

## PROGRAMA DE CURSO GEOLOGÍA PARA INGENIEROS

### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería de Minas (DIMIN)					
Nombre del curso	Geología para ingenieros	Código	MI3105	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Geology for engineers</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	MA1002: Cálculo diferencial e integral, CD2201: Módulo Interdisciplinario					

### B. Propósito del curso:

El curso, que se ubica en el V semestre de la malla, tiene como propósito que los y las estudiantes utilicen conocimientos básicos de las Ciencias de la Tierra para comprender en el contexto sistemas y procesos mineros, los principales procesos físicos y químicos que actúan en el sistema Tierra y que modifican el paisaje terrestre, generando recursos naturales.

Asimismo, los y las estudiantes evalúan los potenciales impactos ambientales y riesgos geológicos asociados al desarrollo de una faena minera, considerando condicionantes del ambiente geológico de una determinada zona. Para ello, utiliza mapas y modelos geológicos estructurales en 2 y 3D, interpretando datos o aplicando información a exploración, diseño y operación minera y estudios de impacto ambiental asociados.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Analizar datos y elaborar modelos para la caracterización geo-minero-metalúrgica de materiales, recursos minerales y procesos.

CE2: Concebir, diseñar, optimizar e implementar soluciones científico-tecnológicas en explotación de yacimientos, procesamiento de minerales o metalurgia extractiva.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

**CG3: Compromiso ético**

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

**CG5: Sustentabilidad**

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

**C. Resultados de aprendizaje:**

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Analiza la dinámica de funcionamiento del planeta Tierra, considerando su interacción con el manto, a fin de comprender aquellos procesos geológicos fundamentales que forman yacimientos.
	RA2: Discrimina entre distintos tipos de rocas existentes en la naturaleza y su relevancia económica para la minería, a partir de la clasificación de rocas por su composición mineralógica, considerando los procesos de formación involucrados.
CE1, CE2	RA3: Utiliza conceptos y teorías para analizar los procesos de deformación de la corteza terrestre en la formación y distribución de recursos minerales, así como las condiciones de riesgo y peligro geológico, en el contexto de la explotación minera.
CE2	RA4: Analiza y evalúa distintos tipos de yacimientos existentes en Chile y la distribución de recursos minerales en la Tierra, considerando su importancia para la exploración, localización y evaluación de proyectos mineros.
CE1	RA5: Evalúa, a través de la interpretación de un mapa geológico, potenciales impactos ambientales y riesgo geológico de una faena minera y su explotación, considerando condicionantes geomorfológicos, recursos geológicos y peligros de una determinada zona.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje

CG1	<p>RA6: Lee comprensivamente mapas y modelos geológicos estructurales en 2 y 3D, interpretando datos y/o aplicando información a exploración, diseño y operación minera, y estudios de impacto ambiental asociados.</p> <p>RA7: Produce reportes de laboratorio, ingeniería y/o terreno sobre la interpretación de modelos o mapas geológicos estructurales, la composición litológica de muestras de rocas y/o análisis de potenciales impactos ambientales, riesgos y peligros geológicos en la actividad minera y su entorno.</p>
CG3, CG5	<p>RA8: Analiza, desde una perspectiva ética, ejemplos de como una faena minera se interrelaciona con distintos componentes geológicos y cómo esto afecta a su entorno medioambiental y social, a nivel local y regional.</p>

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA3, RA4	Fundamentos de Geología General	2 semanas
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
<p>1.1. La geología como disciplina científica y el concepto de sistema tierra.</p> <p>1.2. Origen de la tierra y tiempo geológico.</p> <p>1.3. La importancia de la exploración al interior de la tierra: núcleo, manto, corteza.</p> <p>1.4. Tectónica de placas.</p> <p>1.5. Procesos metalogénicos formadores de yacimientos.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Utiliza conceptos geológicos básicos como núcleo, manto, corteza para describir el funcionamiento del planeta tierra.</li> <li>Analiza al planeta Tierra como un sistema dinámico, cuyos procesos geológicos modifican continuamente su organización y morfología-</li> <li>Clasifica y describe las distintas estructuras de la tierra desde el núcleo a la corteza, considerando la tectónica de placas.</li> <li>Analiza ejemplos acotados de distintos procesos geológicos, en función de la teoría de la tectónica de placas y la relación de esta con la diversidad y distribución de yacimientos minerales en la tierra.</li> </ol>	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		[1] Capítulo 2 y 21.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA6	Rocas y minerales	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Materiales de la tierra: minerales y rocas. 2.2. Tipos de rocas: origen y clasificación: ígneas y volcánicas; sedimentarias; metamórficas. 2.3. Evolución y distribución espacial y temporal de las rocas en la evolución geológica de la tierra. 2.4. Principales minerales formadores de rocas: serie de Bowen.		El/la estudiante:  1. Clasifica, describe y analiza rocas, según su origen y composición mineralógica, a partir de una actividad de laboratorio. 2. Lee un mapa geológico, considerando la distribución espacial y temporal de distintas unidades litológicas asociadas a la evolución de un área geográfica.	
Bibliografía de la unidad		[1] Capítulo 3, 4, 5, 7 y 8.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3, RA6, RA7	Fundamentos de geología estructural	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Principios básicos de estrés: componentes y tensor de esfuerzos. 3.2. Campos de esfuerzos. 3.3. Criterios de fractura aplicables a la geología estructural. 3.4. Círculo de Mohr. 3.5. Relación entre los distintos tipos de fractura y el círculo de Mohr. 3.6. Reactivación de discontinuidades. 3.7. Definición y mediciones de deformaciones. 3.8. Elipsoide de deformación. 3.9. Geología aplicada a la ingeniería.		El/la estudiante:  1. Utiliza conceptos básicos de esfuerzos y criterios de fractura determinando cómo se deforman las rocas. 2. Interpreta las condiciones de deformación a partir de las geometrías y patrones de las estructuras geológicas, en ejemplos que se le presentan. 3. Utiliza, en una actividad de laboratorio, modelos y mapas geológicos estructurales en 2 y 3D para determinar información relevante que permita la construcción de secciones, plantas y sólidos. 4. Elabora reportes de laboratorio, ingeniería y/o terreno sobre la interpretación de modelos y/o mapas geológicos estructurales.	
Bibliografía de la unidad		[1] Capítulo 10.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA4, RA5, RA6, RA8	Geología de Chile	6 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Geología de Chile y formación de Los Andes. 4.2. Peligros geológicos en Chile 4.3. La geología andina y sus recursos 4.3.1. Recursos minerales metálicos y no metálicos. 4.3.2. Recursos energéticos. 4.4. Exploración y Explotación de yacimientos		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica principales procesos formadores de la cordillera de los Andes y sus recursos naturales</li> <li>2. Relaciona la geología con el negocio minero, considerando la importancia de esta disciplina para determinar características de las rocas y si estas tienen un potencial beneficio económico.</li> <li>3. Identifica procesos geológicos de relevancia para la exploración, localización y evaluación de proyectos mineros en los tipos de yacimientos presentes en Chile.</li> <li>4. Utiliza conceptos básicos y definiciones de geología económica aplicables al negocio minero.</li> <li>5. Usa mapas geológicos para interpretar información sobre recursos naturales, minerales o energéticos, así como riesgos y peligros geológicos.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1] Capítulo 21.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA5, RA6, RA7, RA8	Impacto de la minería en procesos ambientales y geológicos	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Minería y su entorno: <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1.1. Sistemas fluviales.</li> <li>5.1.2. Procesos y sistemas litorales.</li> <li>5.1.3. Aguas subterráneas.</li> <li>5.1.4. Glaciares.</li> <li>5.1.5. Procesos de remoción en masa.</li> <li>5.1.6. Desiertos y procesos eólicos.</li> <li>5.1.7. Riesgo y peligro geológico.</li> </ol>		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica y analiza las características morfológicas de una zona determinada, mediante el análisis de datos o información de la observación del paisaje terrestre y/o mapas geológicos.</li> <li>2. Interpreta mapas geológicos y/o del paisaje terrestre, considerando la dinámica de la evolución del paisaje terrestre.</li> <li>3. Explica la dinámica de la evolución del paisaje terrestre, en función del clima y el ciclo hidrológico.</li> <li>4. Redacta un reporte sobre análisis de posibles impactos ambientales y riesgos geológicos en una faena minera y su entorno.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1] Capítulos 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19 y 20.	

## E. Estrategias de enseñanza – aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias de enseñanza:

- **Clases expositivas**, donde se presentan y analizan de manera sintética los principales conceptos y contenidos relevantes de cada sesión, promoviendo la participación activa del estudiante, mediante el uso de ejemplos, problemas, y actividades de laboratorio, entre otras.
- **Resolución de problemas**: se presentan ejemplos representativos de los temas relevantes de las unidades.
- **Trabajo de laboratorio**: donde se procesan, analizan datos e información relevante de la geología para ingenieros. En el laboratorio, para los y las estudiantes se pueden diseñar actividades prácticas, entre las que se pueden ejemplificar: el uso de la brújula para la medición de rumbos, manteos y *rakes* de estructuras; asimismo, una actividad presencial, y otras actividades prácticas como construcción de mapas y secciones, secciones balanceadas, etc., y también actividades que se pueden realizar on-line y algunas, con software especializados.
- **Terrenos**: se busca aplicar de manera práctica los conceptos teóricos en casos reales (visita a una faena minera o a un sector donde se analicen la geomorfología relevante para la aplicación ingenieril y los posibles impactos ambientales en el entorno).
- **Análisis de caso**: lectura de artículos que ejemplifiquen la interpretación y aplicación de datos e información para la exploración, diseño y operación minera y estudios de impacto ambiental asociados.

## F. Estrategias de evaluación:

El curso considera distintas instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje (RA) asociado a la evaluación
• Ejercicios prácticos de laboratorio y/o terreno con sus respectivos reportes	Evalúa RA2, RA4, RA5. RA7, RA8
• Análisis de caso (lecturas)	Evalúa RA6
• Controles	Evalúa RA1, RA3
• Examen	Evalúa RA1, RA2, RA3, RA4, RA5

*Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones propuestas para el curso, así como cantidad y ponderación correspondiente.*

## G. Recursos bibliográficos:

### Bibliografía obligatoria:

- [1] Tarbuck, E. y Lutgens, F. (2016). *Earth: An introduction to physical geology*. Editorial Pearson, Novena edición.

### Bibliografía complementaria:

- [2] Murck, B. y Skinner, B. (2012). *Visualizing geology*. Editorial: Wiley.  
 [3] Kesler, S. and Simon, A., (2015). *Mineral Resources, Economics and the Environment*, Cambridge University Press.  
 [4] Fossen, R. (2016). *Structural Geology*, Editorial Cambridge Press, Segunda Edición.  
 [5] Waltham, T. (2009), *Foundations of Engineering Geology*, Editorial CRC Press, Tercera edición.

## H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2022
Elaborado por:	Brian Townley, Luis Felipe Orellana
Validado por:	Validador académico par: Pía Lois, Luis Felipe Orellana, Leandro Voisin Validación CTD de Minas
Revisado por:	Área de Gestión Curricular