

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Aspectos globales de la Geología	Geoquímica	3º	2º	6	Obligatoria
PROFESORES ⁽¹⁾			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> José Francisco Molina Palma 			Dpto. Mineralogía y Petrología, Facultad de Ciencias. Despacho nº 15 C, 1ª planta. Correo electrónico: jfmolina@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS ⁽¹⁾		
			lunes, martes, miércoles y viernes de 15 a 16 horas; jueves de 15 a 17		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Geología			Ciencias ambientales		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener cursadas las asignaturas de Petrología, Mineralogía y Cristalografía Tener conocimientos adecuados sobre: <ul style="list-style-type: none"> Matemáticas y Estadística Química Física 					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
<ul style="list-style-type: none"> Introducción: Concepto de Geoquímica. Desarrollo histórico. Métodos geoquímicos. Abundancias cósmicas y nucleosíntesis. Composición y diferenciación química de la Tierra. 					

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))



- Controles estructurales, termodinámicos y cinéticos de la distribución de elementos.
- Fraccionamiento en sistemas ígneos, metamórficos y acuosos.
- Geoquímica isotópica.
- Geocronología.
- Aplicaciones de la Geoquímica a la resolución de problemas globales.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

- De acuerdo con la memoria de Verificación del Grado en Geología, en esta signatura se contribuye a la adquisición de las siguientes Competencias Específicas (CE):
- 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 geoquímicos al conocimiento de la Tierra.
- CE-2C: Tener una visión general de la geología a escala global y regional.
- 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 la composición global de la Tierra y su evolución geoquímica con el tiempo.
- Conocer las bases físico-químicas que controlan la distribución de elementos e isótopos en procesos geológicos.
- Conocer los fundamentos teóricos de la geología isotópica y la geocronología y sus aplicaciones a la resolución de problemas geológicos.
- Aplicar técnicas geoquímicas a la resolución de problemas geológicos y elaborar modelos explicativos.
- Preparar, procesar, interpretar y presentar datos geoquímicos usando técnicas matemáticas y estadísticas adecuadas y programas informáticos apropiados.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- **Tema 0. INTRODUCCIÓN.** Organización del curso. Geoquímica: objetivos y relaciones con otras ciencias. Desarrollo histórico. Métodos geoquímicos.
- **Tema 1. ABUNDANCIAS CÓSMICAS Y NUCLEOSÍNTESIS.** Abundancia de los elementos en el Cosmos. Teorías de la nucleosíntesis: nucleosíntesis primordial; nucleosíntesis estelar; nucleosíntesis explosiva; procesos de espalación.
- **Tema 2. METEORITOS.** Definición y clasificación. Mineralogía y composición. Origen y formación. Clasificación cosmoquímica y geoquímica de los elementos. Tectitas.
- **Tema 3. LA TIERRA.** Estructura de la Tierra. Composición del manto y el núcleo. Composición global. Composición de la corteza. Composición de la hidrosfera y la atmósfera. Comparación con la Luna y otros planetas. Formación y diferenciación geoquímica de la Tierra.
- **Tema 4. CONTROLES ESTRUCTURALES DE LA DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS.** Estructura de minerales y fundidos. Substitución atómica e isotopismo. Reglas de Goldschmidt. Coeficientes de partición. Teoría



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 2

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
gradus.ugr.es

Firmado por: NICOLAS VELILLA SANCHEZ Director de Departamento

Sello de tiempo: 22/06/2017 11:09:10 Página: 2 / 6



/M/i0ykwyVg0mqjXojAIZ35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

del Campo del Cristal.

- **Tema 5.** CONTROLES TERMODINÁMICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS. Equilibrio químico y reversibilidad. Función de Gibbs y potencial químico. Actividad y fugacidad. Condiciones de equilibrio químico y constante de equilibrio. Geotermometría y geobarometría.
- **Tema 6.** CONTROLES CINÉTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS. Teoría de la difusión química: leyes de Fick. Coeficientes de difusión y compensación. Teoría de la nucleación. Crecimiento cristalino. Efectos sobre los coeficientes de partición.
- **Tema 7.** FRACCIONAMIENTO DE ELEMENTOS MAYORES Y TRAZAS. Balances de masas. Procesos de fusión y cristalización. Refinamiento por zonas. Procesos en sistemas abiertos.
- **Tema 8.** GEOCROLOGÍA. Estabilidad nuclear y mecanismos de desintegración radiactiva. Velocidad de desintegración y crecimiento radiactivo. Ecuación de la isocrona. Cálculo de isocronas. Sistemas: K-Ar, Rb-Sr, Sm-Nd y U-Th-Pb.
- **Tema 9.** GEOQUÍMICA DE ISÓTOPOS RADIOGÉNICOS. Isótopos radiogénicos: Sr, Nd y Pb. Edades modelo. Aplicaciones como trazadores de procesos geológicos.
- **Tema 10.** GEOQUÍMICA DE ISÓTOPOS ESTABLES. Fundamentos físico-químicos. Geotermometría isotópica. Isótopos de H, O, C, N y S.

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

- **Seminario 1.** GEOCROLOGÍA. Relaciones fundamentales y cálculo de edades.
- **Seminario 2.** IMPACTOS DE METEORITOS. Estimación de energía liberada en impactos de meteoritos.
- **Seminario 3.** VISCOSIDAD DE LOS MAGMAS. Estimaciones de la viscosidad de los magmas a partir de la composición química de la roca.
- **Seminario 4.** PRESENTACIÓN DE DATOS ANALÍTICOS DE ROCAS Y MINERALES. Diagramas de Harker y de clasificación de rocas magmáticas. Diagramas de elementos traza y de REE normalizados.
- **Seminario 5.** FRACCIONAMIENTO DE ELEMENTOS MAYORES Y TRAZAS. Balances de masas. Ecuaciones de fraccionamiento de elementos mayores y trazas en procesos de cristalización y de fusión.
- **Seminario 6.** CÁLCULOS TERMOBAROMÉTRICOS. Calibrado de expresiones termobarométricas. Cálculos de P-T-fO₂ en rocas ígneas y metamórficas.
- **Seminario 7.** FRACCIONAMIENTO DE ISÓTOPOS ESTABLES. Parámetros de medida del fraccionamiento isotópica. Aplicaciones termométricas.

BIBLIOGRAFÍA

MATERIAL DE LA ASIGNATURA:

- Molina, J.F., Bea, F., Montero, P. (2016) *Prácticas de Geoquímica: seminarios y ejercicios*. Plataforma Prado2: prado.ugr.es

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Albarède, F. (2009) *Geochemistry. An introduction*. Cambridge University Press. Cambridge, 342 pp.
- Faure, G. (1998) *Principles and applications of geochemistry*. Prentice Hall, New Jersey, 625 pp.
- Henderson, P. (1982) *Inorganic geochemistry*. Pergamon Press, Oxford. 353 pp.
- Krauskopf, K.B. (1982) *Introduction to geochemistry*. McGraw Hill. London, 617 pp.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 3

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: NICOLAS VELILLA SANCHEZ Director de Departamento

Sello de tiempo: 22/06/2017 11:09:10 Página: 3 / 6



/M/i0ykwyVg0mqjXojAlZ35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

- Mason B., Moore, C.B. (1982) *Principles of Geochemistry*. John Wiley & Sons, New York. 344 pp
- McSween, H.Y., Rirchardson, S.M., Uhle, M. (2003). *Geochemistry: Pathways and Processes*. Columbia University Press., 363 pp.
- Misra, K.C. (2012) *Introduction to Geochemistry. Principles and applications*. Wiley-Blackwell, 438 pp.
- Walther J.V. (2009) *Essentials of Geochemistry*. Jones and Barlett Publishers, LLC, 797 pp.
- White, W. M. (2013) *Geochemistry*. Wiley-Blackwell (ISBN 978-0470656686), Wiley-Blackwell (ISBN 978-0470656686). 660 pp.
- White, W. M. (2015) *Isotope Geochemistry*. Wiley & Sons (ISBN 978-0470656709). 478 pp.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Albarède F. (1995) *Introduction to geochemical modeling*. Cambridge University Press. Cambridge, 543 pp.
- Anderson G.M., Crerar D.A. (1993) *Thermodynamics in Geochemistry. The equilibrium model*. Oxford University Press, 588 pp.
- Bowen R. (1988) *Isotopes in the earth science*. Elsevier Applied Science. London, 647 pp.
- Brownlow A.H. (1995) *Geochemistry*. Prentice-Hall. New Jersey, 608 pp.
- Davis J.C. (1973) *Statistics and data analysis in geology*. John Wiley & Sons, New York. 464 pp.
- DePaolo J.D. (1988) *Neodymium isotope geochemistry: An Introduction*. Springer-Verlag, Heidelberg, 187 pp.
- Dicking A.P. (1995) *Radiogenic isotope geology*. Cambridge University Press. 490 pp.
- Heaman L., Ludden J.N. (1991) *Applications of radiogenic isotope systems to problems in Geology*. Mineralogical Association of Canada Short Course 19. Toronto.
- Faure G. (1977) *Principles of isotope geology* (2^o ed). John Wiley & Sons, New York. 589 pp.
- Faure G. (1986) *Principles of isotope geology*. Wiley, New York, 589 pp.
- Faure G. (2001) *Origin of the igneous rocks. The isotopic evidence*. Springer, Berlin, 496 pp.
- Faure G. y Mensing T.S. (2005) *Isotopes. Principles and applications*. John Wiley & Sons, 897 pp.
- Heaman L. and Ludden J.N. (1991) *Applications of radiogenic isotope systems to problems in Geology*. Mineralogical Association of Canada Short Course 19. Toronto.
- Hoefs J. (2004) *Stable isotope geochemistry*. Springer, 244 pp.
- Holland H.D., Turekian K.K (eds.) (2003) *Treatise on Geochemistry*. Elsevier Pergamon, Oxford.
- Le Maitre R.W. (1982) *Numerical petrology: Statistical interpretation of geochemical data*. Elsevier, Amsterdam.
- McSween, H.Y., Huss, G.R. (2010) *Cosmochemistry*. Cambridge University Press.
- Marshall C.P., Fairbridge R.W. (eds.) (1999) *Encyclopedia of Geochemistry. Encyclopedia of Earth Sciences Series*. Kluwer Academic Publishers
- Nordstrom D.K., Munoz J.L. (1985) *Geochemical thermodynamics*. Menlo Park, CA, Benjamin/Cummings, 477 pp.
- Smith D.G. (1989) *The Cambridge Encyclopedia of Earth Sciences*. Cambridge University Press.
- Zou H. (2009) *Quantitative geochemistry*. London: Imperial College Press, 291 pp.

ENLACES RECOMENDADOS

- Departamento de Mineralogía y Petrología de la UGR: <http://www.ugr.es/~minpet/>
- Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK: <http://www.eolss.net>
- Geochemical Earth Reference Model (GERM): <http://earthref.org/index.html>
- Tutor de Problemas de Petrología y Geoquímica (UGR): <http://www.ugr.es/~petgquim/>
- White, W. M. (2012) *Geochemistry*. Wiley-Blackwell (ISBN 978-0470656686):



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 4

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: NICOLAS VELILLA SANCHEZ Director de Departamento

Sello de tiempo: 22/06/2017 11:09:10 Página: 4 / 6



/M/i0ykwyVg0mqjXojAIZ35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

<http://www.imwa.info/white-geochemistry.html>

- White, W. M. (2011) Lecture notes <http://www.geo.cornell.edu/geology/classes/Geo656/656notes11.html>
- Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases de teoría (lecciones magistrales).
- Seminarios (lecciones magistrales y resolución de ejercicios en el aula y en casa).
- Actividades no presenciales individuales (trabajo autónomo y resolución de tareas encomendadas).
- Tutorías académicas (individuales o en grupo, especialmente para las clases de prácticas).

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

INSTRUMENTOS DE EVALUACION

- Examen escrito para el programa de teoría que también incluye todos los aspectos teóricos tratados en los seminarios. La parte de teoría será de tipo test con un mínimo de 30 preguntas, cada una de ellas con 4 respuestas, entre las que el alumno deberá escoger la correcta.
- Examen escrito para el programa de prácticas. La parte de prácticas incluirá dos o tres ejercicios similares a los desarrollados durante los seminarios.
- Realización de trabajos y participación en clases de teoría y en seminarios.

CRITERIOS DE EVALUACION

- Examen escrito tal como se describe en el apartado anterior.
- Valoración de los trabajos realizados, individualmente o en equipo, atendiendo a la presentación, redacción y claridad de ideas, estructura y nivel científico, creatividad, justificación de lo argumentado y actualización de la bibliografía consultada.
- Asistencia y participación en clases y seminarios.

CALIFICACION FINAL

- Asistencia a clase (teoría y prácticas) y trabajos de seminarios: 10% de la clasificación final.
- Examen de teoría: 60% de la clasificación final.
- Examen de prácticas: 30% de la clasificación final.
- Para poder optar a la máxima calificación en el apartado de asistencia a clase y trabajos de seminarios, será necesario haber asistido al menos a un 80% de las clases de teoría y prácticas y haber entregado en plazo todos de los ejercicios propuestos. El plazo de entrega de estos ejercicios será las 18 horas del día de celebración de los exámenes de teoría y de prácticas.

EVALUACION UNICA FINAL

- Se podrá solicitar la realización de una evaluación única final a la que podrán acogerse aquellos estudiantes que no puedan cumplir con el método de evaluación continua por motivos laborales, estado de salud, discapacidad, programas de movilidad o cualquier otra causa debidamente justificada que les impida



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Página 5

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: NICOLAS VELILLA SANCHEZ Director de Departamento

Sello de tiempo: 22/06/2017 11:09:10 Página: 5 / 6



/M/i0ykwyVg0mqjXojAlZ35CKCj3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

seguir el régimen de evaluación continua. Para solicitar la evaluación única, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de la asignatura, lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, al Director del Departamento, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua tal como indican el Artículo 6, punto 2 y Artículo 8 en la Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada del 9 de noviembre de 2016 ([http://secretariageneral.ugr.es/bougr/pages/bougr112/_doc/examenes/!](http://secretariageneral.ugr.es/bougr/pages/bougr112/_doc/examenes/)).

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

- Examen escrito para el programa de teoría que también incluye todos los aspectos teóricos tratados en los seminarios. La parte de teoría será de tipo test con un mínimo de 30 preguntas, cada una de ellas con 4 respuestas, entre las que el alumno deberá escoger la correcta. Esta parte supondrá un 66.7 % de la clasificación final.
- Examen escrito para el programa de prácticas. La parte de prácticas incluirá dos o tres ejercicios similares a los propuestos en el documento "*Prácticas de Geoquímica: seminarios y ejercicios*" que podrá ser descargado desde la plataforma Prado2: prado.ugr.es. Esta parte supondrá un 33.3 % de la clasificación final.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Cumplimentar con el texto correspondiente en cada caso



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

Página 6

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: NICOLAS VELILLA SANCHEZ Director de Departamento

Sello de tiempo: 22/06/2017 11:09:10 Página: 6 / 6



/M/i0ykwyVg0mqJXojAIZ35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.