

# PETROGÉNESIS

Curso 2016-2017

(fecha última modificación: 27-06-2016)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Petrología y Geoquímica	Petrogénesis	4º	2º	6	Optativa
<b>PROFESOR(ES)</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• María Teresa Gómez Pugnaire (MTGP). Catedrática de Universidad</li> <li>• Juan Manuel Fernández Soler (JMFS). Profesor Titular de Universidad</li> </ul>			Departamento de Mineralogía y Petrología, 1ª planta de Geológicas, Facultad de Ciencias. Despachos nº 7 (JMFS) y 9 (MTGP) Teléfonos: 958246612 (JMFS), 958243358 (MTGP) E-mail: <a href="mailto:jmfsoler@ugr.es">jmfsoler@ugr.es</a> y <a href="mailto:teresa@ugr.es">teresa@ugr.es</a>		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>		
			Lunes, martes, miércoles de 11 a 13 horas (JMFS) Lunes, martes y miércoles, de 13 a 14 horas, y de 16:30 a 17:30 horas (MTGP)		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Geología					
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
<p>PRERREQUISITOS: Haber cursado las materias de Mineralogía, Petrología, Geoquímica y Trabajo de Campo II</p> <p>RECOMENDACIONES Se recomienda haber cursado la asignatura de Geología Química. En concreto se requiere tener conocimientos adecuados sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentos de Mineralogía, Petrología y Geoquímica.</li> <li>• Identificación mineral y petrografía óptica. Composición mineral y fórmulas estructurales.</li> <li>• Bases de equilibrio químico y utilización de diagramas de fase elementales.</li> <li>• Técnicas comunes de trabajo geológico en campo y gabinete.</li> </ul>					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
Se plantea esta asignatura como una continuación de la asignatura troncal de Petrología, en la que se presentan las nociones introductorias relativas a la sistemática, reconocimiento e interpretación de las rocas					



ígneas y metamórficas. En esta continuación se abordan en mayor profundidad los aspectos teóricos y metodológicos, así como su relevancia e incardinación en el desarrollo de modelos geodinámicos.

En la parte de Petrogénesis Ígnea se tratarán los mecanismos de fusión en la corteza y manto terrestres, y los mecanismos de evolución magmática, y se interpretan éstos mediante diagramas de fase y herramientas de modelización geoquímica. Se aplican estas consideraciones a la génesis de las principales asociaciones magmáticas.

En la parte de Petrogénesis Metamórfica se abordará fundamentalmente la modelización termodinámica de las asociaciones minerales metamórficas, la metodología asociada a la reconstrucción e interpretación de las trayectorias metamórficas y las implicaciones de estas últimas como herramienta geodinámica.

### **COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS**

De acuerdo con la memoria de Verificación del Grado en Ciencias Ambientales, en esta signatura se contribuye a la adquisición de las siguientes Competencias Genéricas (CG) y Competencias Específicas (CE):

#### **COMPETENCIAS GENÉRICAS y ESPECÍFICAS**

- CG 1 Capacidad de análisis y síntesis.
- CG 2 Capacidad para pensar reflexivamente.
- CG 3 Capacidad de resolver problemas.
- CG 4 Capacidad para aplicar conocimientos a la práctica.
- CG 7 Capacidad para trabajar y tomar decisiones de forma autónoma.
- CG 9 Motivación por una formación integral.
- CG 10 Trabajo en equipos de carácter multidisciplinar.
  
- CE-1A. Relacionar las propiedades físicas de la materia con su estructura. Saber identificar y caracterizar minerales y rocas mediante técnicas instrumentales comunes, así como determinar sus ambientes de formación y sus aplicaciones industriales.
- CE-1B. Conocer y valorar las aportaciones de los diferentes métodos geofísicos y geoquímicos al conocimiento de la Tierra.
- CE-2A. Reconocer los minerales, las rocas y sus asociaciones, los procesos que las generan y su dimensión temporal.
- CE-2B. Saber relacionar tipos de rocas con ambientes geodinámicos.
- CE-2C Tener una visión general de la geología a escala global y regional.
- CE-3. Conocer los recursos de la Tierra y saber aplicar los métodos y técnicas para su estudio y evaluación. Comprender los procesos medioambientales actuales y los posibles riesgos asociados.
- CE-5A. Preparar, procesar, interpretar y presentar datos usando las técnicas cualitativas y cuantitativas adecuadas, así como los programas informáticos apropiados.
- CE-5D. Integrar datos de campo y/o laboratorio con la teoría siguiendo una secuencia de observación, reconocimiento, síntesis y modelización.

### **OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)**

- Conocer los procesos de génesis y evolución de las asociaciones ígneas/metamórficas y su modelización.
- Interpretar procesos petrológicos empleando diagramas y equilibrios de fase, datos geoquímicos y petrográficos.



- Conocer los caracteres genéticos de las principales asociaciones de rocas ígneas.
- Reconocer el contexto geodinámico de formación de las rocas ígneas a partir de sus caracteres composicionales.
- Conocer y usar la metodología computacional asociada a la modelización de sistemas/asociaciones metamórficas.
- Conocer y evaluar la problemática asociada a la reconstrucción/interpretación de las trayectorias metamórficas.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO DE TEORÍA

#### PARTE I. PETROGENESIS ÍGNEA

#### TEMARIO TEÓRICO

#### PARTE I. PETROGENESIS ÍGNEA

- Tema 1. FUSIÓN EN EL MANTO (I): Composición, estructura y estado térmico del Manto Terrestre. Nódulos ultramáficos. Complejos ofiolíticos y Macizos ultramáficos.
- Tema 2. FUSIÓN EN EL MANTO (II): Mecanismos de fusión y diagramas de fase. Magmas primarios. Comportamiento de los elementos traza. Fusión en márgenes divergentes. Fusión y plumas del manto. Islas oceánicas y LIPs. Heterogeneidad en el manto.
- Tema 3. MECANISMOS DE EVOLUCIÓN MAGMÁTICA. Diagramas de variación. Mecanismos físicos de diferenciación. Cristalización fraccional. Sistemas abiertos. Modelos de elementos traza. Intrusiones máficas estratificadas.
- Tema 4. FUSIÓN EN EL MANTO (III): Papel de los volátiles. Generación de magmas en zonas de subducción. Generación de magmas alcalinos en el manto metasomatizado.
- Tema 5. FUSIÓN EN LA CORTEZA CONTINENTAL y génesis de granitoides. Sistemas haplograníticos. Mecanismos de fusión. Composición de los fundidos. Residuos cristalinos. Migmatitas. Segregación de fundidos. Clasificaciones de granitoides. Clasificación SIAM, Clasificación según el ambiente tectónico.

#### PARTE II. PETROGENESIS METAMÓRFICA

- Tema 6. EQUILIBRIO QUIMICO EN EL METAMORFISMO: Conceptos de equilibrio, desequilibrio y estado estable. Reversibilidad y equilibrio local.
- Tema 7. EQUILIBRIOS DE FASES EN SISTEMAS SIMPLES (I): Definiciones fundamentales: fase, componente y grados de libertad. La regla de las fases. Criterios de coexistencia estable. Concepto de paragénesis mineral como resultado del equilibrio químico en sistemas naturales. Evidencias de equilibrio en rocas metamórficas. Limitaciones de la aplicación del equilibrio químico en sistemas naturales.
- Tema 8. EQUILIBRIOS DE FASES EN SISTEMAS SIMPLES (II): Quimiografía. Sistemas binarios, ternarios de cuaternarios. La fórmula combinatorial. Reglas de Morey-Schreinemakers. Redes petrogenéticas.
- Tema 9. EQUILIBRIOS DE FASES EN SISTEMAS SIMPLES (III): Aplicación del Algebra Lineal en Petrología. Fundamentos del método. Ejemplos de distintas aplicaciones. Analisis proyectivo en Petrología metamórfica.



Tema 10. ESTUDIO DEL METAMORFISMO DESARROLLADO EN UN GRADIENTE DE ALTA PRESION Y BAJA TEMPERATURA. Como ejemplo práctico se estudiarán las rocas de alta presión del Complejo Nevado-Filábride de las Cordilleras Béticas.

#### TEMARIO PRÁCTICO

##### Seminarios/Talleres

- Taller 1: Aplicación del Álgebra lineal a la Petrología Metamórfica I: cálculos de soluciones sólidas, ajuste de reacciones,
- Taller 2: Aplicación del Álgebra lineal a la Petrología Metamórfica I: Proyecciones en el espacio composicional
- Taller 3: Aplicación del método de Gibbs a reacciones específicas.

##### Prácticas de laboratorio

- Modelización numérica de los sistemas magmáticos (I): interpretación de diagramas de variación y cálculos de balances de masa.
- Modelización numérica de los sistemas magmáticos (II): interpretación y modelización petrogenética a partir de elementos traza.
- Prácticas de microscopio: Evaluación de procesos petrogenéticos a partir de caracteres texturales. Estudio microscópico de suites magmáticas concretas, fundamentalmente de provincias magmáticas españolas.
- Prácticas de laboratorio: Estudio de láminas delgadas de eclogitas y rocas de la facies de las eclogitas con un microscopio virtual específicamente desarrollado con este objetivo.
- Prácticas de Microscopio: Completar y discutir en el microscopio petrográfico las observaciones realizadas con el virtual.

##### Prácticas de campo

- Práctica 2. Observaciones sobre el terreno de eclogitas y rocas de la facies de las eclogitas en el área de Còbdar.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

##### COMUN

- BEST, M.G. (2002) 2ª edición. *Igneous and Metamorphic Petrology*. Blackwell, 756 págs.
- PHILPOTTS, A.R. y AGUE, J.J. (2009) *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology* (2ª edición). Cambridge Univ. Press, 667 págs.
- WINTER, J.D. (2009) 2ª edición, *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology, International Edition*. Pearson Prentice Hall, 702 págs.

##### PARTE I: PETROGÉNESIS ÍGNEA

- WILSON M. (1989). *Igneous Petrogenesis: A Global Tectonic Approach*. Unwin Hyman, 466 págs.

##### PARTE II: PETROGÉNESIS METAMÓRFICA

- CARSWELL, D.A. (1990) *Eclogite Facies Rocks*. Blackie. Londres, 396 pp.



- SPEAR, F.S. *Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time paths*. Mineralogical Society of America. Monograph, 799 pp. (1993)
- SPEAR, F.S. et al., (1982) *Characterization of metamorphism through the mineral equilibria..* Cap. 3 y 4. Reviews in Mineralogy nº 10 (J.M. Ferry ed.) (1982).
- VERNON, R.H. y CLARK, G.L. (2008) *Principles of metamorphic petrology*. Cambridge University Press, 446 págs.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

#### PARTE I: PETROGÉNESIS ÍGNEA

- GILL, R. (2010) *Igneous Rocks and Processes: a Practical Handbook*. Wiley, 440 págs.
- HESS, P.C. (1988). *Origins of Igneous Rocks*. Harvard University Press, 335 págs.
- MCBIRNEY A.R. (1984). *Igneous Petrology*. Freeman, Cooper & Co., S.Francisco, 505 págs. (2ª edición)
- EHLERS, E.C. (1972) *The Interpretation of Geological Phase Diagrams*. W.H. Freeman & Co., 280 págs.
- ROLLINSON, H. R. (1993) *Using Geochemical Data: evaluation, presentation, interpretation*. Longman. 352 págs.

#### PARTE II: PETROGÉNESIS METAMÓRFICA

- ZEN, E-AN. *Construction of pressure-temperature diagrams for multicomponent systems after the method of Schreinemakers. A geometric approach*. Geol. Sur. Bull. (1966).
- NORDSTROM, D.K. y MUNOZ, J.L. *Geochemical Thermodynamics*. Blackwell Scientific Publications. (1986).
- T. Will (revisado 2006) *Phase equilibria in metamorphic rocks*. Lectures notes in Earth Sciences. (S. Bhattacharji, G.M. Friedman, H.J. Neugebauer y A. Seilacher) (eds.) 1ª versión 1998. Springer, Berlín, 299 págs.  
(Sólo on-line: <http://www.springerlink.com/content/g088m5475034/?v=editorial>).

#### ENLACES RECOMENDADOS

GEOKEM - An Electronic Reference Text of Igneous Geochemistry: <http://www.geokem.com/>  
 GERM (Geochemical Earth Reference Model) <http://earthref.org/GERM/>  
 Teaching Phase Diagrams: [http://serc.carleton.edu/research\\_education/equilibria/index.html](http://serc.carleton.edu/research_education/equilibria/index.html)  
 MELTS Software: <http://melts.ofm-research.org/index.html>  
 Projected Phase diagrams: <http://www.tulane.edu/~sanelson/eens212/>  
 Trayectorias P-T: <http://www.earth.ox.ac.uk/~davewa/research/useful.html>  
 Aplicaciones del método de Gibbs al equilibrio mineral:  
<http://ees2.geo.rpi.edu/MetaPetaRen/Software/Software.html>

#### METODOLOGÍA DOCENTE

- Lecciones magistrales (clases de teoría).
- Seminarios y talleres.
- Sesiones de trabajo de visu y microscopio.



- Trabajo individualizado de los alumnos utilizando la herramienta de “microscopio virtual”.
- Problemas y tareas numéricas.
- Actividades no presenciales individuales (trabajo autónomo sobre algunos de los temas; resolución de problemas y tareas encomendadas).
- Jornada de trabajo de campo (1)
- Tutorías académicas (individuales o en grupo, especialmente para las clases prácticas).



## EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

### INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

- Exámenes escritos sobre el programa de teoría y explicaciones prácticas (dos pruebas intermedias, una para cada parte de la asignatura. Posibilidad de una prueba final): 50%
- Autoevaluaciones intermedias (a entregar en 10-15 días)
- Asistencia y participación activa a clases teóricas: 10%
- Asistencia, participación activa y evaluación de la parte práctica de la asignatura: 20 %
- Elaboración de libretas y/o memoria de prácticas de laboratorio.
- Desarrollo de trabajos escritos y asignaciones de problemas, y discusión con el profesor: 20%

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. Valoración del dominio de los contenidos teóricos y prácticos (exámenes escritos).
2. Valoración de los trabajos realizados, atendiendo a la presentación, redacción y claridad de ideas, estructura y nivel científico, creatividad, justificación de lo argumentado y actualización de la bibliografía consultada.
3. Valoración del trabajo de laboratorio, atendiendo a la actitud activa del alumno, y a la presentación, claridad, y nivel científico en la elaboración de las notas y libretas de prácticas.
4. Grado de implicación y actitud del alumno manifestadas en su participación en las consultas (tutorías) y en la elaboración de los trabajos individuales o en equipo.
5. Asistencia a clase (especialmente a las clases prácticas y a las sesiones de trabajo en campo), seminarios, tutorías y sesiones en grupo.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

En esta asignatura se hace uso de las plataformas docentes PRADO2 (<http://prado.ugr.es>) (preferente) y SWAD (<http://swad.ugr.es>) (en retroceso) de la Universidad de Granada, donde el alumno podrá encontrar las presentaciones de clase, una programación más detallada del curso, textos resumen de cada tema, problemas y asignaciones a realizar por los alumnos, lecturas complementarias, etc., y donde el estudiante puede entregar sus trabajos, problemas resueltos, y autoevaluaciones.

