



PAAS

Plan de acción
de aguas subterráneas

FORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA PARA PERSONAL TÉCNICO DE LOS ORGANISMOS DE CUENCA (125 horas)

CUESTIONES GENERALES:

- Aula: CN IGME-CSIC, C/ Ríos Rosas, 23, 28003 Madrid, Sala Rafael Martínez (antigua Cristóbal Bordiú), con aforo máximo 30 alumnos.
- Fechas previstas: Finales febrero 2026 – septiembre de 2026.
- Correo para consultas sobre el curso: cursoFASTEN@igme.es

DESARROLLO DEL CURSO:

- **Prácticas:** Cada semana serán propuestas por uno de los profesores del módulo, que se encargará de su recepción y puesta en común. Se mandarán prácticas que no requieran mucha dedicación. El formato de entrega será en PowerPoint, para que puedan presentarlos en clase y no inviertan tiempo en largas redacciones.
- **Retransmisión online:** Se podrá seguir en abierto por Microsoft Teams una o varias clases cada semana. En principio se proponen las clases destacadas en color **rojo**.

MÓDULO 1 (23 FEB- 26 FEB; 20 horas): INTRODUCCIÓN A LA HIDROGEOLOGÍA Y CAPTACIONES.

LUNES 23 FEBRERO (4,5 horas).

- 1) **Introducción a la hidrología y gestión de recursos hídricos** (3 h. Teoría, ejemplos).
 - 1.1 El ciclo hidrológico y sus componentes. Aplicaciones y ejemplos. 11:30-13:00; Félix Francés (UPV).
 - 1.2 Introducción a la gestión de aguas subterráneas y uso conjunto. Aplicaciones y ejemplos. 13:00-14:30; Manuel Pulido (UPV).
- 2) **Introducción a las aguas subterráneas. Principios del flujo subterráneo** (6'5 h. Teoría y prácticas).
 - 2.1 Geología y aguas subterráneas. 16:00-17:30; José Benavente (UGR).

MARTES 24 FEBRERO (6'5 horas).

- 2.2 Distribución y movimiento del agua en el subsuelo: zona saturada y no saturada. Ejercicio propuesto. 9:30-11:00; José Luis García-Aróstegui (IGME-CSIC).
- PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR** (0,5 h). 11:30-12:00. José Luis García-Aróstegui (IGME-CSIC).

2.3 Ecuaciones de flujo en medio poroso saturado (acuíferos confinados y libres). Utilidad práctica. 12:00-13:30; Daniel Fernández (UPC).

2.4 Hidrodinámica de la zona no saturada. Casos reales. 15:00-16:30; Javier Valdés (UA).

3) **Captaciones de aguas subterráneas** (5 h. Teoría y práctica).

3.1 Diseño, construcción e instalación de captaciones de aguas subterráneas. Mantenimiento y recuperación o sellado de captaciones. 16:30-18:00; Pablo García-Cerezo y Luis García Crespo (DGA).

MIÉRCOLES 25 FEBRERO (6 horas)

3.2 Geología e Hidrogeología de España y sus cuencas hidrográficas; 9:00-11:30; José Luis Nuñez (DGA).

3.3 Software (CROQUIS, PIBE). Ejemplos prácticos de aplicación. 12:00-13:30; Miguel Fernández-Mejuto (Diputación de Alicante). **PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR** (0,5 h). 13:30-14:00. Miguel Fernández-Mejuto (Diputación de Alicante).

4) **Seguimiento y evaluación de extracciones. Sobreexplotación** (1,5 h. Teoría, ejemplos).
Extracciones para distintos usos; Métodos de evaluación directa e indirecta; Teledetección y extracciones para regadío. 15:30-17:00; Francisco Javier Viseas (CH del Guadiana).

JUEVES 26 FEBRERO (3 horas)

5) **Planificación hidrológica y aguas subterráneas** (1,5 h. Teoría).
Planificación hidrológica, objetivos ambientales y aguas subterráneas. 9:00-10:30; Luis Martínez Cortina (DGA).

6) **Uso de las aguas subterráneas en el TRLA y RDPH (1)** (1,5 h. Teoría).
Régimen jurídico de la utilización de las aguas subterráneas: títulos habilitantes, concesiones, Registro de Aguas, etc. 11:00-12:30; Tomas Sancho (DGA).

MÓDULO 2 (10 AL 13 MARZO; 21,5 horas): CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.

MARTES 10 MARZO (6 horas)

* Exposición de los casos prácticos propuestos la semana anterior (2 horas). 11:00-13:00; José Luis García-Aróstegui (IGME-CSIC); Miguel Fernández-Mejuto (Diputación Alicante), IGME y DGA.

- 7) **Calidad, contaminación y vulnerabilidad** de acuíferos. (8.5 h. Teoría y práctica)
7.1 Calidad natural del agua subterránea. Introducción a la interpretación de análisis de aguas subterráneas (software). 13:00-14:30; Luis Moreno (IGME-CSIC). **PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR** (0,5 h). 16:00-16:30. Luis Moreno (IGME-CSIC).

7.2 Contaminación por nitratos. Casos de estudio. 16:30-18:00; Jesús Causapé (IGME-CSIC). **PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR** (0,5 h). 17:30-18:00. Jesús Causapé (IGME-CSIC).

MIÉRCOLES 11 MARZO (7 horas)

7.3 Estado químico de las masas de aguas. 9:00-11:00; Paloma Crespo (DGA).

7.4 Evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación. 11:30-13:00; Ana Isabel Marín Guerrero (UMA).

7.5 Contaminación puntual de acuíferos y RDPH. 13:00 - 14:00; José Luis Núñez (DGA).

- 8) **Transporte de masa y calor en medio saturado.** Aplicaciones (5,5 h. Teoría y práctica)

8.1 Procesos (advección, dispersión y difusión) y ecuación de transporte; Soluciones 15:30-16:30; Marazuela Calvo, Miguel Ángel (IGME-CSIC).

8.2 Geoquímica isotópica aplicada. Fundamentos y ejemplos prácticos de contaminación/descontaminación. 16:30-18:00; Albert Soler (UB).

JUEVES 12 MARZO (6 horas)

Visita de campo sobre captaciones: Acuífero detrítico de Madrid (Tajo), Marc Martínez Parra, José Luis Barroso Martín y Carlos Tejeda Sánchez; y campo de pozos de Fuencarral del Canal de Isabel II, José Antonio Iglesias (día completo; ensayo de bombeo)].

VIERNES 13 MARZO (2.5 horas)

9:00-9:30 **VISITA** guiada a la Biblioteca del IGME (Rafael Rodríguez Rodríguez)

8.3 Aplicaciones de ensayos con trazadores, Introducción al uso de trazadores. Ejemplos prácticos. 9:30-11:00 Marisol Manzano (UPCT).

8.4. Geotermia somera. 11:30-12:30; Cristina de Santiago Buey (IGME-CSIC).

MÓDULO 3 (13-17 ABRIL; 25.5 horas (19.5 h + excursión): RECURSOS SUBTERRÁNEOS Y RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS.

LUNES 13 ABRIL (3 horas)

FIN MODULO 2. * Exposición de los casos prácticos propuestos la semana anterior (2 horas). 15:00-17:00; Luis Moreno (IGME-CSIC); Jesús Causapé (IGME-CSIC); IGME y DGA.

9) Evaluación de la **recarga natural**. (4 h; Teoría y práctica)

9.1 Introducción (concepto y tipos de recarga). Variabilidad e incertidumbre en la estimación de la recarga. Métodos para la evaluación de la recarga. 17:00-18:00; Francisco Alcalá (EEZA-CSIC).

MARTES 14 ABRIL (6 horas)

9.2 Software RENATA para la determinación de la recarga. Aplicaciones y ejemplos. 9:00-10:00; José Manuel Gómez-Fontalva, (IGME-CSIC) **PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR** (0,5 h). 10:30-11:30. José Manuel Gómez-Fontalva, (IGME-CSIC)

9.3 Software para determinación de la recarga. Visual y GIS Balan. Aplicaciones y ejemplos. 11:30-12:30; Javier Samper (UC)

10) Interacción entre aguas **superficiales y subterráneas. Uso conjunto** (9 h; Teoría y prácticas)

10.1 Interacción aguas superficiales-aguas subterráneas. Manantiales y relación río-acuífero. 12:30-13:30; Bruno Ballesteros (IGME-CSIC).

10.2 Humedales dependientes de aguas subterráneas: El alto Guadiana. 13:30-14:30; Miguel Mejías (IGME-CSIC).

10.3 Humedales dependientes de aguas subterráneas: Doñana. 16:00-17:00; Miguel Rodríguez (UPO).

MIÉRCOLES 15 ABRIL (6 horas)

10.4 Monitorización de la relación río-acuífero. 9:30-10:30; Carlos Duque (UGR).

10.5 Recarga artificial 1. 11:00-12:00; Enrique Fdez. Escalante (TRAGSA).

10.6 Recarga artificial 2. 12:00-13:00; Jesús Carrera (IDAEA-CSIC).

10.7 Simulación de la relación río-acuífero. 13:00-14:00; Joaquín Andreu (UPV).

10.8 Tipología de usos conjunto. Modelos de gestión con uso conjunto. El Sistema Soporte a la Decisión AQUATOOL. Práctica de uso conjunto con SSD AQUATOOL. 15:30-17:30; Abel Solera (UPV).

JUEVES 16 ABRIL (6 horas).

Visita de Campo sobre experiencia recarga artificial (Cuenca del Duero).

Bruno Ballesteros (IGME-CSIC), Enrique Fernández Escalante (TRAGSA), Víctor del Barrio Beato (CHD)

VIERNES 17 ABRIL (4,5 horas)

11) Uso de **herramientas generales de análisis de datos en hidrogeología** (4,5 horas; teoría y práctica).

11.1 Análisis de series temporales: Tendencias, etc. Software TRASERO. 8:30-10:30 Juan Grima (IGME-CSIC). **PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR** (0,5 h). 10:30-11:00. Juan Grima (IGME-CSIC)

11.2 Inteligencia artificial. Aplicaciones de la inteligencia artificial en hidrogeología. 11:30-12:30; 12:30-13:30; Héctor Aguilera (IGME-CSIC) y Antonio Collados (UGR).

MÓDULO 4 (19-22 MAYO; 21'5 horas): EXPLORACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. Tipologías singulares de acuíferos.

MARTES 19 MAYO (5'5 horas)

FIN MODULO 3. * Exposición de los casos prácticos propuestos la semana anterior (2 horas). 11:00-13:00; José Manuel Gómez-Fontalva (IGME-CSIC); Juan Grima (IGME-CSIC); IGME y DGA.

12) Exploración y aprovechamiento de las Aguas Subterráneas. (16 h [10,5 h en aula y el resto en campo]; Teoría, ejemplos y prácticas)

12.1 Introducción a la exploración y aprovechamiento a las aguas subterráneas (3'5 horas):

12.1.A Exploración de las aguas subterráneas. Los estudios hidrogeológicos. Aplicaciones y ejemplos. 13:00-14:30; Bruno Ballesteros (IGME-CSIC). **PROPUESTA DE EJERCICIOS PRÁCTICOS** (0,5 h). 16:00-16:30. Bruno Ballesteros (IGME-CSIC)

12.B Delimitación y caracterización hidrogeológica de las masas de agua subterránea. Ejemplo práctico en la demarcación hidrográfica del Miño-Sil. 16:30-18:00; Carlos Camuñas (IGME-CSIC).

MIÉRCOLES 20 MAYO (6 horas)

- Visita de campo en el Alto Guadiana (día completo): Miguel Mejías, Jorge Jiménez y Rafael Ochando (IGME-CSIC).

JUEVES 21 MAYO (6 horas)

12.2 Herramientas y técnicas para mejorar el conocimiento hidrogeológico de las masas de agua subterránea (4,5 horas):

12.2.A Introducción. Sondeos de investigación y redes de observación. 9:00-10:30; Crisanto Martín (IGME-CSIC).

12.2.B Testificación videográfica-geofísica y su aplicación en las redes de control hidrogeológico en sondeos. Instalación, mantenimiento y control de datalogger de registro continuo en sondeos. 11:00-12:30; Jorge Jiménez-Sánchez (IGME-CSIC).

12.2.C Técnicas geofísicas aplicadas a la hidrogeología: Métodos de superficie. 12:30-14:00; Carlos Marín (IGME-CSIC).

12.3 Análisis de problemas ligados al aprovechamiento de las aguas subterráneas en España (1.5 hora): La explotación de las aguas subterráneas y la calidad de las aguas en la cuenca del Ebro 15:30-17:00; Javier San Román (CHE).

VIERNES 22 MAYO (4 horas)

12.4 Seguimiento del estado de las masas de aguas subterráneas (1 hora): Redes de observación hidrogeológica: Bases de datos (Geoportal del Ministerio, IGME, Confederaciones, diputaciones, etc.) 9:00-10:00; Carlos Baquedano (IGME-CSIC).

13) Hidrogeología de los acuíferos costeros y del karst (3 h; Teoría, ejemplos y práctica)

13.1 Hidrogeología de acuíferos costeros 2. 10:30-12:00; María Luisa Calvache (UGR).

13.2 Hidrogeología del Karst: materiales kársticos y pseudokárstico; Quimismo y anisotropía. 12:00-13:30; Policarp Garay Martín (UV).

MÓDULO 5 (16-19 JUN; 22 horas): MODELOS NUMÉRICOS EN HIDROGEOLOGÍA.

MARTES 16 JUNIO (5 horas)

FIN MODULO 4. * Resolución de los ejercicios propuestos la semana anterior (2 horas).
12:00-14:00; Miguel Mejías/Bruno Ballesteros (IGME-CSIC); IGME y DGA.

14) Herramientas y modelos numéricos para el estudio de aguas subterráneas (18 horas)

14.1 Introducción: Tipos de modelos numéricos en hidrogeología (agregados y distribuidos; flujo y transporte; simulación y optimización; guiados por los datos, conceptuales y físicamente basados; modelos subrogados y acoplados). Interfaces gráficas. 15:30-17:00; David Pulido (IGME-CSIC).

14.2 Modelos agregados. Aplicaciones en acuíferos de alta montaña. 17:00-18:00; Jorge Jódar (IGME-CSIC). PROPUESTA DE CASOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR (0,5 h). 18:00-18:30. Jorge Jódar (IGME-CSIC)

MIÉRCOLES 17 JUNIO (6 horas)

9:00-10:00 VISITA guiada al Museo Geominero (Ana Rodrigo y Marta Campesino)

14.3 Modelación distribuida del flujo subterráneo con ModelMuse (6 horas).

- Introducción a Modflow 6 y ModelMuse. 10:00-10:30; Eduardo Cassiraga (UPV)
- Ejercicio práctico* 10:30 -12:00; Javier Rodrigo y María Elena Rodrigo (UPV)
- Ejercicio práctico* 12:30 -14:30; María Elena Rodrigo y Javier Rodrigo (UPV)
- Ejercicio práctico* 16:00-17:15; Eduardo Cassiraga y María Elena Rodrigo
- Explicación modelo de la Mancha Oriental. 17:15-18:00; David Sanz (UCLM)

JUEVES 18 JUNIO (6 horas)

14.4A Introducción a la modelación del transporte de solutos. Procesos. 9:00-10:30; Enric Vázquez (IDAEA-CSIC).

14.4B Modelación del transporte de solutos con la interfaz gratuita ModelMuse. 11:00-14:00; Francisco Javier Elorza (UPM)

14.5 Modelación hidrogeoquímica con PHREEQC. 15:30-17:00; Claus Kohfahl (IGME-CSIC).

VIERNES 19 JUNIO (5 horas)

14.6 Aplicaciones y ejemplos usando la interfaz Visual MODFLOW. 8:00-9:00; Juan de Dios Gómez (IGME-CSIC).

14.7 Reflexiones y experiencias en la modelación de aguas subterráneas en la CH Júcar. 9:30-10:30; Arancha Fidalgo (CHJ).

14.8 Experiencias/aplicaciones de modelos para resolver problemas de transporte de solutos. 10:30-11:30; Daniel Fernández (UPC)

14.9 Geoestadística. 11:30-13:30; Jaime Gómez (UPV).

**MÓDULO 6 (22-24 SEPT; 14,5 horas): AGUAS SUBTERRÁNEAS Y PLANIFICACIÓN
HIDROLÓGICA. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.**

MARTES 22 SEPTIEMBRE (3 horas).

FIN MODULO 5. * Exposición de los casos prácticos propuestos la semana anterior (1 hora). 15:00-16:00; Jorge Jódar (IGME-CSIC).

15.1 Determinación de perímetros de protección. 16:00-17:00; Luis Moreno (IGME-CSIC).

15.2 El protocolo de hidromorfología lacustre y su relación con los EDAS. 17:00-18:00; Juan Alánde (DGA).

MIÉRCOLES 23 SEPTIEMBRE (7 horas).

15.3 Hidromorfología de ríos y su relación con las aguas subterráneas. 9:00-10:00; Fco. Javier Monte (DGA).

15.4 Hidrología y aguas subterráneas, sistemas de información hidrológica y planificación hidrológica. 10:00-11:00; Carlos Ruiz del Portal (CHMS).

15.5 Aguas subterráneas e información hidrológica. Integración de la información hidrogeológica en los anuarios de aforo. 11:30-12:30; Carlos González-Trabancos (DGA).

15.6 La digitalización del regadío en el PERTE de digitalización del ciclo del agua. 12:30-13:30; Teresa Maestro (DGA).

15.7 La gestión de las sequías en España. 13:30-14:30; Luis Martínez-Cortina (SGPH).

15.8 Implantación en España de Directiva de Nitratos. Estado de situación. 16:00-17:00; Javier Álvarez (DGA).

15.9 Necesidad de una gestión sostenible de las aguas subterráneas. 17:00-18:00; Teodoro Estrela (CHJ).

JUEVES 24 SEPTIEMBRE (4,5 horas).

15.10 Zonas protegidas relacionadas con las aguas subterráneas. Los registros de zonas protegidas y los sistemas de información asociados. 8:30-9:30; Javier Ruza (DGA).

15.11 Participación Ciudadana. 9:30-10:30; Elena López Gunn (ICATALIST);

15.12 Hidroeconomía y gestión de recursos hídricos. 11:00-12:30; Julio Berbel (UCO);

15.13 Impactos del Cambio Climático y evaluación de estrategias de adaptación. 12:30-13:30; David Pulido (IGME-CSIC);

15.14 Conclusiones, clausura y cóctel de cierre. 13:40-15:30; DGA + IGME.