

# HIDROGEOLOGÍA APLICADA

| MÓDULO  | MATERIA                | CURSO | SEMESTRE  | CRÉDITOS | TIPO     |
|---|------------------------|-------|---|----------|----------|
| Hidrogeología y Teledetección   | Hidrogeología Aplicada | 4º    | 1   | 6        | Optativa |
| PROFESOR(ES)  |                        |       | DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.) |          |          |
| José Benavente Herrera y Mª Luisa Calvache Quesada  |                        |       | Dpto. Geodinámica, Facultad de Ciencias<br>jbenaven@ugr.es<br>958243362<br>calvache@ugr.es          |          |          |
|   |                        |       | HORARIO DE TUTORÍAS   |          |          |
| GRADO EN EL QUE SE IMPARTE  |                        |       | OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR  |          |          |
| Grado en Geología   |                        |       | Ingeniería civil , Ciencias Ambientales,  |          |          |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)   |                        |       |   |          |          |
| Haber cursado la asignatura Hidrogeología o poseer conocimientos básicos de esa materia   |                        |       |   |          |          |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)   |                        |       |   |          |          |
| Revisión de conceptos hidrogeológicos básicos<br>Modelación numérica del flujo subterráneo en diferentes situaciones hidrogeológicas<br>Obras de captación de aguas subterráneas e Hidráulica de captaciones<br>Prospección hidrogeológica<br>Gestión de recursos hídricos subterráneos; las aguas subterráneas en la Planificación Hidrológica |                        |       |   |          |          |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS  |                        |       |   |          |          |
| Capacidad de análisis y síntesis: CG-1<br>Capacidad para aprender y resolver problemas: CG-2, CG-3<br>Capacidad de aplicar conocimientos a la práctica: CG-4<br>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: CE-3  
Disponer de un conocimiento adecuado de otras disciplinas relevantes para Ciencias de la Tierra: CE-4

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

Conocer las principales metodologías exploratorias de las aguas subterráneas y las técnicas de captación de las mismas. Saber planificar y realizar ensayos hidráulicos "in situ" que permitan interpretar la información sobre el origen, sistema de flujo, materiales atravesados y eventuales influencias antrópicas de las aguas subterráneas que tiene que ver con la explotación de los acuíferos. Conocer las principales estrategias de gestión de los recursos hídricos y la normativa legal básica sobre la planificación de las aguas subterráneas.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### **A) : PROGRAMA DE CLASES TEÓRICAS**

#### I. Introducción

1. Presentación de la asignatura: objetivos, métodos y estructuración de la docencia. Revisión de conceptos básicos (teoría y prácticas).

#### II. Modelación numérica

2. ¿Qué es la modelación numérica y para qué se utiliza en Hidrogeología? Tipos de modelos. Fundamentos matemáticos. Métodos de resolución. Modelo conceptual y condiciones de contorno.

3. Procedimiento en la modelación numérica. Discretización. Análisis de sensibilidad. Calibración. Verificación. Análisis de la calidad de los resultados.

4. Modelación del flujo subterráneo. Parámetros hidráulicos. Datos iniciales. Análisis de resultados.

5. Modelación del transporte de masa. Parámetros de transporte. Datos iniciales. Análisis de resultados.

#### III. Hidráulica de captaciones

6. Cálculo de descensos, caudales y caudales específicos. Flujo hacia un pozo de bombeo en régimen estacionario. Flujo hacia un pozo de bombeo en régimen transitorio: acuíferos confinados (fórmula de Theis y curva patrón); simplificación de Jacob-Cooper. Interferencia de efectos. Acuíferos limitados/"pozos-imagen". Acuíferos semiconfinados. Acuíferos libres. Efectos de caudal variable; penetración parcial; flujo natural.

#### IV. Sistemas de captación de aguas subterráneas

7. Aspectos históricos. Criterios de clasificación. Sistemas de perforación mecánica (sondeos): características y ventajas/inconvenientes en cada caso. Otros tipos de captaciones de aguas subterráneas. Sistemas especiales de captación..

8. Diseño, desarrollo, equipamiento y rehabilitación de sondeos de captación de aguas subterráneas.

#### V. Ensayos hidráulicos "in situ"

9. Representatividad a diferentes escalas. Ensayos de bombeo. Ensayos de recuperación. Otros ensayos hidráulicos. Ensayos de productividad



de captaciones: caudales escalonados. Aspectos prácticos de la planificación de los ensayos.

#### VI. Prospección de aguas subterráneas

10. Objetivos. Métodos geofísicos de superficie aplicados a la hidrogeología. Información procedente de manantiales, perforaciones y captaciones; el inventario de puntos de agua; testificaciones de sondeos. Otras técnicas de adquisición de datos. Particularidades de medios poco permeables o kársticos. La cartografía hidrogeológica.

#### VII. Las aguas subterráneas en el ámbito de la gestión y de la planificación de los recursos hídricos

11. El sistema hídrico natural. Usos, demandas, consumos, recursos, presiones e impactos. . Elementos de almacenamiento superficial y subterráneo. Masas de agua. Planificación hidrológica: conceptos y evolución histórica. Conceptos legales y económicos. Aguas subterráneas y medio ambiente. Explotación intensiva de acuíferos. Uso conjunto. Regulación de manantiales y de acuíferos. Recarga artificial de acuíferos. Gestión de acuíferos costeros. El agua en la minería y en las obras subterráneas.

### **B) PROGRAMA DE CLASES PRÁCTICAS**

#### **PRÁCTICAS EN AULA O EN LABORATORIO/GABINETE**

1. Ejercicios-resumen de conocimientos previos: análisis de niveles piezométricos (mapas/secciones) y redes de flujo sencillas, cálculo de gradientes hidráulicos, aplicación de la ley de Darcy, relaciones entre velocidad de Darcy y velocidad promedio de flujo, conceptos de T y S, etc.
2. Manejo de Visual MODFLOW. Aprendizaje de cómo utilizar el programa y realización de algún ejemplo práctico
2. Flujo en acuíferos confinados y libres (con y sin recarga): estimación en perfiles de geometría sencilla de los niveles piezométricos y del caudal circulante. Resolución mediante técnicas analíticas y a partir de modelación.
3. Estimación de descensos, caudales y caudales específicos en relación con diferentes fórmulas de la hidráulica de captaciones (Thiem, Theis, Jacob-Cooper, Hantush, Neuman ... ) para diferentes situaciones (acuíferos -confinados, semiconfinados y libres- extensos, limitados o con interferencia) y regímenes (estacionario o transitorio). Resolución mediante técnicas analíticas y a partir de modelación.
4. Comparación gráfica entre curvas experimentales de diferente naturaleza (descensos-tiempos, descensos-distancias, etc.) y las curvas-patrón correspondientes al ámbito hidrogeológico concreto de los acuíferos bombeados.
5. Estimación de parámetros hidrogeológicos a partir de ensayos de bombeo y de recuperación en distintas situaciones y regímenes, tanto mediante métodos gráficos como automáticos.
6. Interpretación de ensayos de bombeo con caudales escalonados.
7. Diseño de elementos de sondeos de captación de aguas subterráneas.
8. Cálculos en relación con acuíferos sobreexplotados (consumo de reservas, evolución de niveles), recarga artificial de acuíferos y gestión de acuíferos costeros. Se plantea la posibilidad de resolución mediante modelación en casos complejos.

#### **PRÁCTICAS DE CAMPO**

En las tres jornadas seguidas asignada para este tipo de prácticas se llevarán a cabo actividades como las relacionadas a continuación:



Observación de métodos de perforación y/o de construcción de sondeos de captación.  
Realización de ensayos hidráulicos "in situ"  
Reconocimiento de acuíferos y sectores de interés hidrogeológico (recarga artificial, gestión de acuíferos)  
Reconocimiento del trabajo con equipos de prospección hidrogeológica (testificación de sondeos)

#### SEMINARIOS

A cargo de colaboradores que sean profesionales de la hidrogeología que trabajen en el ejercicio libre de su profesión así como en organismos públicos no universitarios, sobre temas tales como:

Realización de informes hidrogeológicos  
Proyectos de sondeos de captación  
Planificación de trabajos hidrogeológicos "in situ"

#### BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, M.P. Y WOESSNER, W.W. (2002). Applied Groundwater Modeling. Academic Press, San Diego.
- 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.
- MARTÍNEZ, J. y RUANO, P. (1998). Aguas subterráneas : captación y aprovechamiento. Ed. Promotora General de Estudios, S.A. (PROGENSA), Sevilla.
- MISSTEAR, B, BANKS, D. y CLARK, L. (2006). Water wells and boreholes. Ed. John Wiley & Sons.
- MURILLO, J.M., LÓPEZ-GETA, J.A. y RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, L. (2010). Desarrollo sostenible, uso conjunto y gestión integral de recursos hídricos. IGME-Dip. Prov. Alicante.
- VILLANUEVA, M. e IGLESIAS, A. (1984). Pozos y acuíferos. IGME.
- WANG, F. Y ANDERSON, M.P. (1982). Introduction to Groundwater modeling. Academic Press, San Diego.
- WATSON, I Y BURNETT, A. D. (1995). Hydrology. An environmental approach. CRC Press/Lewis.
- WEIGHT, W.D. and SONDEREGGER, J.J. (2000).- "Manual of Applied Field Hydrogeology".- McGraw-Hill Ed..

#### ENLACES RECOMENDADOS

Página web de docencia del Grupo de Gestión de Recursos Hídricos de la Universidad Jaime I de Castellón (España).  
<http://www.agua.uji.es>

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)

Página web de ejercicios prácticos sobre Hidrogeología de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

[https://ertpvu.org/course\\_materials/classroom\\_course\\_materials/6/2014%20IGWI%20Exercise%20Wk%20Book.pdf](https://ertpvu.org/course_materials/classroom_course_materials/6/2014%20IGWI%20Exercise%20Wk%20Book.pdf)

## METODOLOGÍA DOCENTE

## PROGRAMA DE ACTIVIDADES

| Primer cuatrimestre | Temas del temario | Actividades presenciales<br>(NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura) |                            |                                   |                  |      | Actividades no presenciales<br>(NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura) |                             |   |                          |      |
|---------------------|-------------------|---|----------------------------|-----------------------------------|------------------|------|--|-----------------------------|---|--------------------------|------|
|                     |                   | Sesiones teóricas (horas)   | Sesiones prácticas (horas) | Exposiciones y seminarios (horas) | Exámenes (horas) | Etc. | Tutorías individuales (horas)  | Tutorías colectivas (horas) | Estudio y trabajo individual del alumno (horas) | Trabajo en grupo (horas) | Etc. |
| Semana 1            |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| Semana 2            |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| Semana 3            |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| Semana 4            |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| Semana 5            |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| ...                 |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| ...                 |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| ...                 |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| ...                 |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| ...                 |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| ...                 |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| ...                 |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| ...                 |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| ...                 |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| ...                 |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| ...                 |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |
| Total horas         |                   |   |                            |                                   |                  |      |  |                             |   |                          |      |



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

Examen final escrito de teoría y prácticas: 70 %. Trabajo personal y participación en clase: 30 %. Esta ponderación se aplica si en el examen se supera la calificación de 3 sobre 10; si la calificación del examen es igual o inferior a 3, los porcentajes respectivos son 90 % y 10 %.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

