

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Conservación, Planificación y Gestión del Medio Ambiente rural y urbano	Hidrogeología	3º	2º	6	Obligatoria
<b>PROFESORES<sup>(1)</sup></b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Carmen Alméjija Ruiz: Grupo A</li> <li>Wenceslao Martín Rosales: Grupo B</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Prof. Alméjija: Facultad de Ciencias, Departamento de Geodinámica, planta primera, despacho nº 4. Tfno. 958243341, <a href="mailto:almecija@ugr.es">almecija@ugr.es</a></li> <li>Dpto. Geodinámica, 2ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº 30. 958248083 <a href="mailto:wmartin@ugr.es">wmartin@ugr.es</a></li> </ul>		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS<sup>(1)</sup></b>		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Prof. Alméjija: martes de 12 a 14 h; viernes de 10 a 14 h.</li> <li>Prof. Martín Rosales: martes, miércoles y jueves, de 9 a 11.</li> </ul>		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en Ciencias Ambientales			Ingeniería Civil		
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES</b>					
Tener conocimientos adecuados sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>matemáticas, física y química</li> </ul>					

<sup>1</sup> 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/>)

## BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Conceptos Básicos.  
Hidrometeorología e Hidrología: Datos para un balance hídrico.  
Hidráulica subterránea.  
Hidroquímica y contaminación.  
Hidrogeología regional.  
Hidrogeología aplicada.  
Las aguas subterráneas en el marco de la gestión de recursos hídricos.  
Prácticas de gabinete.  
Prácticas de campo.

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Transversales  
CT1, CT2, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9  
Específicas  
CE1, CE3, CE4, CE5, CE7, CE8, CE12, CE22

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Resultados del aprendizaje:  
Reconocimiento hidrogeológico regional.  
Realización de inventarios de puntos de agua.  
Elaboración e interpretación de mapas piezométricos.  
Valoración de captaciones de aguas subterráneas. Control de manantiales.  
Muestreo de aguas subterráneas e interpretación de datos hidroquímicos.  
Valoración de riesgos de contaminación. Elaboración e interpretación de mapas de vulnerabilidad. Riesgos de intrusión.  
Evaluación de recursos en aguas subterráneas e integración en un sistema de explotación de recursos hídricos.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

### TEMA 1. EL AGUA EN LA NATURALEZA

- Introducción
- Distribución del agua en la naturaleza: almacenamiento y flujo global

### TEMA 2. HIDROMETEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA: DATOS PARA UN BALANCE HÍDRICO

- Componentes del ciclo del agua en una cuenca.
- Precipitación, medida y tratamiento de datos.
- Evaporación y evapotranspiración, determinaciones.
- Infiltración, métodos de evaluación.
- Escorrentía. Componentes de la escorrentía en una cuenca. Aforos e hidrogramas.
- Balance hídrico en una cuenca

### TEMA 3. EL AGUA EN EL MEDIO SUBTERRÁNEO

#### CONCEPTOS BÁSICOS

- Propiedades físicas del agua y del medio poroso.
- Clasificación de los materiales geológicos desde el punto de vista hidrogeológico.
- Acuíferos: tipos y características.



- Almacenamiento de agua en los acuíferos: Coeficiente de almacenamiento.

#### **HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA**

- Energía del flujo subterráneo. Presión hidrostática, potencial hidráulico y altura piezométrica.
- Superficies equipotenciales y líneas de flujo.
- Ley de Darcy: gradiente hidráulico y permeabilidad. Transmisividad.
- La ecuación del flujo subterráneo: expresión gráfica y analítica.
- El flujo hacia las obras de captación. Ensayos de bombeo.
- Modelos de flujo. Los manantiales. Relaciones entre agua superficial y agua subterránea.

#### **TEMA 4. HIDROGEOLOGÍA REGIONAL**

- Características hidrogeológicas de los materiales sedimentarios.
- Características hidrogeológicas de las rocas plutónicas, metamórficas y volcánicas.
- Hidrogeología kárstica.
- Acuíferos costeros e intrusión marina.
- Aguas termales.

#### **TEMA 5. HIDROQUÍMICA Y CONTAMINACIÓN**

- Composición de las aguas subterráneas: constituyentes. Características Físico-químicas.
- Análisis químico: expresión de resultados y error de balance.
- Interpretación y representación gráfica de datos hidroquímicos
- Evolución del quimismo de las aguas subterráneas naturales , procesos modificadores.
- Contaminación de aguas subterráneas: agentes contaminantes y fuentes de contaminación.
- Ámbitos de introducción y propagación de la contaminación.
- Protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación: vulnerabilidad. Procesos de atenuación de la contaminación.
- Métodos de lucha contra la contaminación: prevención y protección, eliminación y regeneración de aguas contaminadas.

#### **TEMA 6. HIDROGEOLOGÍA APLICADA:** La exploración de las aguas subterráneas

- Los estudios hidrogeológicos. Métodos de prospección. Prospección hidrogeológica: inventario de puntos de agua, cartografía hidrogeológica.
- Evaluación de recursos hídricos subterráneos. Balance en un acuífero. Reservas y recursos.
- Captación de aguas subterráneas. Tipos de captaciones. Sondeos mecánicos

#### **TEMA 7. LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL MARCO DE LA PLANIFICACIÓN-GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**

- Introducción. La importancia del agua. Necesidades básicas.
- Algunos conceptos básicos en la planificación hidrológica. Recursos de una cuenca. Usos del agua.
- Problemas derivados de la explotación de acuíferos. Sobreexplotación
- Uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas. Generalidades. Estrategias de uso conjunto: regulación y recarga artificial.
- Aspectos medioambientales del agua subterránea. Afecciones a espacios naturales de alto valor ecológico: humedales.

#### **TEMARIO PRÁCTICO:**

1. Tratamiento de datos hidrometeorológicos y foronómicos (P, ET, Q,...).
2. Balance hídrico de una cuenca: coeficientes de infiltración y escorrentía, aportación específica.
3. Realización e interpretación de mapas piezométricos.



4. Aplicación de la ley de Darcy: cálculo de gradientes, caudales y velocidades de flujo. Descensos en pozos, ensayo de bombeo.
5. Tratamiento de datos hidroquímicos y elaboración e interpretación de diagramas hidroquímicos.
6. Balance en un acuífero: cálculo de recursos y reservas.

#### Prácticas de Campo

- 1.- Acuíferos aluviales y relaciones río-acuífero (Genil-Vega de Granada) y problemas de contaminación urbana y agrícola
- 2.- Aguas termales
- 3.- Acuíferos kársticos y problemas de contaminación urbana y agrícola
- 4.- Humedales y aguas subterráneas : protección y control

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

APPELO, C.A.J. y POSTMA, D. (1993).- "*Geochemistry, Groundwater and Pollution*".- Ed. A.A. Balkema, Rotterdam/Brookfield

BOWEN, R. (1986).- "*Groundwater*" (2<sup>nd</sup>. Edition) Elsevier Applied Science Publ.

CASTANY, G. (1963).- "*Traité pratique des eaux souterraines*". Ed. Dunod (trad. castellana: Ed. Omega).

CASTANY, G. (1967).- "*Prospection et exploitation des eaux souterraines*". Ed. Dunod (trad. castellana: Ed. Omega).

CASTANY, G. (1982).- "*Principes et méthodes de l'Hydrogéologie*". Ed. Dunod, 238 pg.

DAVIS, S.N. y DE WIEST, R.J.M. (1966).- "*Hydrogeology*". Ed. John Wiley and Sons, (trad. castellana: Ed. Ariel).

DEMING, D. (2001).- "*Introduction to Hydrogeology*". McGraw-Hill Higher Education, 468 pg.

FETTER, C.W.J.R. (1980).- "*Applied Hydrogeology*". Charles E. Merrill. Pub. Co. (3<sup>a</sup> ed., Prentice-Hall, 1994, 691 pg, nueva edición en 2001)

FETTER, C.W.J.R. (1999).- "*Contaminant Hydrogeology*".- Prentice-Hall Inc., 500 pg.

FITTS, C.R. (2002).- "*Groundwater Science*". Academic Press (Elsevier Science), 450 pg.

FREEZE, R.A. y CHERRY, J.A. (1979).- "*Groundwater*". Prentice-Hall Inc., New Jersey.

HUDAK, P.F. (2000).- "*Principles of Hydrogeology*". Lewis Pub., 204 pg.

PRICE, M. (1996).- "*Introducing Groundwater*". Chapman & Hall.

TODD, D.K. (1972).- "*Groundwater Hydrology*". John Wiley and Sons, Inc. (trad. Ed. Paraninfo).

##### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:



- BRASSINGTON, R. (1988).- "*Field Hydrogeology*".  
Open University Press, John Wiley & Sons.
- CUSTODIO, E. y LLAMAS, M.R. (1976).- "*Hidrología subterránea*".  
Ed. Omega, 2 vol., XXXIII+ XXXII+ 2359 pg.
- DOMENICO, P.A. y SCHWARTZ, F.W. (1990).- "*Physical and Chemical Hydrogeology*".  
Ed. Wiley. (nueva edición en 1998, 506 pg.)
- LOHMAN, S.W. (1972).- "*Ground Water Hydraulics*".  
U.S. Government Printing Office, (trad. castellana: Ed. Ariel).
- MARSILY, G. (1983).- "*Hydrogéologie quantitative*".  
Pub. CIG; ENSMP, Paris.
- SANDERS, L.L. (1998).- "*A manual of Field Hydrogeology*"  
Prentice-Hall
- SCHOELLER, H. (1962).- "*Les Eaux souterraines*".  
Ed. Masson.
- SERRANO, S.E. (1997).- "*Hydrology for Engineers, Geologists and Environmental Professionals*".-  
HydroScience Inc., 452 pg.
- WEIGHT, W.D. and SONDEREGGER, J.J. (2000).- "*Manual of Applied Field Hydrogeology*".  
McGraw-Hill, 608 pg.

## 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 del Instituto Geológico y Minero de España <http://www.igme.es>
- Uliana, M. (2012) Hydrology lecturanotes:  
[https://webmail.ugr.es/?\\_task=mail&\\_action=get&\\_mbox=INBOX&\\_uid=81153&\\_part=2&\\_frame=1](https://webmail.ugr.es/?_task=mail&_action=get&_mbox=INBOX&_uid=81153&_part=2&_frame=1)
- Página web de docencia del Grupo de Gestión de Recursos Hídricos de la Universidad Jaume I De Castellón (España). [Http://www.agua.uji.es](http://www.agua.uji.es)
- Curso Internacional de Hidrología Subterránea (Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea, Barcelona, España) <http://www.fcih.org>
- Software sobre hidroquímica:
- INAQUAS Utilidad para la interpretación de análisis químicos de aguas subterráneas (Moreno Merino, L., De la Losa Román, A., 2008; ISBN: 978-84-7840-779-8; Publicado por IGME) <http://www.igme.es>
- AQUAQHEM (Waterloo Hydrogeologic Inc.) [Http://www.waterloohydrogeologic.com](http://www.waterloohydrogeologic.com)

## METODOLOGÍA DOCENTE

### - Las clases teóricas.

Se impartirán clases magistrales por parte del profesor. Los temas impartidos se muestran mediante presentaciones que previamente se les ha hecho llegar a los alumnos, utilizando la plataforma PRADO; esta plataforma también se usa para mandar mensajes a dichos alumnos e información sobre otros aspectos de la asignatura. La exposición de los temas es participativa y se suelen realizar ejercicios prácticos durante el transcurso de la clase, para aplicar los conceptos teóricos vistos en el momento. También puede ser requerido por el profesor, de forma escrita, alguna cuestión planteada durante la clase, la cual se podrá tener en cuenta en la evaluación de la asignatura. Aunque las clases se imparten en español, alguna información usada en las presentaciones está en inglés.



**- Las clases prácticas.**

Suele hacerse una clase de dos horas de duración a la semana. En estas prácticas, que necesitan más tiempo para su realización, se explica previamente el tipo de práctica a realizar y el método para hacerlo. Cada alumno realiza dicha práctica individualmente o en grupo, según el caso, y siempre bajo la supervisión del profesor y con participación activa de todos los compañeros del curso. Algunas de estas prácticas son recogidas por el profesor para su posterior evaluación.

**- La práctica de campo.**

Tienen una duración de una jornada y suele hacerse al final del cuatrimestre, con objeto de que los alumnos hayan adquirido ya un mínimo de conocimientos sobre la asignatura. Además de poder ver in situ algunos aspectos relacionados con la hidrogeología, indicados por el profesor acompañante, los alumnos aprenden algunas técnicas de toma de datos en el campo y, teniendo en cuenta sus conocimientos sobre el tema, se les invita a resolver cuestiones relacionadas con la materia estudiada.

**- Las tutorías.**

Se utilizarán para que el alumno resuelva dudas o problemas sobre la asignatura en cuestión. También para tener en cuenta sus sugerencias y ayudarlo en situaciones especiales si así lo solicita.

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

El alumno podrá ser calificado a lo largo del curso según una **Evaluación continua**, que constará de:

- Examen escrito de teoría y prácticas (gabinete y campo): 70% de la calificación final. Será necesario obtener una nota mínima de 4 sobre 10 para que sean considerados el resto de los trabajos o calificaciones.
- Evaluación de pruebas, ejercicios solicitados y participación del alumno en clase o en el campo: 20% de la calificación final.
- Asistencia: 10% de la calificación final.

**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"**

El examen único constará tanto de cuestiones teóricas como prácticas (gabinete y campo) de acuerdo con el programa de la asignatura. Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, lo solicitará al Director del Departamento, quien dará traslado al profesor correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua. El alumno no recibe respuesta en 10 días se considera su petición aceptada.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

