

Fecha de aprobación: 26/06/2024

Guía docente de la asignatura

## Hidrogeología (2681137)

<b>Grado</b>	Grado en Geología	<b>Rama</b>	Ciencias				
<b>Módulo</b>	Geología Económica	<b>Materia</b>	Hidrología				
<b>Curso</b>	3 <sup>o</sup>	<b>Semestre</b>	2 <sup>o</sup>	<b>Créditos</b>	6	<b>Tipo</b>	Obligatoria

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

No es necesario que los alumnos tengan aprobadas asignaturas, materias o módulos previos como requisito indispensable para cursar esta asignatura. No obstante se recomienda la superación de los contenidos y adquisición de competencias de las materias de formación básicas y de rama.

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

- Conceptos básicos
- Hidrometeorología
- Hidráulica subterránea
- Hidrogeología regional

### 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

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE07 - tener una visión general de la geología a escala global y regional.
- 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 - aplicar los principios básicos de otras disciplinas relevantes para las Ciencias de la Tierra



- CE14 - ecoger, analizar, interpretar y representar datos referentes a materiales geológicos usando las técnicas adecuadas de campo y laboratorio, así como los programas informáticos apropiados.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Conocer la terminología y los conceptos básicos que rigen la presencia y el movimiento del agua subterránea en los acuíferos.
- Conocer los fundamentos matemáticos que hay que aplicar tanto en condiciones naturales como bajo una situación de explotación en los diferentes tipos de acuíferos. Reconocer las particularidades en el diferente comportamiento de los acuíferos en función de su litología y otros condicionantes.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

#### BLOQUE TEMÁTICO I. INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS

- **Introducción a la Hidrogeología.** Definición de Hidrogeología. Relación con otras ramas de la Ciencia. Desarrollo histórico. Actividad profesional. Programación de la asignatura y orientación bibliográfica.
- **El ciclo hidrológico.** Distribución del agua en la Naturaleza. Componentes del ciclo hidrológico. Balance hídrico y tiempo de residencia. Origen de las aguas subterráneas. Recursos y demandas. Cálculo de las reservas de un acuífero.
- **El agua en el suelo.** Estado del agua en el suelo. Distribución vertical del agua en el suelo. Contenido de agua en el suelo. Estados de humedad del suelo.
- **Características y comportamiento hidrogeológico de los materiales.** Porosidad. Tipos de porosidad. Determinación de la porosidad. Permeabilidad. Clasificación de los materiales según la porosidad y permeabilidad. Principales materiales acuíferos.
- **Acuífero como masa de agua.** Partes de un acuífero. Tipos de acuíferos. Superficie freática y nivel piezométrico. Recarga. Descarga. Relación río-acuífero. Fluctuaciones del nivel piezométrico. Medida del nivel piezométrico. Mapa de isopiezas.
- **Manantiales.** Tipos y clasificación. Caudal. Hidrograma de un manantial. Análisis del hidrograma. Ecuación de Maillet. Perímetro de protección.

#### BLOQUE TEMÁTICO II. HIDROMETEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DE SUPERFICIE

- **Precipitación y evapotranspiración.** Medida de la precipitación. Tratamiento de los datos: corrección y completado de series pluviométricas. - Cálculo de la precipitación media de un área. Conceptos de evaporación y transpiración. Métodos de medida de la evaporación y transpiración. Evapotranspiración potencial y evapotranspiración real. Balance de suelo.
- **Escorrentía superficial e infiltración.** Definición de escorrentía. Definición de cuenca y divisoria de aguas superficiales y subterráneas. Estimación de la escorrentía en una cuenca. Análisis del hidrograma. Concepto de infiltración eficaz. Factores que controlan la infiltración. Medida de la infiltración.

#### BLOQUE TEMÁTICO III. HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA

- **Energía del agua subterránea.** Teorema de Bernoulli. Definición de carga hidráulica y potencial hidráulico. Hidrostática y nivel piezométrico. Líneas de flujo y superficies equipotenciales. Redes de flujo.
- **Principios del flujo subterráneo.** Ley de Darcy. Gradiente hidráulico. Conductividad hidráulica. Medida de la conductividad hidráulica. Límites de aplicación de la ley de



- Darcy. Conductividad hidráulica en medios heterogéneos y anisótropos. Transmisividad.
- **Ecuación general del flujo subterráneo (EGFS).** Almacenamiento. Ley de Darcy en tres dimensiones. Ecuación de conservación de masa. Ecuación general del flujo subterráneo en 3D. Regímenes de flujo.
  - **Flujo subterráneo en distintos tipos de acuíferos.** Flujo subterráneo en acuíferos confinados. Flujo subterráneo en acuíferos libres (aproximación de Dupuit-Forchheimer). Flujo subterráneo en acuíferos libres con recarga.
  - **Extracción de agua subterránea en distintos tipos de acuíferos.** Cono de depresión. Ensayos de bombeo. Flujo radial en acuíferos confinados en régimen permanente. Caudal específico. Flujo radial en acuíferos confinados en régimen transitorio. Recuperación.
  - **Ensayos con trazadores.** Tipos de trazadores. Determinación de la porosidad eficaz. Ensayos de dilución puntual. Determinación de la velocidad vertical del flujo.
  - **Movimiento del agua en la zona no saturada.** Fuerzas que actúan en la zona no saturada. Curvas características: humedad y conductividad hidráulica. Flujo en la zona no saturada: ecuación de Richards. Propiedades de la zona no saturada. Parámetros en la zona no saturada.

#### BLOQUE TEMÁTICO IV. HIDROGEOQUÍMICA Y CONTAMINACIÓN DE AGUAS

- **Hidrogeoquímica.** - Composición de las aguas subterráneas. Expresión de concentración de sustancias disueltas en el agua. Clasificación de las sustancias disueltas en el agua según su abundancia relativa. Parámetros característicos de las aguas. Representación gráfica.
- **Calidad y contaminación de las aguas subterráneas.** Calidad del agua para los diferentes usos. Concepto de contaminación. - Principales agentes contaminantes. Fuentes de contaminación. Movimiento del contaminante: advección, difusión y dispersión. Principales agentes contaminantes.

#### BLOQUE TEMÁTICO V. HIDROGEOLOGÍA DE MEDIOS ESPECÍFICOS

- **Aguas subterráneas en rocas ígneas y metamórficas.** Almacenamiento y circulación en rocas cristalinas. Calidad de las aguas en rocas cristalinas.
- **Aguas subterráneas en rocas detríticas.** Almacenamiento y circulación en rocas detríticas no consolidadas. Almacenamiento y circulación en rocas detríticas consolidadas. Calidad de las aguas en rocas detríticas.
- **Aguas subterráneas en rocas karstificadas.** Tipos de acuíferos kársticos. Almacenamiento y circulación del agua subterránea en rocas karstificadas. Modelos conceptuales de acuíferos kársticos. Calidad de las aguas.
- **Acuíferos costeros.** Introducción y conceptos básicos. Caracterización del contacto agua dulce-agua salada en condiciones naturales. Alteración antrópica del contacto agua dulce-agua salada. Métodos de estudio y control de la intrusión marina. Gestión de la intrusión marina.
- **Temperatura del agua subterránea. Aguas termales y minerales.** Fuentes de calor en el agua subterránea. Perfil de temperatura en el agua subterránea. Clasificación de las aguas en función de su temperatura. Definición de aguas termales, minerales y mineromedicinales. Sistemas hidrogeotérmicos. Usos de las aguas termales.

#### BLOQUE TEMÁTICO VI. CAPTACIÓN Y GESTIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

- **Estudio y captación de las aguas subterráneas.** Inventario de puntos de agua. Sondeos de investigación. Principales sistemas de captación de las aguas subterráneas.
- **Gestión de las aguas subterráneas.** Estimación de los recursos y demandas. Regulación de acuíferos. Recarga artificial. Sobreexplotación de acuíferos. Uso conjunto aguas superficiales-aguas subterráneas. Modelos matemáticos en la gestión del agua.

#### PRÁCTICO

- **Aplicación del balance hídrico a acuíferos.** Evaluación de las diferentes componentes del balance hídrico. Manejo de unidades de las diferentes componentes. Cálculo de las



reservas de un acuífero

- **Elaboración de mapas piezométricos.** Representación, a partir de datos puntuales, de curvas isopiezas. Relación de las isopiezas con los límites del acuífero, determinación de las direcciones de flujo y cálculo de gradientes hidráulicos.
- **Análisis del hidrograma de manantiales.** Aplicación del método de Mangin (1975) para manantiales kársticos. Clasificación de manantiales.
- **Elaboración de redes de flujo sencillas.** Representación de perfiles hidrogeológicos. Representación de líneas de flujo. Representación de líneas equipotenciales
- **Aplicaciones de la ley de Darcy.** Caudales de flujo, velocidad de Darcy, velocidad real, gradiente hidráulico, permeabilidad equivalente en medios anisótropos. Transmisividad y coeficiente de almacenamiento. Flujo estacionario en acuíferos confinados: soluciones analíticas de la EGFS.
- **Soluciones analíticas de la EGFS en acuíferos libres sin bombeos.** Cálculo del flujo subterráneo en acuíferos sin recarga. Cálculo del flujo subterráneo en acuíferos con recarga.
- **Cálculo de parámetros hidrogeológicos I.** Soluciones analíticas a la ecuación del flujo subterráneo en acuíferos con bombeos.
- **Cálculo de parámetros hidrogeológicos II.** Ensayos de bombeo (regímenes permanente y transitorio), cálculo de la Transmisividad y del Coeficiente de Almacenamiento.

Las enseñanzas prácticas se completan con dos días de campo en los que se mostrarán aspectos característicos del funcionamiento de los acuíferos detríticos y kársticos, así como la utilización de aparataje utilizado normalmente en la Hidrogeología de campo.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- FREEZE, A.R. y CHERRY, J.A. (1979). Groundwater. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliff, 604 pp.
- HISCOCK, K. (2005). Hydrogeology. Blackwell
- PRICE, M. (1996) Introducing Groundwater. Chapman & Hall. (Traducido al castellano)

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- CALVACHE, M.L. y DUQUE, C. (2010). Prácticas de Hidrogeología. Ed. Universidad de Granada.
- CUSTODIO, E. y LLAMAS, M.R. (1983 ). Hidrología Subterránea. Ed. Omega, 2350 pp.
- DAVIE, T. (2003). Fundamentals of Hydrology. Routledge.
- MARTÍNEZ, P.E., MARTÍNEZ, P. y CASTAÑO, S. (2005). Fundamento de Hidrogeología. Ed. Mundiprensa, Madrid. 284 pp.
- RAGHUNATH, H.M. Groundwater (2nd Ed.) Ed. John Wiley & Sons.
- SWARTZ, F.W. y ZHANG, H. (2003). Ground Water, Wiley and Sons.
- TODD, D.K. (1972). Groundwater Hydrology. Ed. John Wiley & Sons. (trad. Ed. Paraninfo).

## ENLACES RECOMENDADOS



## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD03 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD05 - Prácticas de campo
- MD06 - Prácticas en sala de informática
- 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

Examen final escrito de teoría y prácticas: 70 %. Trabajo personal y participación en clase: 30 %. 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 EXTRAORDINARIA

Examen escrito que contemplará todos los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura 100%.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Examen escrito que contemplará todos los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

## INFORMACIÓN ADICIONAL

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).

