



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53002035 - Recuperación De Suelos Y Aguas Subterráneas**

### PLAN DE ESTUDIOS

05BK - Master Universitario En Ingeniería De La Energía

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - 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.....	9
8. Recursos didácticos.....	15

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53002035 - Recuperación de Suelos y Aguas Subterráneas
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<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>	05BK - Master Universitario en Ingeniería de la Energía
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Maria Jesus Garcia Martinez	426	mj.garcia@upm.es	L - 12:00 - 14:00 M - 12:00 - 14:00 X - 15:15 - 17:15 Enviar email para solicitar tutoría
Marcelo Fabian Ortega Romero	427	mf.ortega@upm.es	M - 14:00 - 16:00 J - 14:00 - 16:00 Enviar email para solicitar tutoría

Maria Yolanda Sanchez- Palencia Gonzalez (Coordinador/a)		yolanda.sanchezpalencia@u pm.es	--
--	--	------------------------------------	----

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

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

- Impactos Medioambientales

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

- Química general

- conocimiento de cálculo

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CE17 - Comprender los procesos que integran el ciclo de vida de los procesos energéticos, desde la obtención del recurso primario, hasta su desmantelamiento, y su integración en la economía circular.

CE2 - Analizar y establecer criterios de mejora energética y económica en instalaciones de generación y de consumo, incluyendo el sector transportes, conducente al diseño de alternativas más eficientes y con menor

impacto ambiental.

CE5 - Comprender y conocer las herramientas regulatorias y normativas del sector energético.

CE7 - Conocer y aplicar las alternativas para la operación segura de instalaciones energéticas, tanto renovables, como no renovables, y de transformación de vectores energéticos, como refinerías o biorrefinerías

CE8 - Disponer de habilidades, criterios y conocimientos para investigar, desarrollar e innovar en el campo de la energía: tecnologías renovables y no renovables, almacenamiento, vectores energéticos, en un contexto de decarbonización del sistema.

CG1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería Energética.

CG5 - Comprender el impacto de la Ingeniería Energética en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CT1 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.

CT12 - Es bilingüe. Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés/español).

CT13 - Planifica. Organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones de proyectos y equipos humanos.

CT14 - Idea. Creatividad.

CT4 - Trabaja en equipo. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.

CT5 - Resuelve. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

CT6 - Es responsable. Comprensión de la responsabilidad ética y profesional.

CT7 - Comunica. Habilidad para comunicar eficazmente.

CT8 - Entiende los impactos. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA202 - Entender la influencia de las propiedades físico-químicas del contaminante a la hora de escoger la técnica de descontaminación más adecuada.

RA203 - - Realizar cálculos sencillos para la implementación de alguna de las técnicas de descontaminación más utilizadas.

RA201 - - Evaluar alternativas de gestión de terrenos contaminados por hidrocarburos basándose en los criterios físico-químicos del contaminante, en las características texturales del suelo, en la localización del contaminante y en criterios económicos y temporales.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

No hay descripción de la asignatura.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a las técnicas de descontaminación.
  - 1.1. Clasificación de las técnicas de descontaminación en función del lugar donde tiene lugar.
  - 1.2. Clasificación de las técnicas de descontaminación en función de los procesos implicados.
  - 1.3. Clasificación de las técnicas de descontaminación en función de lo que se persigue hacer con el contaminante.
2. Técnicas físico-químicas de descontaminación.
  - 2.1. Enumeración y explicación de las diferentes técnicas de descontaminación.
  - 2.2. Profundización en la técnica de Extracción de Vapores del Suelo
  - 2.3. Ejercicios de aplicación de la técnica de Extracción de Vapores del Suelo
  - 2.4. Profundización en el comportamiento de la fase libre en el acuífero.
  - 2.5. Ejercicios de aplicación de captación de plumas de agua subterránea.
3. Técnicas térmicas de descontaminación
  - 3.1. Enumeración y descripción de las diferentes técnicas térmicas de descontaminación.
  - 3.2. Profundización en la técnica de Desorción térmica.

#### 4. Técnicas biológicas de descontaminación

- 4.1. Enumeración y descripción de las diferentes técnicas biológicas de descontaminación.
- 4.2. Profundización en la técnica de landfarming
- 4.3. Aplicación 1. Landfarming
- 4.4. Aplicación 2. Derrame del Prestige

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Introducción a las técnicas de descontaminación. Clasificación.</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Introducción a las técnicas de descontaminación. Vídeos</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>actividades en aula</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10</p>
2	<p><b>Técnicas físico-químicas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>actividades en aula</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10</p>
3	<p><b>Técnicas físico-químicas. Vídeos</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Extracción de vapores del suelo.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Extracción de vapores del suelo. Ejercicios de aplicación</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>actividades en aula</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10</p> <p><b>Trabajo en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00</p>
4	<p><b>Extracción de vapores del suelo. Charla de experto en la técnica</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Aguas subterráneas y fases libres. Comportamiento en el subsuelo.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>actividades en aula</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10</p> <p><b>Trabajo en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00</p>
5	<p><b>Aguas subterráneas. Ejercicios de aplicación.</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>actividades en aula</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10</p> <p><b>Trabajo en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00</p>



6	<p><b>Técnicas térmicas de descontaminación. Introducción y clasificación. Desorción térmica.</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Técnicas térmicas. Videos</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Desorción térmica. Charla de aplicación de la técnica dada por un experto.</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p><b>Visita a vertedero y planta de tratamiento.</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>actividades en aula</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10</p> <p><b>Trabajo en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00</p>
7	<p><b>Técnicas biológicas de descontaminación. Introducción y clasificación.</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Técnicas biológicas. Videos</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Ejemplo de aplicación: landfarming</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Ejemplo de aplicación: derrame del Prestige.</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>actividades en aula</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10</p> <p><b>Trabajo en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00</p>
8				<p><b>actividades en aula</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10</p> <p><b>Trabajo en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00</p>
9				<p><b>actividades en aula</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10</p> <p><b>Trabajo en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00</p>
10				<p><b>actividades en aula</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10</p> <p><b>Trabajo en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p>

				Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00
11				<b>Trabajo en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00
12				<b>Trabajo en grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 04:00
13				
14				<b>Exposición de trabajo grupal</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:00
15				
16				
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00  <b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	actividades en aula	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	0 / 10	CT1 CT5 CT8
2	actividades en aula	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	0 / 10	CT1 CT5 CT8
3	actividades en aula	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	0 / 10	CT1 CT5 CT8
3	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB10 CT1 CB8 CB9 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14
4	actividades en aula	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	0 / 10	CT5 CT8 CT1
4	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB10 CT1 CB8 CB9 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14
5	actividades en aula	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	0 / 10	CT1 CT5 CT8

5	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14
6	actividades en aula	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	0 / 10	CT1 CT5 CT8
6	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14
7	actividades en aula	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	0 / 10	CT1 CT5 CT8
7	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14 CT1 CT4
8	actividades en aula	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	0 / 10	CT1 CT5 CT8
8	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14

9	actividades en aula	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	0 / 10	CT1 CT5 CT8
9	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14
10	actividades en aula	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	0 / 10	CT1 CT5 CT8
10	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT8 CT13 CT14
11	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14
12	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14
14	Exposición de trabajo grupal	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	3 / 10	CB8 CB9 CT7

17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	3.5 / 10	CG1 CG5 CB8 CT1 CT5 CT6 CT8
----	--------------	-------------------------------------	------------	-------	-----	----------	---

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB10 CT1 CB8 CB9 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14
4	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB10 CT1 CB8 CB9 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14
5	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14
6	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14

7	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14 CT1 CT4
8	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14
9	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14
10	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT8 CT13 CT14
11	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14

12	Trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	3%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT6 CT8 CT13 CT14
14	Exposición de trabajo grupal	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	3 / 10	CB8 CB9 CT7
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	5 / 10	CG1 CG5 CB8 CT1 CT5 CT6 CT8

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Trabajo en grupo y exposición	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:30	40%	5 / 10	CB8 CB9 CB10 CT1 CT4 CT5 CT6 CT7 CT8 CT13 CT14
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	60%	3.5 / 10	CG1 CG5 CB8 CT1 CT5 CT6 CT8



## 7.2. Criterios de evaluación

El trabajo en grupo será obligatorio en todas las modalidades de evaluación

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Página web de la asignatura	Recursos web	Página web de la asignatura
U.S. Environmental Protection Agency:	Bibliografía	<a href="http://www.epa.gov">http://www.epa.gov</a>
U.S. EPA Technology Innovation Office	Bibliografía	<a href="http://www.clu-in.org">http://www.clu-in.org</a>   <a href="http://www.clu-in.org/studio/video.cfm">http://www.clu-in.org/studio/video.cfm</a>  
U.S. Federal Remediation Technologies Roundtable:	Bibliografía	<a href="http://www.frtr.gov">http://www.frtr.gov</a>   <a href="http://www.frtr.gov/matrix2/section3/table3_2.pdf">http://www.frtr.gov/matrix2/section3/table3_2.pdf</a>   <a href="http://www.frtr.gov/matrix2/section1/toc.html">http://www.frtr.gov/matrix2/section1/toc.html</a>  
Técnicas de recuperación de suelos de la Comunidad de Madrid	Bibliografía	<a href="http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/Publicacion/doc/VT/vt6_tecnicas_recuperacion_suelos_contaminados.pdf">http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/Publicacion/doc/VT/vt6_tecnicas_recuperacion_suelos_contaminados.pdf</a>  
IHOBE	Bibliografía	<a href="http://www.ihobe.net/Pags/AP/Ap_publicaciones/index.asp?Cod=22D00942-87EA-4D23-BF89-874E182F271F">http://www.ihobe.net/Pags/AP/Ap_publicaciones/index.asp?Cod=22D00942-87EA-4D23-BF89-874E182F271F</a>  
Practical Design Calculations for Groundwater and Soil Remediation	Bibliografía	
Guide to Preparing Superfund Proposed Plans, Records of Decision, and Other Remedy Selection Decision Documents	Recursos web	<a href="https://www.epa.gov/superfund/record-decision-rod-guidance">https://www.epa.gov/superfund/record-decision-rod-guidance</a>