



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y  
Energía

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**65003028 - Geoquímica Aplicada**

### PLAN DE ESTUDIOS

06GE - Grado en Ingeniería Geológica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	65003028 - geoquímica aplicada
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	06GE - Grado en Ingeniería Geológica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	06 - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Maria Yolanda Sanchez-Palencia Gonzalez	425	yolanda.sanchezpalencia@upm.es	L - 11:00 - 14:00 M - 11:00 - 14:00
Eduardo De Miguel Garcia	418	eduardo.demiguel@upm.es	M - 11:00 - 12:00 M - 14:30 - 15:30 X - 11:00 - 12:00 X - 14:30 - 15:30

Juan Francisco Llamas Borrajo (Coordinador/a)		juan.llamas@upm.es	M - 11:30 - 14:30 X - 09:00 - 12:00
Jose Eugenio Ortiz Menendez	325	joseeugenio.ortiz@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Química Física
- Geología
- Química II
- Química I

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería Geológica no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Geológica.

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos geológicos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.

CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Geológica en sus actividades profesionales.

F22 - Prospección Geofísica y Geoquímica

F23 - Diseño, planificación y ejecución para prospección y extracción de minerales, rocas, combustibles fósiles y nucleares, aguas subterráneas y geotécnicos. Ídem para inyección de fluidos en estructuras subterráneas.

F25 - Ensayos mineralógicos, petrográficos y geotécnicos. Técnicas de muestreo.

F34 - Ecología y ordenación del territorio. Planificación y gestión territorial y urbanística

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA154 - Aplicar herramientas geoquímicas al análisis del comportamiento de contaminantes orgánicos e inorgánicos en el medio natural.

RA149 - Conocer y comprender la composición química de la Tierra y la abundancia relativa de los elementos.

RA153 - Aplicar herramientas geoquímicas en la detección y caracterización de yacimientos minerales y de hidrocarburos.

RA151 - Conocer y comprender las principales aplicaciones de los isótopos estables y radiactivos en el estudio de los procesos naturales.

RA152 - Aplicar herramientas geoquímicas en la caracterización de los sistemas hidrogeológicos.

RA150 - Conocer los principales ciclos biogeoquímicos y comprender la interacción entre la corteza, la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera.

RA155 - Aplicar modelos geoquímicos al estudio de sistemas naturales complejos.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura está orientada a proporcionar a los alumnos la capacidad de aplicar las herramientas geoquímicas en la resolución de problemas geológicos y medioambientales.

Consta de una primera parte en la que se dan unas nociones básicas del comportamiento y de la abundancia relativa de los elementos para pasar después a la aplicación de herramientas para el estudio de los sistemas sólido-gas, líquido-líquido y sólido-líquido. A continuación se trata de la aplicación de los isótopos estables y de los radiactivos a la resolución de problemas. Por último se dan unas nociones básicas de los diferentes métodos analíticos que permitan seleccionar el método analítico y de toma y conservación de las muestras.

Los alumnos deberán hacer un trabajo sobre un artículo científico del JCR donde demuestres su capacidad de interpretación y comprensión de los datos geoquímicos y de su significado real. También realizarán análisis de muestras en el laboratorio con diferentes técnicas.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Los elementos químicos: Origen y abundancias relativas
  - 1.1. Abundancias relativas de los elementos en el universo
  - 1.2. Nucleosíntesis y evolución estelar
2. Composición química de la Tierra: Distribución y clasificación de los elementos
  - 2.1. Química del sistema solar
  - 2.2. Composición global de la Tierra. Diferenciación geoquímica
  - 2.3. Clasificación geoquímica de los elementos.
  - 2.4. Composición química de la corteza terrestre. Abundancia y disponibilidad
  - 2.5. Movilidad de los elementos en la corteza terrestre. Factores que la determinan
3. Ciclos biogeoquímicos
4. Geoquímica isotópica
  - 4.1. Fraccionamiento isotópico. Fundamento y procesos. Unidades de medida. Patrones
  - 4.2. Aplicaciones en hidrogeología, paleoclima e investigación de yacimientos

- 4.3. Modelos de cálculo de edades y sus condiciones de contorno. Isocronas y curvas de concordia
- 4.4. Isotopos cosmogénicos
- 5. Diagramas de existencia, de concentración y de predominancia
  - 5.1. Reacciones sólido-gas. Cálculo de los dominios de existencia de los óxidos, carbonatos y sulfuros. Paragénesis minerales
  - 5.2. Predicción de las reacciones en disolución. Sistemas químicos y reacciones. Fuerza de un sistema
  - 5.3. Aplicación de los diagramas Eh-pH al estudio del medio natural y de los procesos industriales.
- 6. Fundamentos de geoquímica ambiental
  - 6.1. Elementos esenciales y no esenciales. Relación con la composición química del agua oceánica
  - 6.2. Especiación química. Biodisponibilidad y toxicidad.
- 7. Adquisición de datos geoquímicos
  - 7.1. Muestreo. Reducción y preparación de las muestras
  - 7.2. Principales técnicas analíticas en laboratorio
  - 7.3. Métodos analíticos en campo
- 8. Prospección geoquímica
  - 8.1. Conceptos generales
  - 8.2. Prospección de yacimientos minerales, de combustibles fósiles y en geoquímica ambiental
- 9. Estudio de casos prácticos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Introducción y Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4 (Isotopos estables)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 4 (Isotopos radiactivos)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 5 (Sólido-gas)</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 5 (Sólido-gas)</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 5 (Sistemas químicos)</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Resolución de problemas propuestos en el aula</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 06:00
6	<b>Tema 5 (Líquido-líquido)</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Resolución de problemas propuestos en el aula</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 06:00
7	<b>Tema 5 (Sólido-líquido)</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Resolución de problemas propuestos en el aula</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 06:00
8	<b>Tema 5 (Diagramas Eh.pH)</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			



9	<b>Tema 5 (Diagramas Eh-pH)</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Resolución de problemas propuestos en el aula</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 08:00
10	<b>Tema 6</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 9 (Elección de trabajo y fijación de objetivos)</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			<b>Trabajo sobre un artículo científico asignado con objetivos</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 15:00  <b>Examen global (Temas 1 a 6)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
11	<b>Tema 7 (Muestreo y preparación)</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>Tema 7 (Técnicas analíticas)</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	<b>Tema 7 (Técnicas analíticas)</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio			
14	<b>Tema 8</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	<b>Tema 8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 9 (Trabajo prospección)</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			<b>Realización de un trabajo asignado sobre prospección geoquímica</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 25:00
16				<b>Examen global (Temas 7 y 8)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
17			<b>Examen final y presentación de los trabajos en su versión corregida y definitiva</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Resolución de problemas propuestos en el aula	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	06:00	1%	4 / 10	CG7 CG2 CG1
6	Resolución de problemas propuestos en el aula	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	06:00	1%	4 / 10	CG2 CG1 CG7
7	Resolución de problemas propuestos en el aula	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	06:00	1%	4 / 10	CG2 CG1 CG7
9	Resolución de problemas propuestos en el aula	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	08:00	2%	4 / 10	CG2 CG1 CG7
10	Trabajo sobre un artículo científico asignado con objetivos	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	15:00	10%	5 / 10	CG2 CG5 CG3 CG7 CG6
10	Examen global (Temas 1 a 6)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	51.7%	4 / 10	CG2 CG1 CG5 CG3 CG7 CG6
15	Realización de un trabajo asignado sobre prospección geoquímica	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	25:00	10%	5 / 10	CG2 F23 CG1 CG5 F22 CG3 CG7 F25 CG6

16	Examen global (Temas 7 y 8)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	23.3%	4 / 10	CG2 F23 CG1 CG5 F22 CG3 CG7 F34 F25 CG6
----	-----------------------------	-------------------------------------	------------	-------	-------	--------	--

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG2 F23 CG1 CG5 F22 CG3 CG7 F34 F25 CG6

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG2 F23 CG1 CG5 F22 CG3 CG7 F34 F25 CG6

## 7.2. Criterios de evaluación

El alumno que opte por evaluación continua deberá superar los dos trabajos personales que tiene que realizar a lo largo del curso (el trabajo sobre un artículo científico y el de prospección). Para ello podrá presentar previamente el trabajo a los profesores, en tutorías, que le indicarán los errores y mejoras que debe introducir. Sin haber aprobado los dos trabajos no podrá aprobar en la prueba final.

Los otros trabajos que deberá hacer en la evaluación continua no tienen nota mínima porque se entiende que es necesario haberlos hecho para poder realizar correctamente los ejercicios propuestos en la prueba final y se entienden como una ayuda del profesor que le podrá corregir los fallos antes de la prueba final.

A los alumnos que opten por la evaluación continua, la calificación final se les calculará promediando la nota de la evaluación continua (que valdrá el 25%) con la obtenida en la prueba final (que deberá ser igual o superior a 4 y valdrá el 75%)

Para aquellos alumnos que opten por la evaluación solo con prueba final, la calificación final será la obtenida en la prueba final y deberá ser superior a 5.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Laboratorio de geoquímica ambiental	Equipamiento	
Laboratorio de estratigrafía biomolecular	Equipamiento	
LLAMAS, J.F. y DE MIGUEL, E., 1999. Apuntes de Geoquímica, ETSI Minas Madrid	Bibliografía	
GILL, R. 1989. Chemical Fundamentals of Geology Ed. Chapman & Hall.	Bibliografía	

KRAUSKOPF, K.B. y BIRD, D.K., 1995. Introduction to Geochemistry. 3a Ed. McGraw-Hill.	Bibliografía	
MASON, B. y MOORE, C.B., 1982. Principles of Geochemistry. 4ª Ed. John Wiley & Sons	Bibliografía	
BAUER, A.; Velde B.D. (2014) Geochemistry at the Earth's Surface Ed. Springer	Bibliografía	
WITHE, W.M., 1997. Geochemistry. ( <a href="http://www.geo.cornell.edu/geology/classes/chapters.html">http://www.geo.cornell.edu/geology/ classes/chapters.html</a> )	Bibliografía	