

## 26420 - Geoquímica

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2018/19
<b>Asignatura</b>	26420 - Geoquímica
<b>Centro académico</b>	100 - Facultad de Ciencias
<b>Titulación</b>	296 - Graduado en Geología
<b>Créditos</b>	7.0
<b>Curso</b>	3
<b>Periodo de impartición</b>	Primer Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	Obligatoria
<b>Módulo</b>	---

### 1. Información Básica

#### 1.1. Objetivos de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La asignatura "Geoquímica" tiene como objetivos fundamentales comprender la distribución y el comportamiento de los elementos químicos en los procesos geológicos a muy distintas escalas y en diferentes condiciones, desde la formación de la Tierra hace 4500 millones de años hasta los procesos de interacción agua-roca-atmósfera efectivos hoy en día.

Se trata, además, de una asignatura transversal e interdisciplinar que proporciona una base sólida a una amplia gama de metodologías cuantitativas de uso frecuente en otras ramas de las ciencias geológicas y medioambientales.

#### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura forma parte del Módulo "Fundamentos de Geología" que contiene materias de carácter básico en Geología y que se imparten durante en el segundo cuatrimestre del 1er curso y en los cursos 2º y 3º del Grado. Se incluye, por tanto, en el módulo que sienta las bases para que el estudiante pueda cursar de forma satisfactoria las materias relacionadas, obligatorias y optativas, del módulo de "Geología Aplicada".

En general, esta asignatura proporciona los fundamentos necesarios para todas aquellas disciplinas y asignaturas que hacen uso de metodologías geoquímicas en su desarrollo, tanto desde perspectivas puramente académicas como aplicadas.

#### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Los contenidos de la asignatura, aunque elementales, requieren una formación físico-química previa así como conocimientos básicos de Petrología y Mineralogía. Por ello, se recomienda haber cursado y superado las asignaturas del Módulo "Bases para la geología" (especialmente, Química, Física, Matemáticas y Tratamiento estadístico e informático de datos geológicos) así como las asignaturas Mineralogía, Petrología Exógena del módulo "Fundamentos de Geología" e Hidrogeología del módulo "Geología aplicada" que se imparten en segundo curso. Es asimismo recomendable estar matriculado en la Petrología Endógena, asignatura anual que se imparte también en el Tercer Curso del Grado.

Por otro lado, y dado el carácter básico de los contenidos de esta materia y su considerable carga práctica, se

## 26420 - Geoquímica

recomienda al alumno abordar la asignatura con un plan de trabajo continuado, revisando periódicamente los conceptos teóricos impartidos y realizando los trabajos propuestos a diario o con la mayor constancia posible.

Se recomienda también hacer uso de los recursos no presenciales para el seguimiento de la asignatura, como los incluidos en la página web dispuesta a tal efecto o la bibliografía recomendada. Asimismo, se recomienda hacer uso de las distintas vías de tutoría académica (personal, en las horas indicadas o bien mediante correo electrónico) para resolver las dudas durante el desarrollo de la asignatura.

### 2. Competencias y resultados de aprendizaje

#### 2.1. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

Comprender y aplicar los conceptos y métodos propios de la Geoquímica.

Estudiar procesos geológicos aplicando métodos geoquímicos.

Seleccionar los métodos más adecuados en cada tipo de material y problema.

Aplicar métodos cuantitativos al estudio geoquímico de procesos en los distintos ambientes geológicos.

Aplicar metodologías sistemáticas al estudio de composiciones geoquímicas y sus anomalías (mineralizaciones, contaminación, etc).

Sintetizar información geológica y geoquímica para su comunicación a audiencias técnicas empleando los métodos adecuados.

#### 2.2. Resultados de aprendizaje

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

Explica y maneja de manera clara los conceptos básicos de la Geoquímica, siendo capaz de relacionar las características composicionales de un sistema geológico, a distintas escalas, con los factores, las variables y los procesos que han actuado.

Es capaz de identificar y caracterizar las propiedades de los diferentes materiales y procesos geológicos mediante métodos geoquímicos, seleccionando los más adecuados a cada caso o problema.

Es capaz de seleccionar las técnicas analíticas más adecuadas para el estudio de muestras geológicas, en función del problema planteado.

Utiliza las técnicas y aproximaciones cuantitativas propias de la disciplina para el procesamiento de los datos de campo y laboratorio, siendo capaz de usar metodologías básicas de modelización geoquímica.

#### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La Geoquímica constituye una de las disciplinas que, con un carácter intrínsecamente multidisciplinar, muestra un mayor grado de transversalidad en el ámbito de las Ciencias Geológicas y Medioambientales.

## 26420 - Geoquímica

De esta forma, técnicas, conceptos o metodologías geoquímicas son frecuentemente empleadas en el ámbito de la Mineralogía, la Petrología, la Hidrogeología, la Estratigrafía, la Geomorfología y la Paleontología. Por otro lado, el carácter geoquímico de muchos problemas medioambientales (contaminación, calentamiento global, enterramiento de residuos o de CO<sub>2</sub>, etc.) ha potenciado un enorme desarrollo de esta disciplina en los últimos años. Este desarrollo no es ajeno al carácter cuantitativo y predictivo que le brindan sus principios y formulaciones fisicoquímicas, y a su capacidad de interrelacionarse con otras disciplinas emergentes como el estudio de los sistemas complejos, la Geomicrobiología y Genómica o la Nanociencia.

En este contexto, la asignatura "Geoquímica" pretende suministrar el bagaje básico necesario para que el alumno pueda aplicar y desarrollar sus conocimientos geoquímicos en otros ámbitos y disciplinas geológicas o científicas.

### 3.Evaluación

#### 3.1.Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

A lo largo del curso se realizarán pruebas de evaluación parcial, tanto de Teoría como de Prácticas, en fechas que se fijarán oportunamente, comunicándolas previamente a la Comisión de Garantía de Calidad del Grado en Geología con un mes de antelación, para comprobar compatibilidades de fechas y evitar posibles solapamientos.

Cada parte (Teoría y Prácticas) se considera aprobada con nota igual o superior a 5,0 puntos sobre 10, siendo la nota final el promedio de las calificaciones obtenidas. Los parciales con nota inferior a 5,0 puntos deberán repetirse en el examen final global, en el que se conservarán los parciales aprobados.

Se realizaran 3 evaluaciones de Prácticas, durante el curso, y las notas obtenidas sumarán hasta 0,5 puntos/evaluación a la nota de prácticas.

#### Prueba global de evaluación

Al amparo del "Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje" acordado el 22 de diciembre de 2010 por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, Art. 9.1, esta materia podrá ser evaluada mediante la realización y valoración de una prueba global escrita. Así, los estudiantes que no hayan seguido la asignatura de forma presencial, y los que aun habiéndolo hecho así lo deseen, tendrán derecho a una prueba global de evaluación, en las fechas establecidas por la Facultad de Ciencias de Zaragoza, que comprenderá, tanto en la primera como en la segunda convocatoria, de una prueba escrita de los conocimientos teóricos impartidos en la docencia de la asignatura de Geoquímica y una prueba de los contenidos prácticos de la asignatura, desarrollados durante el curso, superando ambos con nota igual o superior a 5 sobre 10. La nota final será el promedio de ambas.

### 4.Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

#### 4.1.Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

El proceso de aprendizaje se ha diseñado para proporcionar a los alumnos los conocimientos básicos de geoquímica necesarios para su puesta en práctica en todo tipo de sistemas, tanto naturales como modificados por el hombre. De este modo, el alumno desarrollará competencias que le permitirán resolver problemas de índole geoquímica en cualquiera de sus ámbitos de aplicación.

El proceso de aprendizaje consta de tres acciones formativas complementarias (punto siguiente) que se corresponden con cada una de las actividades de evaluación planteadas en el apartado de "Actividades de evaluación".

## 4.2. Actividades de aprendizaje

Actividad 1: Clase magistral. 25 h. en clases de 1h de duración.

Actividad 2: Clase práctica en gabinete. 45 horas en clases de 2h de duración.

Actividad 3: Trabajo bibliográfico opcional.

## 4.3. Programa

Bloque 1: Exposición Asignatura.

**Tema 1:** Programa, organización (Teoría y Prácticas) y criterios de evaluación. Geoquímica actual: objetivos y relaciones con otras ciencias. Conocimientos previos y sus aplicaciones a la Geoquímica. Preguntas básicas en estudios de geoquímica. Métodos geoquímicos. Líneas de trabajo actuales (teóricas y aplicadas). Estudios post-Grado en Geoquímica y con relación a otras especialidades geológicas o relacionadas. Proyectos recientes (5 últimos años) y marco en su participación.

Bloque 2: Elementos químicos en el sistema Solar y en la Tierra.

**Tema 2:** Nucleosíntesis y formación de elementos (primordial, estelar y procesos tipos p y r). Etapas sucesivas en la formación de los elementos. Nucleosíntesis explosiva. Consecuencias de los procesos de nucleosíntesis. Formación de planetas: Tipos de Acreción. Interés de los Meteoritos en Ciencias de la Tierra. Concepto (asteroides y meteoritos). Origen. Clasificaciones recientes. Minerales componentes. Principales meteoritos no diferenciados (condritas): a) cóndrulos, b) clasificación petrológica, c) condritas ordinarias, carbonáceas y otros tipos. Meteoritos diferenciados: a) acondritas y sus variantes. Meteoritos metálicos y metalo-rocosos. Interés de los meteoritos: a) composición, b) edad isotópica, b) procesos genéticos, c) normalización respecto a rocas.

### Tema 3: Núcleo y Manto terrestre

Núcleo: composición y explicaciones genéticas. Manto: estructura y composición. Manto inferior: petrología y geoquímica. Manto primitivo: concepto y aplicaciones. Manto superior: estructura y composiciones. Diferenciación primitiva de la proto-Tierra: tiempo, etapas y procesos en la formación del núcleo y manto: datos e hipótesis recientes. Componentes del manto: criterios geoquímicos propuestos.

### Tema 4: Corteza

Formación y crecimiento de la corteza. La corteza primitiva: edades isotópicas recientes, composiciones y procesos más aceptados. Corteza continental (CC): estructura y composición. Etapas de crecimiento de la CC: a) datos e hipótesis recientes, b) modelos y parámetros propuestos (del Hadeano al Proterozoico), c) ejemplos de referencia. Generación y

## 26420 - Geoquímica

cristalización de los magmas primitivos. Corteza oceánica (CO): a) estructura y composición, b) evolución en el tiempo, c) ejemplos de referencia.

### **Tema 5: Atmósfera**

Atmósfera: a) origen, b) procesos evolutivos de la atmósfera (etapas y registro composicional), c) influencia del carbón, CO<sub>2</sub> y metano, d) atmósfera anóxica y oxigenación, e) fotosíntesis, f) Eventos con Gran Oxidación: edades, procesos, composiciones y 7 evidencias actuales, g) estudio de los "banded iron formations -BIFs- y sus consecuencias. Evolución de la Atmósfera desde el Arcaico: evidencias y procesos. La atmósfera en el Fanerozoico: evidencias, criterios de estudio, registro composicional e interés geológico. Atmósfera actual: estructura y composición. Polución atmosférica: componentes, procesos, emisiones medibles y consecuencias. Smogs: tipos, procesos y consecuencias. Precipitaciones ácidas. Gases de invernadero. Metodologías actuales para el control de la polución. Técnicas preventivas. Criterios a considerar en la toma de datos analíticos.

### **Tema 6: Hidrosfera**

Extensión y modalidades de los reservorios. Composiciones y criterios metodológicos a considerar en los diferentes reservorios. Bases de datos actuales. Balance de masas en componentes disueltos en el mar: ejemplos y aplicaciones en diversos contextos geológicos. Procesos que modifican las composiciones de las aguas: biológicos, interacción con eventos volcánicos, componentes detríticos diversos y sus reacciones, transferencia océano-aire, precipitaciones evaporitas y sulfuros, otros procesos con adición de varios componentes.

Origen de los océanos: a) edades y ejemplos, b) composiciones establecidas, c) procesos establecidos. Evolución de la composición de los océanos en la historia geológica: a) criterios establecidos, b) ejemplos. Ciclos biogeoquímicos: concepto, interacción, modalidades (ciclos del C, O, N, S, P).

### **Bloque 3:**

#### **Tema 7: Propiedades de los elementos.**

Elementos químicos e isótopos. Estructura atómica. Propiedades periódicas. Enlace químico. Clasificación geoquímica de los elementos. Controles estructurales de la distribución de elementos. Estructura de minerales y fundidos. Substitución atómica e isotipismo. Reglas de Goldschmidt. Coeficientes de partición. Teoría del Campo del Cristal.

#### **Tema 8: 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. Conceptos de Geotermometría y geobarometría: interés, aplicaciones geológicas, fundamento termodinámico. Tipos (reacciones univariantes, reacciones de intercambio, equilibrio solvus). Condiciones

## 26420 - Geoquímica

geológicas en su aplicación. Incertidumbres y sus tipos. Ejemplos más comunes.

Termobarometría en inclusiones fluidas: concepto, metodología y campo de aplicación.

**Tema 9: 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. Elementos: mayores y trazas. Metodologías analíticas actuales y su evaluación según los problemas geológicos a resolver.

### **Tema 10: Fraccionamiento de elementos mayores y trazas.**

Balances de masas. Procesos de fusión y cristalización. Refinamiento por zonas. Procesos en sistemas abiertos.

### **Tema 11. Geocronología: fundamentos y aplicaciones geológicas.**

Estabilidad nuclear y mecanismos de desintegración radiactiva. Velocidad de desintegración y crecimiento radiactivo. Ecuación de la isócrona: fundamento, metodología y aplicaciones. Cálculo de isocronas. Sistemas: K-Ar,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , Rb-Sr, Sm-Nd y U-Th-Pb. Otros sistemas (Re-Os y Lu-Hf). Método del  $^{14}\text{C}$ . Interés y ámbito de aplicación de cada sistema (composición petrológica, inalterabilidad, abundancia de los elementos en diversas rocas, etc.)

### **Tema 12. Geoquímica de isótopos radiogénicos.**

Isótopos de Sr, Nd y Pb. Otros sistemas isotópicos (Re-Os y Lu-Hf). Relaciones isotópicas como indicadores petrogenéticos. Edades modelo: concepto, tipos y aplicaciones. Aplicaciones como trazadores de procesos geológicos

### **Tema 13. Geoquímica de isótopos estables (I)**

Fraccionación isotópica: concepto y sus causas. Mecanismos. Factor de fraccionación y notaciones. Cálculo del factor de fraccionación. Tipos de fraccionación isotópica: a) efectos del equilibrio y b) efectos cinéticos. Ejemplos y consecuencias. Isótopos comunes en sistemas geológicos (O, H, N, S): conceptos, importancia, aplicaciones en diversos ámbitos geológicos, geotermometría y sus aplicaciones. Evaporación y procesos de condensación en procesos diversos (agua oceánica, agua superficial). Recta del agua meteórica: concepto y aplicaciones comunes.

### **Tema 14. Geoquímica de isótopos estables (II)**

Agua en fluidos hidrotermales. Relaciones O/H en estudios petrológicos con materiales diversos. Aplicaciones de

## 26420 - Geoquímica

isótopos estables en fósiles: criterios, condiciones requeridas, ámbito de aplicación. Aplicaciones de isótopos estables al estudio de paleoclimas: conceptos, criterios, condiciones requeridas, ámbito de aplicación. Resultados recientes en el estudio y reconstrucción de paleoclimas. Sistemas de isótopos de S en rocas sedimentarias. Procesos de reducción por bacterias. Reducción de sulfatos. Sistemas sedimentarios abiertos respecto al sulfato y sulfuro. Aplicaciones relaciones sulfuro y sulfato en sedimentos marinos. Aplicaciones geoquímicas de isótopos de Fe (Fraccionación, precipitación abiótica vs biótica en minerales y formaciones con bandeado de Fe).

### **Bloque 4: Aplicaciones de los elementos mayores y trazas en materiales y procesos geológicos**

#### **Tema 15. Clasificación de elementos según el comportamiento geoquímico.**

Elementos compatible e incompatible según los procesos. Leyes de Raoult y Henry. Elementos considerados (LFS, LIL; HFS, PGE). Coeficiente de reparto: concepto y su medición. Parámetros que influyen en los coeficientes de reparto (composición,  $T^a$ , P, actividad del oxígeno, composición química, contenido de agua). Aplicaciones y uso de diversos diagramas. Controles geológicos en la distribución de elementos trazas. Movilidad de los elementos. Fusión parcial. Procesos ACF. Cristalización fraccionada. Aplicaciones usuales en petrología ígnea. Las Tierras Raras (REE): conceptos, tipos (LREE, MREE y HREE). Valencias en REE. Uso de los datos (REE): elección de valores de normalización en cada problema, relaciones en rocas y en sedimentos. Interpretación de pautas en diversos problemas: rocas ígneas, sedimentarias y en aguas. Diagramas multielementales: fundamento, normalizaciones diversas y consecuencias. Aplicaciones: a) en rocas ígneas, b) en sedimentos. Uso de los PGE y su interpretación. Relaciones diversas elemento-elemento, relaciones entre elementos, elemento vs relación en el estudio de procesos geológicos (p.e., ígneos, sedimentos, etc.). Estudio de procesos de enriquecimiento vs. empobrecimiento.

#### **Tema 16. Empleo de diagramas geoquímicos con criterios discriminantes sobre procesos y ambientes geodinámicos.**

Interés y estado actual (interés, capacidad de establecer relaciones representativas y condiciones requeridas). Interés de los elementos trazas más inmóviles. Escenarios propuestos para discriminar ambientes geotectónicos con base a criterios geoquímicos: fundamentos, criterios de elección y requisitos. Diagramas comunes en rocas ígneas básicas para establecer la afinidad y procesos. Diagramas recientes en estudio de granitoides. Diagramas comunes en sedimentos clásticos. Cómo usar los elementos trazas en el estudio y caracterización de rocas sedimentarias diversas.

#### **Tema 17. Química mineral**

Técnicas analíticas actuales en minerales: conceptos básicos, metodologías cuali-, semi- y cuantitativas. Del campo al microscopio y de este al uso de técnicas analíticas. Estrategias de análisis para obtener elementos mayores y trazas (incluidas las REE). Elementos estructurales y no estructurales. Mecanismos de incorporación de elementos no estructurales: tipos y casos prácticos. Elementos trazas comunes en minerales comunes (silicatos, carbonatos, fosfatos, sulfuros, fosfatos, etc.). Cálculo de la fórmula estructural de un mineral: fundamento y uso de programas informáticos, representación de resultados y criterios que facilitan estudiar procesos (zonaciones, reabsorciones, desequilibrios diversos, xenocristales, antecristales, etc.).

### **Bloque 5: Geoquímica de Procesos Exógenos**

#### **Tema 18. Geoquímica en rocas carbonatadas.**

Preguntas básicas en Geoquímica de rocas carbonatadas. Metodología (muestreo y sus requisitos, microscopía, análisis geoquímico de roca total, técnicas micro-analíticas, análisis de isótopos estables, etc.). Estudio de los resultados en cada escala de trabajo. Representación de los resultados. Interpretación. Criterios. Variantes posibles que puede adoptar este estudio en otros ámbitos y criterios en su estudio.

#### **Tema 19. Geoquímica en estudios de procedencia de rocas detríticas.**

Preguntas básicas en Geoquímica de rocas detríticas. Metodología (muestreo y sus requisitos, microscopía, análisis geoquímico de roca total, técnicas micro-analíticas, análisis de isótopos estables, etc.). Estudio de los resultados en cada escala de trabajo. Representación de los resultados. Interpretación. Criterios. Variantes posibles que puede adoptar este estudio en otros ámbitos y criterios en su estudio. Líneas actuales y sus resultados recientes.

### **Bloque 6: Prospección Geoquímica**

#### **Tema 20. Fundamentos de la prospección geoquímica (I)**

Parámetros físico-químicos. El Clarke. El concepto de anomalía geoquímica. La serie estadística. Distribución de los elementos químicos. Ejemplos (Au, Hg, U, etc.). Concentración y dispersión de elementos. Asociación de elementos. Ambientes geoquímicos (primarios y secundarios).

#### **Tema 21. Prospección geoquímica (II)**

El control de los factores. Dinámica de la concentración. Movilidad de los elementos. Los productos de la alteración y adsorción. La adsorción y sus procesos. Los indicadores o "pathfinders". Métodos en prospección geoquímica (criterios de elección, muestreo preparación y análisis, tratamiento estadístico y representación). Litogeoquímica. Sedimentos en redes de drenaje. Hidrogeoquímica. Suelos (Pedogeoquímica). Vegetación (Biogeoquímica).

### **5.5.-Clases Prácticas (22 sesiones/2 horas sesión)**

## 26420 - Geoquímica

SESIONES	TEMA	Documentación
1	<p>a).-Exposición e identificación de los meteoritos más comunes. Composición mineral y química.</p> <p>b).-Clasificaciones,</p> <p>c).-Criterios aplicados. d) Problema a resolver.</p>	<p>Documento pdf (con exposición en PPoint). Selección de ejemplos actuales.</p>
2	<p>Exposición metodológica de las técnicas analíticas más actuales en rocas. Ventajas de cada técnica. Preguntas y respuestas. Etapas completas del trabajo a realizar. Muestreo. Preparación de las muestras. Límites de detección. Laboratorios. Costes. Estrategia real en un problema.</p>	<p>Apuntes del profesor (pdf).</p> <p>Problema a resolver.</p>
3	<p>Dudas en sesiones previas.</p> <p>Relación entre análisis modal y composición química. Elementos analizables. Selección de ejemplos resueltos.</p>	<p>Apuntes del profesor (pdf)</p> <p>Problema a resolver</p>
4	<p>Dudas en sesiones previas</p> <p>Composición química de minerales en rocas indiferenciadas. Criterios. Ejercicios resueltos.</p>	<p>Apuntes del profesor (pdf)</p> <p>Ejercicios a resolver</p>
5	<p>Dudas en sesiones previas</p> <p>Composición química de minerales en rocas andesitas-riolitas. Criterios. Ejercicios resueltos.</p>	<p>Apuntes del profesor (pdf)</p> <p>Ejercicios a resolver</p>

## 26420 - Geoquímica

6	<p>Dudas en sesiones previas.</p> <p>Quimismo de minerales accesorios frecuentes. Información extraíble. Procesos. Ambientes. Ejercicios resueltos.</p>	<p>Apuntes del profesor (pdf)</p> <p>Ejercicios a resolver.</p>
7	<p>Dudas en sesiones previas.</p> <p>Análisis geoquímico en granitoides y su relación con % modal y composición química minerales/roca</p>	<p>Apuntes del profesor (pdf)</p> <p>Ejercicios a resolver.</p> <p>Entrega de ejercicios previstos en la sesión 9)</p>
8	<p>Dudas en sesiones previas.</p> <p>Exposición metodológica completa de análisis en aguas. Técnicas. Estudio y representación resultados.</p>	<p>Apuntes del profesor (pdf)</p> <p>Ejercicios a resolver.</p>
9	<p>Dudas en sesiones previas y entrega ejercicios previos.</p> <p>Exposición metodológica de ICP-MS. Aplicación en rocas. Problema en aguas.</p> <p><b>(Evaluación I)</b></p>	<p>Apuntes del profesor (pdf)</p> <p>Ejercicios a resolver.</p>
10	<p>Dudas en sesiones previas.</p> <p>Exposición metodológica Microsonda Electrónica. Aplicaciones diversas. Ejercicios.</p>	<p>Apuntes del Profesor (pdf)</p> <p>Ejercicios a resolver.</p>
11	<p>Dudas en sesiones previas.</p> <p>Exposición metodológica LA-ICP-MS. Aplicaciones diversas.</p>	<p>Apuntes del Profesor (pdf)</p> <p>Ejercicios a resolver.</p>
12	<p>Dudas en sesiones previas.</p> <p>Exposición metodológica Espectrometría de Masas.</p>	<p>Apuntes del Profesor (pdf)</p>

## 26420 - Geoquímica

	Aplicaciones diversas. Cuestiones a resolver.	Ejercicios a resolver.
13	Dudas en sesiones previas. Cálculo isócronas en sistemas Rb-Sr; Sm-Nd.  Ejercicios resueltos.	Apuntes del Profesor (pdf)  Ejercicios a resolver.
14	Dudas a resolver. Ejercicios resueltos en edades Pb-Pb en circones (LA-ICP-MS). Aplicación en áreas estudiadas. Ejercicios a resolver.	Apuntes del Profesor (pdf)  Ejercicios a resolver.
15	Dudas a resolver.  Exposición metodológica de isótopos estables en un área carbonatada. Criterios.  Ejercicios a resolver.  <b>Evaluación (II)</b>	Apuntes del Profesor (pdf)  Ejercicios a resolver.
16	Dudas a resolver.  Exposición metodológica de reconstrucciones paleoclimáticas (isótopos estables). Criterios. Ejercicios a resolver.	Apuntes del Profesor (pdf)  Ejercicios a resolver.
17	Dudas a resolver  Exposición metodológica de paleoambientes en fósiles bien conservados. Metodologías diversas. Criterios. Ejercicios a resolver.	Apuntes del Profesor (pdf)  Ejercicios a resolver.
18	Dudas a resolver.	Apuntes del Profesor (pdf)

## 26420 - Geoquímica

	Exposición metodológica geoquímica en rocas detríticas. Criterios. Ejercicios a resolver.	Ejercicios a resolver.
19	Dudas a resolver.  Exposición metodológica en dataciones Ar/Ar; <sup>14</sup> C. Criterios. Laboratorios. Costes.	Apuntes del Profesor (pdf)  Ejercicios a resolver.
20	Dudas a resolver  Exposición metodológica de isótopos cosmogénicos en estudios geomorfológicos. Criterios. Costes. Laboratorios.	Apuntes del Profesor (pdf)  Ejercicios a resolver.
21	Dudas a resolver  Metodología en el diseño y realización de un trabajo de investigación. Criterios. Ejercicios a resolver. Metodología en publicaciones científicas. Criterios.	Apuntes del Profesor (pdf)  Ejercicios a resolver.
22	Dudas a resolver.  <b>Evaluación (III)</b>	Apuntes del Profesor (pdf)  Ejercicios a resolver.

### 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Horario y lugar de impartición:

**Sesiones de teoría y prácticas:** según los horarios y aulas previstos en el horario establecido por la Facultad de Ciencias

Inicio clases prácticas: Por determinar

Fin de las clases teóricas y prácticas: Según el calendario académico

## 26420 - Geoquímica

Inicio clases teóricas: Según el calendario académico

Inicio clases prácticas: Según el calendario académico

Fin de las clases teóricas y prácticas: Según el calendario académico

### TUTORÍAS:

Lunes, Martes y Miércoles (9,0-11,00), Despacho nº 41. Disponible en otras otras horas previa cita e-mail

### 4.5.Bibliografía y recursos recomendados