



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y  
Energía

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**63000124 - Investigacion Y Gestion De Recursos Hidrogeologicos**

### PLAN DE ESTUDIOS

06AF - Máster Universitario En Ingeniería De Minas

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	63000124 - Investigacion y Gestion de Recursos Hidrogeologicos
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	06AF - Máster Universitario en Ingeniería de Minas
<b>Centro responsable de la titulación</b>	06 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Minas Y Energía
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Fco.javier Elorza Tenreiro (Coordinador/a)	M1	franciscojavier.elorza@upm. es	L - 18:45 - 20:45 X - 18:45 - 20:45 J - 18:45 - 20:45 V - 18:45 - 20:45
Domingo Alfonso Martin Sanchez	M1	domingoalfonso.martin@up m.es	L - 08:00 - 10:00 M - 08:00 - 10:00 X - 08:00 - 10:00

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Maria Jose Sanchez Canales	maria.scanales@upm.es	etsi minas y energia

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Máster Universitario en Ingeniería de Minas no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Estratigrafía y Geomorfología, Geología Estructural y Cartografía, Mineralogía y Petrología, Geoquímica Aplicada, Hidrogeología e Hidrología

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE04 - Conocimiento adecuado de modelización, evaluación y gestión de recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales

CE07 - Capacidad para la realización de estudios de gestión del territorio y espacios subterráneos, incluyendo la construcción de túneles y otras infraestructuras subterráneas

CE09 - Capacidad para proyectar y ejecutar tratamiento de aguas y gestión de residuos urbanos, industriales o peligrosos

CE10 - Capacidad para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas e instalaciones propias de los campos de actividad del ingeniero de minas

CG01 - Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y del ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en sus campos de actividad.

CG04 - Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Minas y de las actividades que se puedan realizar en el ámbito de la misma

CG05 - Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras de actividades de I+D+i dentro de su ámbito

CG09 - Capacidad para la realización de estudios de gestión del territorio y los espacios subterráneos.

CG11 - Capacidad para planificar, realizar estudios y diseñar captaciones de aguas subterráneas, así como su gestión, exploración, investigación y explotación, incluyendo las aguas minerales y termales

CG13 - Capacidad para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas o instalaciones

CG14 - Capacidad para proyectar y ejecutar tratamientos de aguas y gestión de residuos (urbanos, industriales o peligrosos)

CT01 - Capacidad para comprender los contenidos de clases magistrales, conferencias y seminarios en lengua inglesa

CT02 - Capacidad para dinamizar y liderar equipos de trabajo multidisciplinares.

CT03 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas

CT04 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo

CT05 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente

CT06 - Capacidad para emitir juicios sobre implicaciones económicas, administrativas, sociales, éticas y medioambientales ligadas a la aplicación de sus conocimientos

CT07 - Capacidad para trabajar en contextos internacionales

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA3 - Capacidad para comprender, investigar, modelizar y predecir la situación de los recursos naturales (minerales, energéticos, aguas subterráneas) definiendo su demanda dentro de la nueva economía de los recursos.

RA129 - Conocer y aplicar de las tecnologías directas e indirectas implicadas en el reconocimiento y aprovechamiento de los Recursos Geológicos.

RA4 - Aplicar los conocimientos adquiridos en la elaboración de categorías de recursos naturales y su aprovechamiento sostenible con el empleo de herramientas de gestión (análisis de ciclo de vida, riesgo ambiental, nuevas tecnologías)

RA130 - Capacidad para comprender, investigar, modelizar y predecir la situación de los recursos naturales (aguas subterráneas) definiendo su demanda dentro de la nueva economía de los recursos.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Se pretende capacitar al estudiante para la Investigación, desarrollo, gestión y análisis de la sostenibilidad de proyectos hidrogeológicos.

Particularmente, se abordan las siguientes temáticas:

1. Obras de captación de aguas subterráneas: Hidráulica de captaciones. Ensayos de bombeo. Interpretación.
2. Las aguas subterráneas en la minería, en las obras públicas y en la gestión medioambiental.
3. Técnicas geofísicas aplicables a la caracterización de las aguas subterráneas.
4. Análisis de casos prácticos de simulación numérica hidrogeológica.
5. Simulación numérica de problemas hidrogeológicos y de contaminación de las aguas subterráneas.
6. Aguas minerales y termales

## 5.2. Temario de la asignatura

1. POZOS, GALERÍAS Y SONDEOS DE CAPTACIÓN O REINYECCIÓN DE AGUA
2. AGUAS MINERALES Y TERMALES
3. MODELIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA
4. INTRODUCCIÓN AL DRENAJE MINERO
5. IMPERMEABILIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS
6. DRENAJE MINERO DE INTERIOR
7. DRENAJE MINERO A CIELO ABIERTO
8. VERTEDEROS Y DEPÓSITOS DE RESIDUOS
9. EFLUENTES CONTAMINANTES Y AGUAS ÁCIDAS
10. Introducción a los métodos magnetico y electrico
11. Prospección geofísica de los recursos hidrotermales
12. Inspección técnica de integridad de las balsas mineras con los métodos geofísicos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>T1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>T1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>0,2h</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:12
3	<b>T2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>T3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>0,2h</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:12
5	<b>T4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>T5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>T3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>0,2h</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:12
7	<b>T6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>T3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>0,2h</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:12
8	<b>T7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>T8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
10	<b>T9</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>0,2h</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:12



11	<b>T10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>0,2h</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:12
12	<b>T11</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>0,2h</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:12
13	<b>T11</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>0,2h</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:12
14	<b>T12</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>0,2h</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:12  <b>Presentación en grupo</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
15	<b>T12</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>0,2h</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:12  <b>Examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
16				<b>Presentación cuaderno de practicas</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 04:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	0,2h	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:12	1%	5 / 10	CG11
4	0,2h	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:12	1%	5 / 10	CE07 CG14
6	0,2h	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:12	1%	5 / 10	CE07
7	0,2h	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:12	1%	5 / 10	CG05
9	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	5 / 10	CG04 CG09 CG11 CE07 CE10 CE09 CE04
10	0,2h	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:12	1%	5 / 10	CG14 CG01
11	0,2h	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:12	1%	5 / 10	CG14 CG01
12	0,2h	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:12	1%	5 / 10	CG05 CG11 CT01

13	0,2h	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:12	1%	5 / 10	CG05 CE04
14	0,2h	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:12	1%	5 / 10	CG13
14	Presentación en grupo	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	5 / 10	CT06 CT01 CT04 CT05 CT07 CT02 CE04 CT03
15	0,2h	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:12	1%	5 / 10	CG13
15	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	5 / 10	CE10 CE09 CG05 CG14 CE04 CG04 CG11
16	Presentación cuaderno de practicas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	30%	5 / 10	CG09 CG11 CG13 CG14 CT03 CE04

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Presentación cuaderno de practicas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	30%	5 / 10	CG09 CG11 CG13 CG14 CT03 CE04
		EX: Técnica del tipo					CG04 CG09 CG11 CT06 CE07 CE10 CG13 CT01 CT04

17	Examen final	Examen Escrito	Presencial	04:00	70%	5 / 10	CT05 CT07 CE09 CG05 CG14 CT02 CT03 CE04 CG01
----	--------------	----------------	------------	-------	-----	--------	--

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	70%	5 / 10	CG04 CG09 CG11 CT06 CE07 CE10 CG13 CT01 CT04 CT05 CT07 CE09 CG05 CG14 CT02 CT03 CE04 CG01
Presentación cuaderno de practicas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	30%	5 / 10	CG13 CE09 CG14 CT03 CE04 CG11

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación podrá ser "progresiva" o por "prueba global". Cada estudiante podrá elegir una de las dos modalidades en el plazo de las dos primeras semanas del curso. Si elige la evaluación mediante "solo prueba global", deberá presentarse al examen final, que consistirá en preguntas de respuesta abierta, del nivel de las planteadas en las pruebas parciales primera y segunda de la evaluación progresiva. Sin embargo, la realización y superación de las prácticas será obligatoria en ambas modalidades.

Los estudiantes que sigan la evaluación progresiva, para aprobar la asignatura deberán cumplir las siguientes condiciones:

- 1) Asistir a la mayoría de las clases (teóricas y prácticas).
- 2) Obtener una nota superior a 3 sobre 10 en cada una de las dos pruebas parciales (EXP), que consistirán en un determinado número de preguntas cortas de respuesta abierta. La calificación final obtenida en las pruebas parciales, definida por la media ponderada por el número de clases evaluadas en cada una de las pruebas parciales, supondrá el 50% de la calificación final de la asignatura. Si el estudiante no alcanzase un 3 en alguna de las dos pruebas parciales deberá presentarse a dicha parte en el examen final para recuperarla. En principio, las partes superadas se guardarán solamente para la prueba final ordinaria y no para la convocatoria extraordinaria.
- 3) Obtener una nota de prácticas (PRA) superior a 5, que supondrá el 30% de la calificación final de la asignatura, en la que se valorará el trabajo realizado en el laboratorio y el cuaderno de prácticas. Se deberá entregar el cuaderno de prácticas la semana 16. El trabajo consistirá en la elaboración correcta de las prácticas, que se realizarán mediante un guión al que el estudiante tendrá acceso al comienzo de las mismas. Para aprobar la asignatura el estudiante deberá tener realizadas y aprobadas las prácticas.

El restante 20% de la nota final de la asignatura en la evaluación progresiva se obtendrá a partir de la realización

(PRU) de pruebas cortas o trabajos, individuales o en grupo, realizados durante las clases.

4) Obtener una calificación final (NOTA) mayor o igual a 5. Dicha calificación final para los estudiantes de evaluación progresiva se obtendrá mediante la expresión siguiente:

$NOTA = 0,50*(A*EXP(1)+B* EXP(2)) + 0,3*PRA + 0,2*PRU$  (Si  $EXP(1) \geq 3$ ,  $EXP(2) \geq 3$  y  $PRA \geq 5$ ), donde  $A+B=1$ .

Para alcanzar la excelencia, el estudiante de evaluación progresiva podrá realizar actividades extra que se le plantearán a lo largo del curso. Con estos trabajos voluntarios se podrá sumar hasta 2 puntos a la nota final de la asignatura. De esta manera el estudiante puede alcanzar una calificación superior a 10, con lo que podría ser calificado como 10 - Matrícula de Honor.

**Nota:** Si un estudiante repitiese la asignatura, mantendría la nota de prácticas siempre que su calificación en las mismas fuese superior a 5 sobre 10. En principio, las demás puntuaciones no se conservarán para los cursos siguientes.

Los estudiantes que comunicasen, en el plazo de dos semanas desde el inicio de la actividad docente del grupo que les ha sido asignado por la Secretaría del Centro, que optan por evaluación mediante "sólo prueba global", deberán realizar y superar de forma obligatoria las prácticas (PRA) y además realizar el examen final (EXF). Para aprobar, el estudiante deberá obtener una nota igual o superior a 5 sobre 10 en este último. La nota final será la media ponderada ( $0,3*PRA + 0,7*EXF$ ) de ambas notas.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Guía de Aprendizaje en papel	Otros	Breve guía de la asignatura, mas completa que la versión informática
Página en moodle de la asignatura	Recursos web	Presentaciones, apuntes, casos prácticos y bibliografía científica
Bibliografía	Bibliografía	
Aula de informática	Equipamiento	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

### Notas finales:

1) asignatura de semestre par, que comienzan su impartición en febrero de 2023. Se planifica inicialmente con un esquema de total presencialidad y sin aplicar distancia social.

2) En esta asignatura se trabajan los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible :  
ODS6: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

ODS9: Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.

ODS12: Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y MÉTODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS



## CLASES DE TEORÍA

## CLASES DE PROBLEMAS

# PRACTICAS

- 
- 
- 
- 
-

## TRABAJO AUTÓNOMO

## TRABAJOS VOLUNTARIOS

## TUTORÍAS

### **BIBLIOGRAFIA:**

Anderson M.P., Woessner W.W., Hunt R.,J. (2015) Applied Groundwater Modeling: Simulation of Flow and Advective Transport. 2nd Edition. Academic Press, Inc. New York.

Balairón, L. 2002. Gestión de Recursos Hídricos. Ediciones UPC.

Chow, V.T.; D.R. Maidment and L.W. Mays. 1994. Hidrología Aplicada. McGraw Hill. Bogotá.

Domenico, P. A. and Schwartz, F.W. 1998. Physical and Chemical hydrogeology. John Wiley and sons. Nueva York.

Hidrogeología. Conceptos Básicos de Hidrología Subterránea. Editores: Comisión Docente del Curso Internacional de Hidrología Subterránea, formada por Roser Escuder, Josep Fraile, Salvador Jordana, Fidel Ribera, Xavier Sánchez-Vila y Enric Vázquez-Suñé. Ediciones FCiHS.

Barcelona, 2009.

IGME- ANEABE. 2018. Las aguas minerales envasadas y la sostenibilidad de sus acuíferos.

Lottermoser, B.G. 2010. Mine Wastes. Characterization, Treatment and Environmental Impacts. 3rd. edition. Springer-Verlag. Berlin.

Martínez Santos, P., (Coord.). Hidrogeología: Principios y aplicaciones. McGraw Hill Education, 2018

Murillo, J.M.; de la Orden, J.A.; Armayor, J.L. y Castaño, S. 2000. Recarga artificial de acuíferos. Síntesis metodológica y actuaciones realizadas en la provincia de Alicante. Excm. Diputación Provincial de Alicante e Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Alicante.

Pulido Bosh, A. 2007. Nociones de Hidrogeología para Ambientólogos. Ed. Univ. de Almería.

Sahuquillo, A.; Cassiraga, E.; Solera, A. y Murillo, J.M. Eds., 2010. Modelos de Uso Conjunto de Aguas Superficiales y Subterráneas. IGME, Madrid.

Sánchez, F. J. (2017).- Hidrología Superficial y Subterránea. Createspace Independent Pub., 414 pp

United Nations, The United Nations World Water Development Report 2022: Groundwater: Making the invisible visible. UNESCO, Paris.

Wang, H.F., and M.P. Anderson, Introduction to Groundwater Modeling, W.H. Freeman, 1982, reprinted by Academic Press, 1995.