

## PROGRAMA DE CURSO

| Código   | Nombre               |                  |  |                           |
|--|----------------------|------------------|--|---------------------------|
| MI5073   | Planificación Minera |                  |  |                           |
| Nombre en Inglés   |                      |                  |  |                           |
| Mine planning  |                      |                  |  |                           |
| SCT  | Unidades Docentes    | Horas de Cátedra | Horas Docencia Auxiliar                                  | Horas de Trabajo Personal |
| 6  | 10                   | 3                | 2  | 5                         |
| Requisitos   |                      |                  | Carácter del Curso                                       |                           |
| MI5071 Sistemas Mineros<br>MI5041 Evaluación de Yacimientos  |                      |                  | Obligatorio para:<br>Carrera de Ingeniero Civil de Minas |                           |
| Resultados de Aprendizaje  |                      |                  |  |                           |
| <p>Al finalizar el curso el estudiante demuestra que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica conceptos analíticos para la construcción de un programa de producción minero</li> <li>• Construye modelos de programación matemática aplicados a la planificación de la producción, que incluyen restricciones medioambientales, de diseño y producción</li> <li>• Aplica métodos analíticos para integrar incertidumbre en la planificación minera.</li> </ul> |                      |                  |  |                           |

| Metodología Docente  | Evaluación General  |
|--|---|
| <p>La estrategia metodológica es activo-participativa, consistente en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases expositivas</li> <li>• Clases auxiliares</li> <li>• Presentaciones</li> </ul> | <p>Las instancias de evaluación serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades en clase auxiliar (presentaciones, ejercicios).</li> <li>• 1 control escrito</li> <li>• 1 examen</li> </ul> <p>La ponderación será definida por el docente.</p> |

### Unidades Temáticas

| Número  | Nombre de la Unidad  | Duración en Semanas           |
|---|--|-------------------------------|
| 1   | Bases de la Planificación Minera   | 3 sem.                        |
| Contenidos  | Resultados de Aprendizajes de la Unidad  | Referencias a la Bibliografía |
| 1.1 Contexto<br>1.1.1 Planificación estratégica<br>1.1.2 Planificación minera en el contexto de proyecto<br>1.1.3 Horizontes de planificación minera<br>1.2 Componentes de la planificación minera<br>1.2.1 Curva tonelaje ley<br>1.2.2 Envolvente económica<br>1.2.3 Capacidad de producción<br>1.2.4 Secuencia de preparación minera y producción | El estudiante demuestra que:<br>1. Relaciona los objetivos estratégicos de las compañías con los planes de producción mineros.<br>2. Identifica las fuentes del beneficio económico del negocio minero y su relación con la planificación minera.<br>3. Calcula beneficios y costos de diferentes envolventes económicas para capacidades de producción variable.<br>4. Entiende las razones del secuenciamiento minero y el rol de la preparación minera en la programación de la producción.<br>5. Entiende que una secuencia de producción se define en función de envolventes económicas anidadas, incorporando restricciones del negocio minero, como el mercado, entorno social, medio ambiente, recursos humanos, capital y tecnología. | [Camus, cap. 3 y 4]           |

| Número   | Nombre de la Unidad  | Duración en Semanas           |
|--|--|-------------------------------|
| 2  | Optimización de la envolvente económica  | 2 sem.                        |
| Contenidos   | Resultados de Aprendizajes de la Unidad  | Referencias a la Bibliografía |
| 2.1 Leyes de corte<br>2.2 Introducción a la economía de recursos no renovables. Hotelling<br>2.3 Optimización de leyes de corte mediante algoritmo de Lane<br>2.4 Leyes de corte y procesos<br>2.5 Leyes de corte y recuperación variable<br>2.6 Programas de producción y políticas de leyes de corte | El estudiante demuestra que: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entiende el concepto de costo de oportunidad y su relevancia en delinear el negocio minero.</li> <li>2. Aplica el costo de oportunidad en la definición de una envolvente económica.</li> <li>3. Aplica el concepto de costo de oportunidad en un programa de producción minero a través de políticas de leyes de corte.</li> <li>4. Aplica restricciones para la optimización, relacionadas con el medio ambiente, la producción y el diseño.</li> </ol> | [Lane, cap. 1, 2, 3]          |

| Número  | Nombre de la Unidad  | Duración en Semanas   |
|---|--|---|
| 3   | Modelos de planificación tradicional   | 5 sem.  |
| Contenidos  | Resultados de Aprendizajes de la Unidad  | Referencias a la Bibliografía   |
| 3.1 Planificación de minas a cielo abierto<br>3.2 Planificación de minas subterráneas | El estudiante demuestra que: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Genera envolventes económicas con el algoritmo de Lersch &amp; Grossman para minas a rajo abierto.</li> <li>2. Define fases en función de un programa de producción en un rajo.</li> <li>3. Entiende la aplicación de pit final y secuenciamiento de fases en la planificación actual de minas a rajo abierto.</li> <li>4. Calcula una envolvente económica en una mina subterránea.</li> <li>5. Entiende los fundamentos de la construcción de un programa de producción de una mina subterránea.</li> </ol> | [Hustrulid y Kuchta, cap. 3, 4, 5]<br><br>[Kennedy, cap. 5]<br><br>[Hustrulid y Bullock cap. 2, 3, 4] |

| Número  | Nombre de la Unidad  | Duración en Semanas           |
|---|--|-------------------------------|
| 4   | Modelos de programación matemática para la construcción de planes de producción  | 3 sem.                        |
| Contenidos  | Resultados de Aprendizajes de la Unidad  | Referencias a la Bibliografía |
| 4.1 Modelos para la programación multi-mina<br>4.2 Modelos de programación multi-mina y multi-proceso<br>4.3 Planificación minera utilizando modelos geo-metalúrgicos | El estudiante demuestra que: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entiende la funcionalidad de un secuenciamiento por bloques a diferencia de envolventes económicas</li> <li>2. Construye modelos de programación matemática que permitan calcular un programa de producción a partir de una secuencia dada.</li> <li>3. Formula modelos de programación matemática para resolver problemas de planificación geo-metalúrgica.</li> <li>4. Incorpora restricciones de diseño, producción y medioambientales al problema a optimizar.</li> </ol> | [AMPL, cap. 3, 4, 5]          |

| Número  | Nombre de la Unidad   | Duración en Semanas           |
|---|---|-------------------------------|
| 5   | Incertidumbre en la planificación de minas  | 2 sem.                        |
| Contenidos  | Resultados de Aprendizajes de la Unidad   | Referencias a la Bibliografía |
| 5.1 Fuentes de incertidumbre en el negocio minero<br>5.2 Incertidumbre en el recurso minero<br>5.3 Incertidumbre en los precios<br>5.4 Incertidumbre en el sistema de producción minero<br>5.5 Modelos de confiabilidad aplicados a la planificación de minas | El estudiante demuestra que: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entiende las fuentes de incertidumbre en la planificación de minas.</li> <li>2. Cuantifica la incertidumbre de la ley en un programa de producción minero a partir de un conjunto de simulaciones de un yacimiento.</li> <li>3. Construye modelos de confiabilidad para cuantificar la incertidumbre tecnológica de un programa de producción minero.</li> </ol> | [O'Connor, cap. 1, 2, 3 y 6]  |

### Bibliografía General

1. [Hustrulid y Kuchta]  
 Hustrulid W, Kuchta M (2006). Open Pit Mine Planning and Design, 2nd Edition. Taylor & Francis. ISBN-10: 0415407419
2. [Kennedy]  
 Kennedy B, (1990). Surface Mining. Society for Mining Metallurgy & Exploration; 2 Rev Sub edition. ISBN-10: 0873351029
3. [Camus]  
 Camus J (2002). Management of Mineral Resources: Creating Value in the Mining Business. Society for Mining Metallurgy & Exploration. ISBN-10: 0873352165
4. [SME]  
 Hartman H, senior editor (1992). SME Mining Engineering Handbook, Volumes 1 & 2, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc., Littleton, CO.
5. [Hustrulid y Bullock]  
 Hustrulid W, Bullock R (2001). Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies. Society for Mining Metallurgy & Exploration. ISBN-10: 0873351932
6. [Lane]  
 Lane K (1997). The Economic Definition of Ore: Cut-off Grades in Theory and Practice. Published by Mining Journal Books, 1997. ISBN 0900117451.
7. [AMPL]  
 Fourer R, Gay D, Kernighan B (2002). AMPL: A Modeling Language for Mathematical Programming. Duxbury Press; 2nd edition. ISBN-10: 0534388094.
8. [O' Connor]  
 O' Connor P, (2002). Practical Reliability Engineering. Wiley 4<sup>th</sup> edition. ISBN-10: 0470844639

|                 |  |
|-----------------|--|
| Vigencia desde: | Primavera 2011                                 |
| Elaborado por:  | Enrique Rubio                                  |
| Revisado por:   | Julián Ortiz.<br>Área Desarrollo Docente (ADD) |