

## PROGRAMA DE CURSO PETROLOGÍA METAMÓRFICA

### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geología (DGL)					
Nombre del curso	Petrología metamórfica	Código	GL4403	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Metamorphic Petrology</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	3	Trabajo personal	4
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GL3203: Ciencia de los minerales II, GL3204: Energía de procesos geológicos					

### B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes manejen conceptos fundamentales sobre el origen de los diversos tipos de rocas metamórficas, utilizando diagramas de fase y estimaciones de variables intensivas para proponer modelos de génesis de las rocas metamórficas.

Asimismo, identifican tipos de rocas metamórficas, a través del estudio en terreno petrográfico y textural, a fin de definir las asociaciones minerales en equilibrio.

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

CE1: Caracterizar e interpretar las estructuras geológicas de una zona, a distintas escalas para proyectos de investigación científica y aplicada.

CE2: Modelar la cinemática y dinámica de los sistemas estructurales de una región, mediante soportes tecnológicos computacionales, para comprender los procesos de deformación de rocas y para la toma de decisiones en proyectos aplicados a peligros geológicos, agua y obras ingenieriles.

CE3: Caracterizar los minerales formadores de rocas para determinar sus condiciones físico-químicas de formación y sus aplicaciones.

CE4: Analizar e interpretar procesos geoquímicos y petrogenéticos caracterizando las rocas ígneas y metamórficas de una región.

CE7: Evaluar en terreno los recursos minerales y energéticos, para definir su distribución espacial, volumen, calidad, potencial económico y factibilidad de explotación sustentable.

CE8: Interpretar los procesos de formación de los recursos minerales y energéticos para la investigación científica y aplicada.

**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.

**CG4: Trabajo en equipo**

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

**C. Resultados de aprendizaje:**

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1, CE2, CE3, CE7	RA1: Identifica tipos de rocas metamórficas, a través del estudio petrográfico y textural, a fin de definir las asociaciones minerales en equilibrio, considerando actividades de terreno, laboratorio y/o análisis de caso.
CE4, CE7, CE8	RA2: Propone modelos de génesis de las rocas metamórficas, considerando el uso diagramas de fase y estimaciones de variables intensivas y conceptos fundamentales sobre los diversos tipos de rocas metamórficas.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA3: Expone, con precisión, en forma oral y escrita, los resultados de una investigación en terreno y/o análisis de estudios de caso sobre procesos metamórficos, considerando el uso de metodologías de trabajo e investigación en petrología.
CG4	RA4: Elabora, en conjunto con su equipo, un informe, considerando la importancia de la corresponsabilidad en la organización de la labor y desarrollo de la tarea común, tanto en la presentación como en la defensa de su trabajo.

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA3, RA4	Petrología metamórfica	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Definición y límites del metamorfismo. 1.2. Tipos de cambios metamórficos. 1.3. Terminología de rocas metamórficas. 1.4. Metamorfismo y Tectónica de placas. 1.5. Texturas metamórficas: difusión en sólidos, nucleación y crecimiento, texturas de recristalización, texturas de desequilibrio. 1.6. Relación blastesis-deformación.		El/la estudiante:  1. Identifica los tipos de metamorfismo, considerando sus diferencias. 2. Analiza tipos de rocas metamórficas, enmarcándolas dentro de un contexto geológico regional, en el contexto de trabajo de laboratorio. 3. Usa las variables P-T para la identificación de las rocas metamórficas. 4. Reporta resultados del análisis de procesos metamórficos, elaborando párrafos efectivos, concisos y claros, considerando aspectos gramaticales y textuales. 5. Coordina con su equipo las tareas comprometidas, considerando para su ejecución, formalidades de la entrega, una planificación de las actividades.	
Bibliografía de la unidad		Barrer (1998) Best (2003) Mason (1990). Spear (1993). Yardley (1989). Yardley et al (1997). Winkler (1979).	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA3, RA4	Factores que controlan el metamorfismo	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Propiedades térmicas de las rocas. 2.2. Temperatura y flujo térmico. 2.3. Presión litostática, esfuerzo desviatorio y presión de fluidos. 2.4. Fluidos metamórficos. 2.5. El tiempo como variable en el metamorfismo.		El/la estudiante:  1. Analiza la influencia de la presión, temperatura y naturaleza de la fase fluida durante los procesos metamórficos, considerando la inclusión de la variable tiempo en el metamorfismo. 2. Expone por escrito sobre el análisis de factores que controlan el metamorfismo, considerando en su escritura concisión, claridad y coherencia en el desarrollo de sus ideas. 3. Cumple, según el rol asignado, las tareas y actividades comprometidas con su equipo, considerando formalidades de la entrega y organización del trabajo.	
Bibliografía de la unidad		Best (2003) Spear (1993) Yardley (1989)	



Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA3, RA4	Evaluación cualitativa de las condiciones P-T del metamorfismo y Facies metamórficas	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Grado metamórfico. 3.2. Minerales índices y zonas minerales. 3.3. Isogradas de reacción. 3.4. Facies metamórficas. 3.5. Series de facies metamórficas. 3.6. Relación entre facies metamórficas y tectónica de placas.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estima, de manera cualitativa, las variables intensivas del metamorfismo mediante el concepto de la facies metamórfica y el grado metamórfico, en el contexto de actividades de laboratorio.</li> <li>2. Reporta de manera clara los resultados de la estimación cualitativa de variables intensivas del metamorfismo, usando un lenguaje técnico preciso acorde a la disciplina de la petrología metamórfica.</li> <li>3. Trabaja en las tareas y actividades comprometidas con su equipo, considerando organización del trabajo y acuerdos, en el contexto del trabajo de laboratorio.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		Best (2003) Spear (1993) Yardley (1989)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2, RA3, RA4	Reacciones metamórficas	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. El concepto de equilibrio en Metamorfismo. 4.2. Asociaciones minerales en equilibrio. 4.3. Diagramas composicionales y asociaciones minerales estables. 4.4. Termodinámica de reacciones metamórficas. 4.5. Reacciones discontinuas o univariantes. 4.6. Reacciones continuas o divariantes. 4.7. Reacciones que involucran fases fluidas. 4.8. Reacciones de intercambio catiónico. 4.9. Estimación cuantitativa de las condiciones P-T. 4.10. Trayectorias P-T-t.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determina el control termodinámico de los procesos metamórficos y su efecto en distintos tipos de rocas, en el contexto de actividades de laboratorio.</li> <li>2. Analiza los diferentes tipos de reacciones químicas que pueden ocurrir durante un proceso metamórfico, en el contexto de actividades de laboratorio.</li> <li>3. Cuantifica las condiciones P-T del metamorfismo, utilizando asociaciones minerales y redes petrogenéticas, en el contexto de actividades de laboratorio.</li> <li>4. Reporta los resultados de su trabajo con las reacciones metamórficas, explicando de manera clara sus ideas y las metodologías usadas.</li> <li>5. Cumple, según el rol asignado, las tareas y actividades comprometidas con su equipo, considerando formalidades de la entrega y organización del trabajo.</li> </ol>	



Bibliografía de la unidad	Best (2003) Spear (1993) Yardley (1989)
---------------------------	--

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA2, RA3, RA4	Transformaciones metamórficas en los principales tipos de rocas	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Metamorfismo de rocas pelíticas. 5.2. Representación de rocas pelíticas en diagramas de fases. Redes petrogenéticas en rocas pelíticas. 5.3. Metamorfismo de rocas graníticas. 5.4. Metamorfismo de rocas ígneas básicas. Facies metamórficas. Redes petrogenéticas en metabasitas. 5.5. Metamorfismo de rocas carbonatadas. Redes petrogenéticas en rocas calco-silicatadas.		El/la estudiante:  1. Analiza las transformaciones minerales en los principales grupos de roca, en ejemplos que se le presentan en el contexto del trabajo de laboratorio. 2. Aplica diagramas composicionales y las redes petrogenéticas más comúnmente utilizadas para el análisis petrogenético de las diferentes rocas metamórficas, en el contexto de actividades de laboratorio. 3. Cumple, según el rol asignado, las tareas y actividades, considerando formalidades de la entrega.	
Bibliografía de la unidad		Best (2003) Bucher & Frey (1994) Kornprobst (1994) Spear (1993)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA3, RA4	Metamorfismo regional en Chile	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
6.1. El basamento metamórfico en el norte de Chile. 6.2. El basamento metamórfico del sur y zona austral de Chile. 6.3. El metamorfismo de muy bajo grado en las secuencias mesozoicas de Chile central.		El/la estudiante:  1. Reconoce la distribución y características de las rocas metamórficas del país, en el contexto de trabajo de terreno, laboratorio y/o análisis de caso. 2. Planifica organizadamente su trabajo y tiempo para cumplir con las tareas asignadas dentro del equipo en relación a las actividades de laboratorio. 3. Elabora presentaciones claras y pertinentes a un contexto formal sobre trabajo de terreno, laboratorio y/o análisis de caso, utilizando recursos no verbales (apoyo visual, imágenes, tablas, modelos digitales, entre otros).	
Bibliografía de la unidad		-Lecturas varias en función de publicaciones recientes.	

### E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso se estructura en base a distintas metodologías de enseñanza y aprendizaje entre las que se pueden mencionar:

- Clases expositivas y de discusión
- Trabajo práctico en laboratorio semanal: actividades centradas en la descripción y clasificación de rocas ígneas y metamórficas.
- Lecturas complementarias y trabajos individuales.
- Trabajo práctico en terreno de 2 días.

### F. Estrategias de evaluación:

Las instancias de evaluación que se contemplan son:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos controles parciales.</li> </ul>	En ellos se evalúan los siguientes resultados de aprendizaje: Control 1: RA1, RA2 Control 2: RA2, RA3 y RA4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos de Laboratorio, trabajo de terreno con sus respectivos reportes y exposiciones.</li> </ul>	Evalúan los resultados de aprendizaje RA1, RA2, RA3, RA4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un examen.</li> </ul>	Con esta actividad se evalúan los resultados de aprendizaje RA1, RA2

La nota final será el promedio aritmético entre la nota de control y nota final de Laboratorio. Para aprobar el curso se requiere tener nota igual o mayor que 4,0 tanto en cátedra como el laboratorio; este último es de asistencia obligatoria.

### G. Recursos bibliográficos:

#### Bibliografía obligatoria:

1. BARKER, A.J. (1998). Introduction to metamorphic textures and microstructures. Blackie, London, 264 pp.
2. BEST, M.G. (2003). Igneous and Metamorphic Petrology. 2nd ed., Blacwell Science Ltd, 729 pp.
3. BUCHER, K; FREY, M. (1994). Petrogenesis of metamorphic rocks. Springer- Verlag, Berlin: 6th edition, 318 pp.
4. KORNPROBST, J. (1994). Les roches métamorphiques et leur signification géodynamique. Masson, Paris, 224 pp.
5. MASON, B. (1990). Petrology of the Metamorphic Rocks. Unwin Hyman, Londres, 230 p.
6. MIYASHIRO, A. (1994). Metamorphic petrology. UCL Press, 404 pp.
7. PHILPOTTS, A.R. & ARGUE, J.J. (2009). Principles of igneous and metamorphic petrology (2<sup>nd</sup> edition). Cambridge University Press, 667 pp.
8. SPEAR, F.S. (1993). Metamorphic Phase Equilibria and Pressure- Temperature-Time paths. Mineralogical Society of America Monograph, 799 pp.
9. YARDLEY, B.W.D. (1989). An introduction to Metamorphic Petrology. Longman Scientific & Technical, 258 pp.

10. YARDLEY, B.W.D.; MACKENZIE, W.S.; GUILFORD, C. (1997). Atlas de rocas metamórficas y sus texturas. Barcelona: Mason.
11. WINKLER, H. 1979. Petrogénesis of metamorphic rocks. Fifth edition. Springer Verlag.

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

Vigencia desde:	Primavera, 2022
Elaborado por:	Diego Morata
Validado por:	CTD de Geología
Revisado por:	Área de Gestión Curricular