

## PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
MI 5101	Ingeniería de Procesos Metalúrgicos			
Nombre en Inglés				
Metallurgical processes engineering				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
9	10	3	2	5
Requisitos			Carácter del Curso	
MI4100 Fundamentos de Metalurgia Extractiva				
<b>Competencias a las que tributa el curso</b>				
<b>Competencias Específicas</b>				
CE 2: Concebir, diseñar, optimizar e implementar soluciones científico-tecnológicas en explotación de yacimientos, procesamiento de minerales o metalurgia extractiva.				
<b>Competencias Genéricas</b>				
CG 1: Comunicar ideas y resultados de trabajo profesionales o de investigación, en forma escrita y oral, tanto en español como en inglés.				
CG 2: Trabajar en equipos interdisciplinarios, asumiendo el liderazgo en las materias inherentes a su profesión en forma crítica y autocrítica.				
CG 4: Empezar e innovar en el desarrollo de soluciones a problemas de ingeniería de minas, demostrando iniciativa y toma de decisión.				
<b>Propósito del curso</b>				
<p>El curso MI 5101, Ingeniería de procesos metalúrgicos, tiene como propósito que el estudiante sea capaz de resolver problemas de ingeniería conceptual de manera de acercar a los estudiantes a la aplicación industrial de temáticas relacionadas con la metalurgia extractiva. Para esto, aplica fundamentos electrometalúrgicos, hidrometalúrgicos y/o pirometalúrgicos; identifica y analiza parámetros y variables aplicables en situaciones reales en cada una de las áreas, los que plasma en un proyecto de trabajo que aborda estos temas.</p> <p>La estrategia metodológica a utilizar es activo – participativa; permite que el estudiante trabaje en clases mediante resolución de problemas cercanos a la realidad industrial, así como con estudios de caso, en forma individual y colectiva, a modo de fomentar el trabajo en equipo, gestionando su autoaprendizaje, por medio de diversas actividades como resolución de ejercicios, presentaciones orales, redacción de propuestas iniciales de proyecto, entre otras.</p>				

### Resultados de Aprendizaje

Al final del curso, el estudiante demuestra que:

**CE 2 – RA 1:** Explica el diagrama de proceso de metalurgia extractiva, que incluye las operaciones, así como flujos de masa y calor, a fin de dimensionar cada uno de los equipos.

**CE 2 – RA 2:** Distingue fases, componentes de un proyecto en electrometalurgia, hidro y pirometalurgia, etc, identificando parámetros y variables a situaciones de faenas, a fin de determinar un método de trabajo acorde a un contexto de práctica industrial.

**CG 1 – CG 2 – RA 3:** Elabora una propuesta de proyecto de soluciones innovadoras en el área de metalurgia, indicando fundamentos, metodología, etc, que redacta en un informe, con su equipo, a fin de desarrollar una metodología de trabajo de proyectos.

**CG 1 – CG 2 – RA 4:** Expone, en forma grupal, una propuesta de proyecto en metalurgia extractiva, considerando viabilidad, en sus diferentes componentes, con criterios de coherencia y claridad, a fin de explicar la consistencia de su propuesta.

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La metodología de trabajo será activo-participativa. Las distintas instancias serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases expositivas con estructura de INICIO – DESARROLLO – CIERRE</li> <li>• Clases auxiliares prácticas</li> <li>• Resolución de ejercicios prácticos</li> <li>• Casos de estudio desarrollados mediante trabajos grupales.</li> <li>• Exposiciones orales</li> </ul>	<p>La evaluación se hará mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controles y examen.</li> <li>• Actividades complementarias (tareas y ejercicios)</li> <li>• Desarrollo de un proyecto que contempla presentaciones orales e informes escritos.</li> </ul> <p>La ponderación será definida por los docentes del curso.</p>

### Unidades Temáticas

Número	RA a la que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	RA 1 – RA 2	Procesos pirometalúrgicos	5
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
<p>1. Introducción</p> <p>1.1. Metales y compuestos metalúrgicos.</p> <p>1.2. Mercados y centros de producción.</p> <p>2. Tecnologías a alta temperatura de obtención de cobre a partir de concentrados</p> <p>2.1. Operaciones unitarias fusión, conversión y refino a fuego.</p> <p>2.2. Operaciones auxiliares, secado, tostación, tratamiento de escorias y gases.</p> <p>2.3. Control operacional</p> <p>3. Aplicaciones pirometalúrgicas para la obtención de otros metales</p> <p>3.1. Siderurgia</p> <p>3.2. Níquel</p>		<p>El estudiante demuestra que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vincula procesos pirometalúrgicos con el desarrollo del mercado local y mundial del cobre, determinando tendencias tecnológicas y capacidades de producción las que explica argumentadamente con ejemplos concretos.</li> <li>- Identifica distintos tipos de reactores de fundición, señalando y explicando su rango de aplicación.</li> <li>- Reconoce la existencia, viabilidad y lógica de alternativas de circuitos pirometalúrgicos, elaborando diagramas de bloques.</li> <li>- Dimensiona circuitos y equipos involucrados en los procesos, considerando ciertos requerimientos de producción y tipos de alimentación, los que aplica a ejemplos tipo.</li> </ul>	<p>Davenport: W.G. Davenport, D. M. Jones, M. J. King and E. H. Partelpoeg, "Flash Smelting", 2<sup>nd</sup> Ed., Pergamon Press, Oxford, U.K., 2004.</p> <p>Habashi: F. Habashi, "A Textbook of Pyrometallurgy". Métallurgie Extractive Québec, Enr., Canada, 2002.</p> <p>Schlesinger: M. Schlesinger, M. King, K. C. Sole and W.G. Davenport, "Extractive Metallurgy of Copper", 5<sup>th</sup> Ed., Elsevier, Oxford, U.K., 2011.</p>

Número	RA a la que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	RA 2	Hidro/Electrometalurgia	5
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
1. Pilas y reactores de lixiviación. 2. Circuitos lixiviación – extracción por solventes- electro obtención en la hidrometalurgia del cobre y otros metales. 3. Electrorrefinación de cobre 4. Procesos Hidrometalúrgicos del oro: cianuración, absorción con carbón activado, proceso Merrill – Crowe, electro obtención.		El estudiante demuestra que: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifica distintos tipos de reactores de lixiviación, señalando y explicando su rango de aplicación.</li> <li>- Reconoce la existencia, viabilidad y lógica de alternativas de circuitos hidrometalúrgicos, elaborando diagramas de bloques.</li> <li>- Dimensiona circuitos y equipos involucrados en los procesos, considerando ciertos requerimientos de producción y tipos de alimentación, los que aplica a casos concretos.</li> </ul>	Burkin: A. R. Burkin, Chemical Hydrometallurgy, Imperial College Press, 2001.  Domic: E. Domic, Hidrometalurgia: fundamentos, procesos y aplicaciones, Andros Impresores Ltda., Santiago, Chile, 2001.  Newman: J. Newman, K. Thomas-Alyea, Electrochemical Systems, Wiley, 2004.  Popov: K. Popov, S. S. Djokic, B. N. Grgur, Fundamental Aspects of Electrometallurgy, Kluwer-Plenum, 2002.

Número	RA a la que tributa	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	RA 3 – RA 4	Desarrollo de Estudios de Casos	5
Contenidos		Indicador de Logro	Referencias a la Bibliografía
<p>Estudios de caso sobre operaciones de metalurgia extractiva y temas relacionados:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda de antecedentes bibliográficos sobre temas de metalurgia extractiva y temas relacionados</li> <li>Proyecto como una herramienta de la ingeniería: <ul style="list-style-type: none"> <li>Importancia de los objetivos</li> <li>Manejo de antecedentes</li> <li>Metodología de trabajo</li> <li>Cálculo de costos y tiempos de ejecución</li> </ul> </li> <li>Mecanismos de presentación de proyectos <ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación de una propuesta coherente e innovadora en el área de metalurgia extractiva y temas relacionados</li> <li>Manejo de la información respecto del proyectos investigado</li> </ul> </li> </ol> <p>Temas de proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tratamiento de residuos líquidos</li> <li>Evaluación de la implementación de procesos nuevos de lixiviación de sulfuros primarios: galvanox<sup>®</sup>, cuprochlor, entre otros.</li> <li>Evaluación de procesos de absorción en operaciones de procesamiento de minerales</li> <li>Reducción de la energía requerida en procesos ya implementados, entre otros.</li> </ul>		<p>El estudiante demuestra que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Sintetiza información, sobre la base de una búsqueda y selección de bibliografía pertinente sobre un tema dado, estableciendo los antecedentes respecto de un proyecto sobre problemáticas actuales de la metalurgia extractiva.</li> <li>Plantea los objetivos, antecedentes, metodología, costos y tiempos de ejecución de un proyecto, los que deben presentar coherencia y precisión con el problema de investigación.</li> <li>Explica la viabilidad, consistencia del proyecto, considerando las etapas de este y su descripción coherente.</li> </ol>	<p>Libro propuestas de proyecto en minería</p>

### Bibliografía General

1. Burkin:  
A. R. Burkin, Chemical Hydrometallurgy, Imperial College Press, 2001.
2. Davenport:  
W.G. Davenport, D. M. Jones, M. J. King and E. H. Partelpoeg, "Flash Smelting", 2<sup>nd</sup> Ed., Pergamon Press, Oxford, U.K., 2004.
3. Domic:  
E. Domic, Hidrometalurgia: fundamentos, procesos y aplicaciones, Andros Impresores Ltda., Santiago, Chile, 2001.
4. Habashi:  
F. Habashi, "A Textbook of Pyrometallurgy". Métallurgie Extractive Québec, Enr., Canada, 2002.
5. Newman:  
J. Newman, K. Thomas-Alyea, Electrochemical Systems, Wiley, 2004.
6. Popov:  
K. Popov, S. S. Djokic, B. N. Grgur, Fundamental Aspects of Electrometallurgy, Kluwer-Plenum, 2002.
7. Schlesinger:  
M. Schlesinger, M. King, K. C. Sole and W.G. Davenport, "Extractive Metallurgy of Copper", 5<sup>th</sup> Ed., Elsevier, Oxford, U.K., 2011.
8. Anderson:  
C. Anderson, R. Dunne, J. Uhrig, Mineral processing and extractive metallurgy: 100 years of innovation. First edition, 2014.

Aparte de esta bibliografía básica, se trabaja con una serie de apuntes (artículos) seleccionados para las sesiones de trabajo.

Vigencia desde:	2016
Elaborado por:	Tomás Vargas, Leandro Voisin, Gonzalo Montes
Validado por:	Bruno Behn
Revisado por:	<b>Área de Gestión Curricular, SGD</b>