

## 28756 - Ampliación de hidrología subterránea

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 28756 - Ampliación de hidrología subterránea

**Centro académico:** 175 - Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia

**Titulación:** 423 - Graduado en Ingeniería Civil

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 4

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Los objetivos que se persiguen con la asignatura de 'Ampliación de Hidrología Subterránea' en la programación de la titulación en Ingeniería Civil se encaminan a profundizar en las metodologías de estudio en esta disciplina. Así, además de la impartición de los conceptos básicos, se incide de manera importante en sus aspectos prácticos, principalmente en el planteamiento y resolución de problemas numéricos en el aula.

La circulación de las aguas subterráneas en el subsuelo obedece a una serie de variables que es necesario conocer para plantear adecuadamente su participación en las obras hidráulicas. El planteamiento de la asignatura persigue interrelacionar los conceptos teóricos con las estrategias de planteamiento y resolución numérica; incluye, además, los diferentes ensayos que sobre el terreno y en el laboratorio permiten obtener valores para poder proceder a los cálculos numéricos en distintas situaciones hidrogeológicas de interés no sólo en las infraestructuras hidráulicas, sino en relación con la participación del agua subterránea en cualquier obra civil.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de Naciones Unidas (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>), de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia para contribuir en cierta medida a su logro:

**Objetivo 6:** Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos

**6.4** De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua

**6.5** De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda

**6.6** De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La ubicación de la presente asignatura en el tercer curso de la titulación obedece al interés de ofrecer, a los alumnos de Ingeniería Civil, una profundización en aspectos ya presentados y trabajados en asignaturas del curso anterior, concretamente en la denominada 'Ampliación de Hidráulica e Hidrología'. Además, la ubicación de esta asignatura permite aprovechar los conceptos trabajados en la asignatura 'Geotecnia', de segundo curso de la titulación, en lo relativo a las distintas tipologías de los materiales geológicos y de los métodos de caracterización física usualmente empleados para evaluar su comportamiento natural.

Esta ubicación va a permitir profundizar adecuadamente en aspectos hidrogeológicos aplicados a las obras civiles, ya que los alumnos están capacitados para comprender las distintas fases de proyecto, ejecución y puesta en servicio de dichas obras y, por tanto, la relevancia de la hidrogeología en cada una de ellas.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Para un adecuado desarrollo de la presente asignatura, es conveniente que el alumno haya cursado y aprobado

previamente la denominada 'Ampliación de Ingeniería Hidráulica e Hidrología', de segundo curso de la titulación, en la cual se tratan conceptos básicos que se desarrollarán en la asignatura objeto de la presente guía docente.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

#### COMPETENCIAS OBLIGATORIAS

- **EH1.** 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.

#### COMPETENCIAS GENERALES (Centro Universitario)

- **G01.** Capacidad de organización y planificación
- **G02.** Capacidad para la resolución de problemas
- **G03.** Capacidad para tomar decisiones
- **G04.** Aptitud para la comunicación oral y escrita de la lengua nativa
- **G05.** Capacidad de análisis y síntesis
- **G06.** Capacidad de gestión de la información
- **G07.** Capacidad para trabajar en equipo
- **G08.** Capacidad para el razonamiento crítico
- **G09.** Capacidad para trabajar en un equipo de carácter interdisciplinar
- **G10.** Capacidad de trabajar en un contexto internacional
- **G11.** Capacidad de improvisación y adaptación para enfrentarse a nuevas situaciones
- **G12.** Aptitud de liderazgo
- **G13.** Actitud social positiva frente a las innovaciones sociales y tecnológicas
- **G14.** Capacidad de razonamiento, discusión y exposición de ideas propias
- **G15.** Capacidad de comunicación a través de la palabra y de la imagen
- **G16.** Capacidad de búsqueda, análisis y selección de la información
- **G17.** Capacidad para el aprendizaje autónomo
- **G18.** Poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel, que si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio
- **G19.** Aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y resolución de problemas dentro de su área de estudio
- **G20.** Capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
- **G21.** Transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- **G22.** Desarrollar aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
- **G23.** Conocer y comprender el respeto a los derechos fundamentales, a la igualdad de oportunidad entre mujeres y hombres, la accesibilidad universal para personas con discapacidad, y el respeto a los valores propios de la cultura de la paz y los valores democráticos
- **G24.** Fomentar el emprendimiento
- **G25.** Conocimientos en tecnologías de la información y la comunicación

### 2.2. Resultados de aprendizaje

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados

- Capacidad para identificar las formaciones geológicas según sus parámetros hidrogeológicos (porosidad y permeabilidad principalmente)
- Capacidad para utilizar las técnicas de investigación-prospección hidrogeológica, tanto para la explotación como

- para la gestión de los recursos hídricos subterráneos.
- Capacidad para adquirir, analizar y sintetizar datos físico-químicos de las aguas, y relacionarlos con procesos de contaminación urbana, agrícola e industrial.
  - Saber interpretar los resultados de ensayos de bombeo en distintas condiciones de ejecución
  - Comprender el funcionamiento de los distintos tipos de acuíferos en relación con los materiales que los albergan, tanto desde el punto de vista conceptual como numérico.
  - Plantear los posibles problemas hidrogeológicos asociados a las infraestructuras hidráulicas, y saber proponer la resolución numérica de dichos problemas

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Los resultados del aprendizaje perseguidos en la asignatura "Ampliación de Hidrología Subterránea" van a proporcionar al alumno una visión detallada tanto del comportamiento del agua en el subsuelo, como de su interacción con los distintos tipos de materiales en los que se puede encontrar. También les va a familiarizar con las metodologías de campo y de laboratorio más comunes en este campo. Además, la parte autónoma del aprendizaje va a incidir en el desarrollo de la capacidad del alumno para identificar problemas y desarrollar estrategias para su resolución, en particular en lo relativo a la interacción de las aguas subterráneas con las obras civiles.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

La evaluación debe entenderse como un proceso continuo e individualizado a lo largo de todo el período de enseñanza-aprendizaje, valorando prioritariamente las capacidades y habilidades de cada alumno, así como los rendimientos de los mismos.

Al comienzo de la asignatura el alumno elegirá una de las dos siguientes metodologías de evaluación:

- **Sistema de Evaluación continua:** caracterizada por la obligatoriedad de realizar y superar las pruebas prácticas, exámenes parciales y trabajos académicos propuestos en la asignatura, dentro de los plazos establecidos para este fin.
- **Sistema de Evaluación no continua:** caracterizada por no realizar o no superar las pruebas prácticas, exámenes parciales o trabajos académicos propuestos en la asignatura. En este caso, el alumno tiene que hacer examen final obligatoriamente.

El plazo y modo de entrega de las pruebas prácticas y trabajos académicos, quedará indicado en la planificación de la asignatura.

#### **SISTEMA DE EVALUACIÓN CONTINUA**

Siguiendo el espíritu de Bolonia, en cuanto al grado de implicación y trabajo continuado del alumno a lo largo del curso, la evaluación de la asignatura contempla el sistema de evaluación continua como el más acorde para estar en consonancia con las directrices marcadas por el nuevo marco del EEES.

El sistema de evaluación continua va a contar con el siguiente grupo de actividades calificables:

- **1º Ejercicios de evaluación continua:** El alumno realizará una serie de ejercicios de evaluación continua, que serán distribuidos a lo largo del curso. Cada ejercicio se entregará al alumno una vez finalizado los temas de teoría y ejercicios correspondientes. El alumno dispondrá de una semana para realizarlo y entregarlo al profesor, ya que esta actividad es continua y no se debe demorar en el tiempo. Los ejercicios de evaluación continua serán similares a los realizados en clase, y para su resolución el alumno dispondrá además de la asistencia del profesor en horario de tutorías, para aclarar cualquier duda sobre el mismo. Dicha actividad contribuirá globalmente con un 30 % a la nota final de la asignatura, y para tener en cuenta esta nota, se deberá entregar todos los ejercicios.
- **2º Pruebas de evaluación continua.** El alumno realizará un total de dos pruebas escritas de carácter obligatorio en el sistema de evaluación continua, que serán distribuidas a lo largo del curso, una a mitad (semana 8) y otra a finales del semestre. Dichas pruebas recogerán cuestiones teóricas y ejercicios de los temas correspondientes. Dicha actividad contribuirá globalmente con un 70 % a la nota final de la asignatura. Se debe obtener como mínimo una nota de 4.0 sobre 10 en cada prueba escrita, y de no ser así se dará por suspendida la actividad.

Para optar al sistema de Evaluación Continua se deberá asistir, al menos, a un 80% de las actividades presenciales (prácticas, visitas técnicas, clases, etc.).

Previamente a la primera convocatoria, el profesor de la asignatura notificará a cada alumno/a si ha superado o no la asignatura en función del aprovechamiento del sistema de evaluación continua, en base a la suma de las puntuaciones obtenidas en las distintas actividades desarrolladas a lo largo de la misma.

En caso de no aprobar de este modo, el alumno dispondrá de las dos convocatorias para hacerlo, pero esta vez bajo la modalidad de prueba global de evaluación), Por otro lado el alumno que haya superado la asignatura mediante esta dinámica, también podrá optar por la evaluación final, en primera convocatoria, para subir nota pero nunca para bajar.

Los criterios de evaluación a seguir para las actividades del sistema de evaluación continua son:

- **Ejercicios:** Se valorará su presentación y correcto desarrollo, la redacción y coherencia de lo tratado, así como la consecución de resultados y las conclusiones finales obtenidas. La puntuación irá de 0 a 10 puntos.
- **Pruebas evaluativas escritas:** Consistirán en un examen escrito puntuado de 0 a 10. La calificación final de dicha actividad vendrá dada por la media aritmética de dichas pruebas, siempre y cuando no exista una nota unitaria por debajo de 4 puntos, en este caso la actividad quedará suspensa. Se valorará el planteamiento y la correcta resolución, así como la justificación de la metodología empleada a la hora de resolver los ejercicios.

## **PRUEBA GLOBAL DE EVALUACIÓN FINAL**

El alumno deberá optar por esta modalidad cuando, por su coyuntura personal y razonadamente justificable, no pueda adaptarse al ritmo de trabajo requerido en el sistema de evaluación continua, o bien cuando haya suspendido o quisiera subir nota habiendo sido participe de esta última metodología de evaluación.

Al igual que en la metodología de evaluación continua, la prueba global de evaluación final tiene por objetivo comprobar si los resultados de aprendizaje han sido alcanzados, al igual que contribuir a la adquisición de las diversas competencias.

La prueba global de evaluación final en ambas convocatorias constará de la siguiente actividad calificable:

- **Examen escrito:** Debido al tipo de asignatura, el tipo de prueba más adecuada es la que consiste en la resolución de ejercicios de aplicación teórica y/o práctica de similares características a los resueltos durante el desarrollo convencional de la asignatura, junto con la respuesta a cuestiones teóricas breves.

## **4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos**

### **4.1. Presentación metodológica general**

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

La metodología docente de esta asignatura se basa en una serie de actividades organizadas y dirigidas desde el profesor hacia el alumno y de carácter presencial, fundamentalmente clases expositivas y sesiones prácticas en el aula. Además, en las sesiones prácticas se propondrán actividades autónomas para que el alumno aborde su resolución de manera no dirigida, cuya resolución tendrá lugar en la siguiente sesión práctica. Según lo expuesto, la metodología docente se puede esquematizar como sigue:

- **Clases expositivas:** En ellas el profesor presenta los contenidos teóricos según los distintos bloques temáticos definidos para la materia.
- **Sesiones prácticas presenciales:** En estas sesiones se trabajará de forma práctica y dirigida sobre los contenidos presentados en las clases teóricas, para reforzar de este modo el aprendizaje significativo del alumno. Se resolverán en ellas distintas cuestiones propuestas por el profesor, que tras el debate y un periodo de reflexión del alumno serán resueltas de forma conjunta. Consistirán en prácticas de laboratorio y en sesiones de resolución numérica de problemas de geotecnia.
- **Trabajos no presenciales:** Sobre la materia trabajada en prácticas, se propondrán trabajos para que el alumno aborde su resolución de forma no dirigida, con el apoyo prestado en tutorías. Esta metodología incide en la importancia de la reflexión personal del alumno y su enfrentamiento a problemas prácticos que debe resolver sin dirección, pero con el apoyo del profesor en aquellos aspectos que van suponiendo dificultades a superar.

La combinación de estas tres metodologías se considera imprescindible para que el alumno vaya progresivamente avanzando en la consecución de los objetivos.

La asignatura consta de 6 créditos ECTS, lo cual representa 150 horas de trabajo del alumno en la asignatura durante el semestre. El 40% de este trabajo (60 h.) se realizará en el aula, y el resto será autónomo, teniendo en cuenta que un semestre-tipo consta de 15 semanas lectivas. Para realizar la distribución temporal se utiliza como medida la semana lectiva, en la cual el alumno debe dedicar al estudio de la asignatura 10 horas.

El planteamiento, metodología y evaluación de esta guía está preparado para ser el mismo en cualquier escenario de docencia. Se ajustarán a las condiciones socio-sanitarias de cada momento, así como a las indicaciones dadas por las autoridades competentes.

### **4.2. Actividades de aprendizaje**

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

## **CONTENIDOS TEÓRICOS**

Los contenidos teóricos se articulan en base a las unidades didácticas que a continuación se enumeran. También se indica su dedicación en número de semanas, tomando como base un semestre-tipo de 15 semanas lectivas. La distribución por semanas indicada incluye tanto las sesiones presenciales como la dedicación no presencial por parte del alumno, organizada esta última en torno a actividades autónomas.

## **CONTENIDOS PRÁCTICOS**

La asignatura de 'Ampliación de Hidrología Subterránea' incluye la realización por parte del alumno de una serie de actividades prácticas, consistentes por ejemplo en la resolución de problemas numéricos y elaboración de cartografías temáticas, que se realizarán en el aula. A continuación se concretan las principales actividades prácticas previstas:

- Elaboración de mapas de isopiezas y perfiles hidrogeológicos.
- Interpretación de ensayos de bombeo
- Representaciones gráficas de parámetros hidroquímicos

### **4.3. Programa**

#### **BLOQUE A.- INTRODUCCIÓN (1 SEMANA)**

1. INTRODUCCIÓN A LA HIDROGEOLOGÍA. RELACIÓN ENTRE EL CICLO HIDROLÓGICO SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO

#### **BLOQUE B.- HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA (8 SEMANAS)**

2.- PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS: POROSIDAD, PERMEABILIDAD, CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA, TRANSMISIVIDAD, LEY DE DARCY

3.- TIPOS DE ACUÍFEROS

4.- RELACIONES AGUA SUPERFICIAL-AGUA SUBTERRÁNEA

5.- PIEZOMETRÍA: MAPAS DE ISOPIEZAS. CARTOGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA

6.- HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

#### **BLOQUE C.- TÉCNICAS DE ESTUDIO Y EXPLORACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (4 SEMANAS)**

7.- INICIACIÓN A LA MODELIZACIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO

8.- SOLUCIONES ANALÍTICAS. ENSAYOS DE BOMBEO: RÉGIMEN PERMANENTE Y ESTACIONARIO

9.- SOLUCIONES GRÁFICAS: REDES DE FLUJO

#### **BLOQUE D.- EL AGUA SUBTERRÁNEA EN LAS OBRAS PÚBLICAS (2 SEMANAS)**

10.- AGUA SUBTERRÁNEA Y OBRAS HIDRÁULICAS. AFECCIÓN A OBRAS Y EJECUCIÓN DE BOMBEO.

11.- PROBLEMAS GEOTÉCNICOS: SIFONAMIENTO, MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS RESISTENTES DEL TERRENO POR PRESENCIA DE AGUA SUBTERRÁNEA

### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

#### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

La metodología de evaluación continua conlleva un calendario que será necesario respetar por parte de los alumnos. Se propondrán varios ejercicios que complementarán a los realizados en las sesiones prácticas, y que se recogerán según unas fechas límite, concretamente en la siguiente semana tras su propuesta.

Por otra parte, las pruebas de evaluación asociadas a la opción de evaluación continua se realizarán al finalizar las semanas 8 y 15 del semestre, ya que en ellas se tendrán en consideración los aspectos relativos a las unidades didácticas desarrolladas hasta dichas semanas.

La metodología docente de esta asignatura se basa en una serie de actividades organizadas y dirigidas desde el profesor hacia el alumno y de carácter presencial, en las cuales se impartirán los conceptos básicos que el alumno consolidará mediante la realización de prácticas tutorizadas, también de carácter presencial y dirigido. Además, en las sesiones prácticas se propondrán actividades autónomas para que el alumno aborde su resolución de manera no dirigida. Según lo expuesto, la metodología docente se puede esquematizar como sigue:

- **Actividades presenciales.**- Se desarrollarán en el Centro, con la distribución en grupos de teoría y práctica según el cronograma de la titulación.
  - *Clases teóricas.*- Impartición de los conceptos teóricos de la asignatura.
  - *Sesiones prácticas de laboratorio.*- Realización de ensayos en el laboratorio.
  - *Sesiones prácticas de resolución de problemas.*- Presentación de ejemplos, propuesta y resolución de problemas de forma tutorizada por el profesor, en relación con los conceptos teóricos impartidos en las clases teóricas.
- **Actividades no presenciales.**- Propuesta de problemas para que el alumno los resuelva de forma independiente, con el apoyo del profesor en tutorías. Estas actividades constituyen una parte importante del desarrollo autónomo

del alumno a la hora de abordar problemas y buscar soluciones a los mismos.

Las fechas más significativas se encuentran recogidas en el siguiente cronograma orientativo, pudiendo variar en función del Se corresponden con las fechas en las que se realizarán exámenes de los contenidos de la asignatura.

Actividad	Semana lectiva														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Prueba 1								X							
Prueba final															x

#### **Calendario de evaluación**

Las fechas de exámenes finales vienen prefijadas por el Centro, y se publicarán con suficiente antelación en la página web <http://www.eupla.es>

#### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=28756>