

Fecha de aprobación: 26/06/2024

Guía docente de la asignatura

## Hidroquímica y Contaminación de Aguas Subterráneas (26811F2)

<b>Grado</b>	Grado en Geología	<b>Rama</b>	Ciencias				
<b>Módulo</b>	Hidrogeología y Teledetección	<b>Materia</b>	Hidroquímica y Contaminación de Aguas Subterráneas				
<b>Curso</b>	4 <sup>o</sup>	<b>Semestre</b>	2 <sup>o</sup>	<b>Créditos</b>	3	<b>Tipo</b>	Optativa

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

- Tener cursada la asignatura “Hidrogeología” del Grado en Geología o equivalente
- Tener conocimientos adecuados sobre Geología General y Química General

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

- Expresión de las concentraciones de solutos
- Composición de las aguas naturales
- Química básica del agua
- Técnicas de muestreo e interpretación
- Evolución hidroquímica regional y procesos modificadores
- Calidad y contaminación de aguas subterráneas

### COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

#### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacidad de análisis y síntesis
- CG02 - Capacidad para pensar reflexivamente
- CG03 - Capacidad de resolver problemas
- CG04 - Capacidad para aplicar conocimientos a la práctica
- CG10 - Trabajo en equipos de carácter multidisciplinar
- CG12 - Capacidad emprendedora

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE08 - 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

- CE11 – plicar los principios básicos de otras disciplinas relevantes para las Ciencias de la Tierra
- CE15 – Preparar, procesar, interpretar y presentar datos usando las técnicas cualitativas y cuantitativas adecuadas, así como los programas informáticos apropiados.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

A partir de lo expresado en los análisis físico-químicos de las aguas continentales (en geral, y de las subterráneas en particular), se pretende conocer las bases teóricas y las técnicas aplicadas a:

- interpretar su origen,
- conocer la naturaleza de su flujo,
- identificar los principales materiales atravesados,
- identificar los eventuales procesos hidrogeoquímicos modificadores
- Establecer las posibles influencias antrópicas (contaminación), incluyendo, en su caso, el conocimiento de los procedimientos generales de protección y monitorización

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

#### Introducción y conceptos de base.

- La molécula del agua: estructura y propiedades; el agua como disolvente.
- Modos de expresar las concentraciones de sustancias disueltas en el agua.

#### Composición y análisis de las aguas.

- Tipos de aguas naturales. Composición de las aguas continentales: tipos de constituyentes e importancia relativa de los mismos.
- El análisis químico de las aguas subterráneas: Tipos y características. El error de balance: concepto y utilidad.
- TSD y Residuo Seco: concepto y determinación; la conductividad eléctrica como expresión de la salinidad total del agua.
- Interpretación preliminar de datos hidroquímicos: métodos gráficos (diagramas). Concepto de facies hidroquímica.

#### Química del agua.

- Equilibrios químicos: La Ley de Acción de Masas; actividades. Complejos.
- Disociación del agua: concepto de pH.
- Gases disueltos: casos del O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Equilibrios del sistema CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O; Alcalinidades.
- Disolución de minerales: solubilidades; efectos de la fuerza iónica y del ión común.
- Desviaciones del equilibrio: estados de saturación.
- Disolución de las rocas carbonatadas. Durezas.
- Procesos de Oxidación-Reducción: conceptos de pe y Eh. Consumo de oxígeno: conceptos de DBO y DQO.
- Procesos superficiales: sorción y cambio catiónico.

#### Hidrogeoquímica.

- El agua de precipitación.
- El agua en el suelo.
- El flujo subterráneo: evolución regional; procesos modificadores. El agua de infiltración en zonas de regadío.
- Origen y características hidrogeoquímicas de los principales constituyentes disueltos de las aguas subterráneas.



- Estimación de variables hidrológicas a partir de datos hidrogeoquímicos: mezclas de aguas; balance de cloruros.

#### Calidad y contaminación del agua.

- Conceptos. Calidad para abastecimiento: comentario de la normativa española. Calidad para usos agrícolas. Calidad para usos industriales.
- Modos de contaminación de las aguas subterráneas.
- Principales agentes contaminantes.
- Principales fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas. Algunos ejemplos: Residuos (líquidos y sólidos) urbanos; Contaminación agrícola; Contaminación por actividades industriales.
- Reacción de los acuíferos frente a la contaminación. Comportamiento en el terreno de los principales agentes contaminantes.
- Investigación de la contaminación de acuíferos.
- Remediación de la contaminación de acuíferos. Protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación.

#### Procesos de transporte de solutos.

- Difusión, Advección y Dispersión: conceptos y expresiones numéricas.
- Líquidos en fase no acuosa.
- Experimentos en columnas. Aspectos macroscópicos de la dispersión. Retardo de especies.
- Modelos de transporte.

## PRÁCTICO

### Prácticas en el aula

- Expresión de las concentraciones iónicas de aguas. Conversiones de unidades. Cálculo de errores de balance en análisis químicos.
- Representación de análisis químicos de aguas en distintos tipos de gráficos (logarítmicos verticales, poligonales, triangulares, de calidad para consumo y riego).
- Establecimiento de estados de saturación de muestras de agua respecto a ciertas fases minerales.
- Estudio de efectos de mezclas de aguas, disoluciones y precipitaciones de sales y otros procesos mediante la utilización de diagramas hidroquímicos.
- Evaluación de parámetros hidrológicos a partir de datos químicos: balance de cloruros; mezclas de aguas.
- Análisis de evolución hidrogeoquímica: identificación de las marcas climática y litológica de aguas en relación con diferentes materiales geológicos.
- Cálculos relativos al transporte de solutos en diferentes circunstancias.

### Prácticas de Campo

En la jornada asignada para este tipo de prácticas se llevarán a cabo actividades seleccionadas del tipo de las relacionadas a continuación:

- Técnicas de muestreo. Medidas "in situ" de variables físico-químicas de las aguas subterráneas y conservación de las muestras. Procedimientos de muestreo.
- Medidas "in situ" de variables físico-químicas de las aguas; dispositivos tipo "data-logger"
- Registros de conductividad y temperatura en piezómetros.
- Reconocimiento hidrogeoquímico de acuíferos, ríos o lagos/embalses.
- Visitas a ETAP y EDAR.
- Ensayos con trazadores para determinar parámetros del transporte de solutos.
- Análisis hidrogeológico de fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas.
- Reconocimiento de técnicas de descontaminación de acuíferos.



## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- APPELO, C.A.J. y POSTMA, D. (2005). Geochemistry, groundwater and pollution. Ed. A.A. Balkema Publs. (2nd edition).
- COMISIÓN DOCENTE DEL CIHS: ESCUDER, R., FRAILE, J., JORDANA, S., RIBERA, F. SÁNCHEZ-VILA, X. y VÁZQUEZ-SUNYÉ, E. (2009). Hidrogeología. Ed. Fundación CIHS. Barcelona.
- SÁNCHEZ SAN ROMÁN, F. J. (2017). Hidrología superficial y subterránea . Univ. Salamanca.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- DREVER, J.I. (1997). The Geochemistry of Natural Waters (3º ed.). Ed. Prentice Hall.
- FETTER, C.W.Jr. (1993). Contaminant Hydrogeology. Ed. Mc. Millan.
- LANGMUIR, D. (1997). Aqueous Environmental Chemistry. Ed. Prentice Hall.

## ENLACES RECOMENDADOS

- Página web de docencia de Francisco Javier Sánchez San Román (Departamento de Geología, Universidad de Salamanca, España):  
<http://web.usal.es/~javisan/hidro/hidro.htm>
- Página web de docencia del Prof. Stephen Taylor de la Western Oregon University:  
[https://www.wou.edu/las/physci/taylor/es476\\_hydro/ES476\\_home.html](https://www.wou.edu/las/physci/taylor/es476_hydro/ES476_home.html)

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD03 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD05 - Prácticas de campo
- MD07 - Seminarios
- MD09 - Análisis de fuentes y documentos
- MD11 - Realización de trabajos individuales

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

- Ejercicio escrito sobre contenidos de teoría y prácticas de la asignatura: 70 %
- Trabajo personal, asistencia y participación en clase: 30 %.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

Ejercicio escrito sobre contenidos de teoría y prácticas de la asignatura. A los alumnos que tengan



en la convocatoria ordinaria de este mismo curso académico una calificación por trabajo personal, asistencia y participación en clase de hasta 30 % de la nota final, se les ofrecerá respetar dicha calificación, en cuyo caso el ejercicio puntuará hasta un 70 % de la nota final.

### EVALUACIÓN ÚNICA 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 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/)!). Evaluación mediante ejercicio escrito sobre contenidos de teoría y prácticas de la asignatura

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Docencia en idioma español, aunque a lo largo de la asignatura se introducirá a los alumnos en la versión inglesa de los principales términos científico-técnicos relacionados con la asignatura. De hecho, una proporción mayoritaria de las ilustraciones seleccionadas para complementar las clases de aula serán en este último idioma.  
Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos \(https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad\)](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

