades técnicas de la carrera de Ingeniería Civil Industriales, tales como investigación operativa, estadística y simulación. Por tanto, la presentación de modelos asociados a problemas no se ocupa de la teoría matemática que sustenta las herramientas, sino que las asume conocidas.</li> <li>3. Existen dos visitas a terreno obligatorias (una mina y una planta), de las cuales se incluye evaluación en las tareas y controles. Las visitas implican un día completo y se buscará realizar o bien miércoles o bien los días de las cátedras.</li> </ol>				

Metodología Docente	Evaluación General
Aprendizaje basado en problemas, Simulación. Exposiciones de los alumnos. Visitas a terreno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Controles.</li> <li>• 1 Examen.</li> <li>• 2 Tareas.</li> <li>• 1 Exposición: el alumno expone un tema relacionado con sus tareas.</li> </ul>

### UNIDADES TEMÁTICAS

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	PLANIFICACIÓN MINERA	5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p><b>a. Minería de superficie:</b></p> <p>¿Cómo es el mercado de la minería de superficie en Chile? ¿Cuántas y de qué tamaño hay? ¿Quién las explota?</p> <p>¿Cuándo y hasta dónde conviene explotar?</p> <p>¿Con qué criterios se deciden caminos y taludes?</p> <p>¿Qué equipos de carguío (camiones, palas, correas) usar, en función de su eficiencia?</p> <p>¿Cómo se planifica y se hace seguimiento de la producción?</p> <p>Lean Mining: caso estudio.</p> <p><b>Minería subterránea:</b></p> <p>¿Cómo se explotan las minas en forma subterránea?</p> <p>¿Cómo es el mercado de la minería subterránea en Chile? ¿Cuántas y de qué tamaño hay? ¿Quién las explota?</p> <p>Dos problemas de planificación: un panel caving y una interacción rajo-subte.</p> <p>Modelos de Ventilación.</p> <p>Modelos de geomecánica y flujo gravitacional.</p> <p><b>b. Simulación:</b> caso ejemplo (tarea) de simulación de transporte para decisión sobre chancador primario.</p>	<p>El alumno reconoce las diferencias entre los sistemas mineros, sus dificultades técnicas y las principales herramientas de ingeniería industrial aplicables.</p>	1

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS	5
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p><b>a. Muestreo:</b> ¿Cuántas muestras tomar y dónde? ¿Con qué equipos? ¿Qué tests se realizan el laboratorio?</p> <p><b>b. Modelos geoestadísticos:</b> ¿Cómo extrapolar o interpolar los datos de muestras a zonas desconocidas?</p> <p><b>c. Simulación:</b> cómo generar en forma sistemática una representación del yacimiento, útil para la planificación.</p> <p><b>d. Evaluación de yacimientos.</b> ¿Qué recursos hay, cómo se caracterizan y cuánto valen? ¿Qué validez legal tienen los cálculos?</p>	El alumno es capaz de evaluar a nivel básico, los recursos mineros de un yacimiento.	2

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	METALURGIA	4
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p><b>a. Pirometalurgia (procesos basados en el uso del calor):</b> ¿Cómo se llega del mineral a un producto final? ¿Qué tecnología se utilizaban antiguamente y actualmente? ¿Qué parte del proceso contamina y cómo se puede atenuar o remediar? ¿Cuál es el valor de los productos intermedios del proceso?</p> <p><b>b. Hidrometalurgia (procesos basados en el uso de agua y ácidos):</b> idem.</p> <p><b>c. Sustentabilidad ambiental:</b> generación de aguas ácidas, relaves, gases fugitivos.</p>	El alumno reconoce los principales procesos metalúrgicos y las herramientas de modelación asociadas a ellos.	3

### Bibliografía General

#### **Bibliografía obligatoria**

1. **Howard L. Hartman, Jan M. Mutmanský.** *“Introductory Mining Engineering”*. John Wiley & Sons.
2. **Julián Ortíz,** *“Evaluación de Yacimientos, Apuntes del Curso MI54A”*, DIMIN-UChile.
3. **Colin Bodsworth,** *“The extraction and refining of metals”*, CRC Press.

#### **Bibliografía complementaria**

4. **W. David Kelton, Randall P Sadowski, David T Sturrock, W. Kelton, Randall Sadowski, David Sturrock,** *“Simulation with Arena”*. McGraw Hill.
5. **William A. Hustrulid, Mark Kuchta.** *“Open Pit Mine Planning and Design”*, CRC Press.

Vigencia desde:	Otoño 2016
Elaborado por:	Manuel Reyes J.
Aprobado por:	Comisión Docencia DII