

Guía docente de la asignatura

## Hidrogeología y Gestión de Acuíferos (Especialidad Hidrogeología) (237114H)



Fecha de aprobación: 26/06/2024

<b>Grado</b>	Grado en Ingeniería Civil	<b>Rama</b>	Ingeniería y Arquitectura				
<b>Módulo</b>	Tecnología Específica de Hidrología	<b>Materia</b>	Ingeniería Hidráulica				
<b>Curso</b>	4º	<b>Semestre</b>	2º	<b>Créditos</b>	3	<b>Tipo</b>	Obligatoria

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Se recomienda haber cursado y tener aprobadas las siguientes asignaturas: Geología; Hidráulica e Hidrología; Ampliación de Hidráulica e Hidrología, Obras y Aprovechamientos Hidráulicos I y Mecánica del Suelo y Rocas.

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

- Conceptos generales.
- Acuíferos: identificación y delimitación, caracterización. Usos, presiones e impactos.
- Determinación práctica de parámetros hidráulicos.
- Tipos de captaciones de agua subterránea.
- Gestión de acuíferos: uso conjunto de aguas subterráneas y superficiales, recarga artificial y acuíferos costeros e intrusión marina.
- Casos prácticos.

### COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

#### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación
- CG02 - Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en la construcción de una obra pública, y capacidad para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia en la construcción dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública.
- CG03 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria



durante el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

- CG04 - Capacidad para proyectar, inspeccionar y dirigir obras, en su ámbito
- CG05 - Capacidad para el mantenimiento y conservación de los recursos hidráulicos y energéticos, en su ámbito
- CG06 - Capacidad para la realización de estudios de planificación territorial y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras, en su ámbito
- CG07 - Capacidad para el mantenimiento, conservación y explotación de infraestructuras, en su ámbito
- CG08 - Capacidad para realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas, en su ámbito
- CG10 - Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y la construcción en general

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE09 - Capacidad para aplicar los conocimientos de materiales de construcción en sistemas estructurales. Conocimiento de la relación entre la estructura de los materiales y las propiedades mecánicas que de ella se derivan
- CE11 - Conocimientos de geotecnia y mecánica de suelos y de rocas así como su aplicación en el desarrollo de estudios, proyectos, construcciones y explotaciones donde sea necesario efectuar movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención
- CE13 - Conocimiento de los conceptos y los aspectos técnicos vinculados a los sistemas de conducciones, tanto en presión como en lámina libre
- CE14 - Conocimiento de los conceptos básicos de hidrología superficial y subterránea
- CE17 - Capacidad para aplicar metodologías de estudios y evaluaciones de impacto ambiental
- CE18 - Conocimiento de los procedimientos constructivos, la maquinaria de construcción y las técnicas de organización, medición y valoración de obras
- CE27 - Conocimiento y capacidad para proyectar y dimensionar obras e instalaciones hidráulicas, sistemas energéticos, aprovechamientos hidroeléctricos y planificación y gestión de recursos hidráulicos superficiales y subterráneos
- CE28 - Conocimiento y comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y los factores ambientales
- CE29 - Conocimiento de los proyectos de servicios urbanos relacionados con la distribución de agua y el saneamiento
- CE30 - Conocimiento y comprensión de los sistemas de abastecimiento y saneamiento, así como de su dimensionamiento, construcción y conservación

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

Cuando concluya el desarrollo de esta asignatura se espera que el alumno sea capaz de:

- Identificar las características hidrogeológicas básicas de los materiales geológicos. Analizar el flujo del agua en los medios porosos en diferentes situaciones.
- Conocer las principales características físico-químicas de las aguas subterráneas y su comportamiento frente a procesos de contaminación.
- Reconocer los principales tipos de captaciones de aguas subterráneas, los elementos principales de los sondeos de captación y el fundamento de los ensayos hidráulicos "in situ".
- Conocer las principales técnicas de prospección hidrogeológica e identificar los rasgos hidrogeológicos particulares de los principales tipos de materiales geológicos y de ambientes geológicos o geográficos específicos.
- Conocer los elementos básicos de la gestión sostenible de los recursos hídricos



subterráneos y los conceptos fundamentales de la legislación asociada a la planificación hidrológica.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

- Conceptos generales sobre hidrogeología, acuíferos y recursos hídricos subterráneos (revisión basada fundamentalmente en casos prácticos). Clasificación hidrogeológica de los materiales geológicos. Porosidades. Tipos de acuíferos. Superficies piezométrica y freática. Coeficiente de almacenamiento. Permeabilidad y transmisividad. Ley de Darcy. Velocidad real. Permeabilidad intrínseca. Generalidades sobre obras de captación de aguas subterráneas. Conceptos de base en gestión y planificación de recursos hídricos: balance hídrico de acuíferos; recursos, reservas y tiempo medio de residencia en acuíferos.
- Análisis del flujo en los acuíferos. Potencial hidráulico. Regímenes de flujo subterráneo. Redes de flujo. Sistemas de flujo condicionados por la topografía; áreas de recarga y descarga. Componentes verticales en el flujo. Medios heterogéneos. Anisotropía. Mapas de isopiezas. Flujo estacionario en acuíferos confinados. Expresión analítica de la superficie freática. Ecuaciones generales del flujo subterráneo y su solución. Los manantiales. Relaciones entre el agua subterránea y el agua de superficie.
- Hidráulica de captaciones. Flujo transitorio hacia un pozo de bombeo: modelo teórico y solución analítica. Problemas directo e inverso en hidráulica de captaciones. Régimen estacionario en un pozo de bombeo. Efectos de superposición e interferencia por bombeos. Estimación de parámetros de los acuíferos mediante ensayos hidráulicos “in situ”. Curva característica del pozo de bombeo; pérdidas de carga y eficiencia.
- Captación de aguas subterráneas. Sistemas de perforación de sondeos. Estudios hidrogeológicos y técnicas asociadas. Sondeos de reconocimiento. Sondeos de captación de aguas subterráneas: elementos y diseño. Desarrollo y rehabilitación de sondeos de captación. Otros tipos de captaciones de aguas subterráneas. Aspectos legales de los sondeos de captación. Características de las aguas subterráneas según su ámbito geológico de aparición. Acuíferos costeros.
- Calidad, contaminación y protección de las aguas subterráneas. Expresión de las concentraciones de las sustancias disueltas en el agua. Principales índices hidroquímicos. Evolución hidrogeoquímica. Calidad y contaminación del agua: conceptos y aspectos diferenciadores en aguas superficiales y en aguas subterráneas. Agentes contaminantes y fuentes de contaminación de las aguas subterráneas: usos, presiones e impactos. Propagación de la contaminación en los acuíferos. Reacciones de los acuíferos frente a la contaminación. Métodos de prevención y lucha contra la contaminación.
- Gestión de acuíferos: conceptos y terminología asociada. Principales hitos normativos de los recursos hídricos en España. Regulación de los recursos hídricos: embalses superficiales frente a embalses subterráneos. Objetivos Ambientales en las MASub según la Planificación Hidrológica. Regulación de manantiales y sus efectos. Uso intensivo de las aguas subterráneas. Recarga artificial e inducida de acuíferos. Uso conjunto.

### PRÁCTICO

#### Prácticas en el aula

- Interpretación de niveles piezométricos en mapas hidrogeológicos y en secciones transversales. Estimación de gradientes hidráulicos con distintos supuestos de direcciones de flujo. Transformaciones en caso de aguas de diferente densidad.



- Trazado de curvas isopiezas y determinación de las direcciones de flujo.
- Cálculos de caudales en casos sencillos de redes de flujo.
- Cálculo de descensos, de caudales y de caudales específicos a partir de soluciones analíticas de los modelos teóricos de hidráulica de captaciones.
- Análisis de datos de ensayos hidráulicos "in situ" en casos sencillos.
- Balances hídricos de acuíferos en diferentes situaciones.
- Cálculos simples en relación con acuíferos en régimen de explotación: afección a reservas; evolución de niveles.

#### 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:

- Utilización de instrumentación hidrogeológica diversa en cursos de agua, manantiales y sondeos piezométricos: hidroniveles de diferentes tipos, toma-muestras, medidas "in situ" de variables físicas y químicas del agua, medidas de flujo, etc.
- Reconocimiento hidrogeológico de surgencias y de captaciones de diferentes tipos. Cumplimentación de fichas de inventario de puntos de agua.
- Determinación "in situ" de parámetros hidrogeológicos; reconocimiento de maquinaria de perforación.
- Conocimiento de estrategias de gestión de aguas subterráneas por empresas suministradoras de agua para abastecimiento o de comunidades de regantes a partir de acuíferos.

Reconocimiento de acuíferos de interés: sistemas kársticos, acuíferos aluviales, acuíferos costeros, etc., y análisis de su funcionamiento. Cuestiones hidrogeológicas en áreas de interés ecológico y medioambiental. Reconocimiento "in situ" de problemas geotécnicos relacionados con el agua subterránea.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- 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.
- Cruz San Julián, J. J. (2018). Hidrogeología básica e hidráulica subterránea. Ed. IGME.
- Iglesias, A., Ortiz, G., Rodríguez, R. y Minga J.C. (2021). Aguas subterráneas: Exploración, Evaluación, Caracterización y Gestión. JCI Ingeniería & Servicios Ambientales S.A.C. Lima-Perú.
- Martínez Alfaro, P.E., Martínez Santos, P., Castaño, S. (2006): Fundamentos de Hidrogeología. Ed. Mundi-Prensa.
- Sánchez San Román, F. J. (2017). Hidrología superficial y subterránea. Univ. Salamanca.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- López Geta, J.A., Fornés, J., Ramos, G., Villarroya, F. (2001): Las aguas subterráneas: un recurso natural del subsuelo. Ed. IGME
- Martínez, J. y Ruano, P. (1998). Aguas subterráneas: captación y aprovechamiento. Ed. Promotora General de Estudios, S.A. (PROGENSA), Sevilla.
- Martos, S., Barón, A. y Guardiola, C. (eds.) (2022). Guía de buenas prácticas para el diseño, sellado y clausura de pozos de captación de agua subterránea. AIH-GE.
- Murillo, J.M., López-Geta, J.A., Rodríguez-Hernández, L. (2010). Desarrollo sostenible, uso conjunto y gestión integral de recursos hídricos. IGME-Dip. Prov. Alicante.
- Peinado, T. (2019). Guía para entender el uso de las aguas subterráneas en el



abastecimiento urbano de pequeñas poblaciones. IGME.

### ENLACES RECOMENDADOS

- Página web de docencia de [Francisco Javier Sánchez San Román](#) (Departamento de Geología, Universidad de Salamanca, España).
- Página web de docencia del [Grupo de Gestión de Recursos Hídricos de la Universidad Jaume I de Castellón](#) (España).
- Página web del [Servicio Geológico de EEUU](#), con gran cantidad de material divulgativo, publicaciones técnicas y software específico sobre Hidrogeología y de libre difusión

### METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Exposiciones en clase por parte del profesor. Podrán ser de tres tipos: 1) Lección magistral: Se presentarán en el aula los conceptos teóricos fundamentales y se desarrollarán los contenidos propuestos. Se procurará transmitir estos contenidos motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y tratando de formarle una mentalidad crítica 2) Clases de problemas: Resolución de problemas o supuestos prácticos por parte del profesor, con el fin de ilustrar la aplicación de los contenidos teóricos y describir la metodología de trabajo práctico de la materia. 3) Seminarios: Se ampliará y profundizará en algunos aspectos concretos relacionados con la materia. Se tratará de que sean participativos, motivando al alumno a la reflexión y al debate.
- MD02 - Prácticas realizadas bajo supervisión del profesor (individuales o en grupo), podrán ser: 1) En aula/aula de ordenadores (para ser resueltos de modo analítico o numérico). Para que el alumno adquiera la destreza y competencias necesarias para la aplicación de conocimientos teóricos o normas técnicas relacionadas con la materia. 2) De laboratorio: supuestos reales relacionados con la materia en el laboratorio donde se presentarán los equipos de ensayos sus fundamentan los conceptos teóricos de la asignatura. Para desarrollar las habilidades instrumentales y las competencias de tipo práctico, enfrentándose ahora a la complejidad de los sistemas reales. 3) De campo: Realización de visitas en grupo a obra y a empresas relacionadas, con el fin de observar y analizar los conceptos teóricos de la asignatura, desarrollando la capacidad de contextualizar los conocimientos adquiridos y su implantación en una obra.
- MD03 - Trabajos realizados de forma no presencial. Actividades propuestas por el profesor que podrán ser realizados individualmente o en grupo. Los alumnos presentarán en público los resultados de algunos de estos trabajos, desarrollando las habilidades y destrezas propias de la materia, además de las competencias transversales relacionadas con la presentación pública de resultados y el debate posterior, así como la puesta en común de conclusiones en los trabajos no presenciales desarrollados en grupo.
- MD04 - Tutorías académicas. Podrán ser personalizadas o en grupo. En ellas el profesor podrá supervisar el desarrollo del trabajo no presencial, y reorientar a los alumnos en aquellos aspectos en los que detecte la necesidad o conveniencia, aconsejar sobre bibliografía, y realizar un seguimiento más individualizado, en su caso, del trabajo personal del alumno.
- MD05 - Exámenes. Se incluye también esta actividad, que formará parte del procedimiento de evaluación, como parte de la metodología

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





## calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

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

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

- Examen final escrito de teoría y prácticas: hasta un 70% (se guarda la calificación por trabajo personal y participación en clase de hasta un 30%). Para aquellas personas que no han realizado trabajos ni asistido a clase, el examen cuenta como el 100% de la calificación.

### 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/)!). Las evaluaciones (ordinaria y extraordinaria) serán mediante examen escrito, de teoría y de prácticas. Este examen cuenta como el 100% de la calificación.

## 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. 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).

