



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Caminos
Canales y P.

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

43000542 - Aprovechamiento Energético En Ingeniería Sanitaria

PLAN DE ESTUDIOS

04AI - Doble Master Universitario En Iccp Y En Sistemas De Ingeniería Civil

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - 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.....	5
6. Cronograma.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	15
9. Otra información.....	16

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	43000542 - Aprovechamiento Energético en Ingeniería Sanitaria
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Segundo curso
Semestre	Cuarto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	04AI - Doble Master Universitario en Iccp y en Sistemas de Ingeniería Civil
Centro responsable de la titulación	04 - E.T.S. De Ing. De Caminos Canales Y P.
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Isabel Del Castillo Gonzalez	Lab. Sanitaria	isabel.delcastillo@upm.es	M - 09:00 - 12:00 J - 09:00 - 12:00
Jesus Sanchez Rubal	Lab. Sanitaria	jesus.sanchez.rubal@upm.es	M - 16:00 - 19:00 J - 16:00 - 19:00
Ivan Jesus Leonard Lamuño (Coordinador/a)	Lab. Sanitaria	ij.leonard@upm.es	M - 16:00 - 18:30 X - 16:00 - 19:30

* 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

- Water And Wastewater Engineering
- Sistemas Energéticos

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Ingeniería sanitaria, Energía y Medioambiente

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

MICCPCE26 - Capacidad para proyectar y dimensionar sistemas de depuración y tratamiento de aguas, así como de residuos. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

MICCPCE35 - Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, mantenimiento, construcción, evaluación técnica, conservación, explotación y modelización matemática de recursos hidráulicos y energéticos. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

MICCPG02 - alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

MICCPG05 - Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

MICCPG09 - Capacidad para planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

MICCPG12 - Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

MICCPG16 - Capacidad para proyectar y ejecutar tratamientos de potabilización de aguas, incluso desalación, y depuración de éstas. Recogida y tratamiento de residuos (urbanos, industriales o incluso peligrosos). Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

MICCPCT02 - Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia CB10.

MSICCB06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

MSICCE-A02 - Conocimiento y capacidad para proyectar y dimensionar obras e instalaciones de ingeniería civil

MSICCE-A07 - Conocimiento y capacidad para idear soluciones innovadoras en sistemas de ingeniería civil

MSICCE-A08 - Capacidad para idear procedimientos innovadores y sostenibles de explotación y gestión de sistemas de ingeniería civil

4.2. Resultados del aprendizaje

RA126 - Explica, conoce y tiene capacidad para proyectar y dimensionar sistemas de depuración y tratamiento de aguas, así como residuos.

RA102 - Estructurar, desde el punto de vista científico, una línea de investigación del área, consultando, sintetizando y estudiando las fuentes bibliográficas y las bases de datos básicas.

RA1 - Formula y resuelve problemas matemáticos y numéricos avanzados de ingeniería civil, identificando sus diferentes componentes científicos y técnicos y seleccionando y acoplando con eficacia los métodos de resolución.

RA114 - Capacidad para analizar y sintetizar los diversos contenidos de información de fuentes diversas

RA115 - Capacidad para aplicar e integrar sus conocimientos técnicos hacia la consecución de un fin

RA240 - Optimiza los procesos de depuración mediante modelización y simulación con modelos matemáticos

RA231 - RA3 - Conocer el ciclo del agua y el balance energético del ciclo

RA44 - Hacer una presentación oral de sus conocimientos aplicados, mediante la resolución de casos prácticos individualmente y en grupo.

RA108 - Conocer en detalle un conjunto mínimo de las líneas de investigación vigentes en la UPM del área de Hidráulica, Energía y Medio Ambiente, así como sus limitaciones y los ámbitos de aplicación nacional e

internacional

RA103 - Analizar con carácter crítico la parte metodológica de un proyecto de investigación, contemplando los recursos y los datos disponibles para la investigación. Proponer metodologías alternativas a un proyecto de investigación en concreto del área de Hidrogeología y Medio Ambiente.

RA105 - Vincular y aplicar los conocimientos impartidos y asimilados en el módulo de materias comunes de investigación a las asignaturas mostradas en este módulo

RA107 - Comunicar y exponer las conclusiones de sus análisis a un público de ámbito científico.

RA189 - Incorpora los condicionantes medioambientales en la planificación, evaluación, gestión y explotación de un sistema de recursos hidráulicos.

RA11 - Planifica, diseña, proyecta, dirige y evalúa las obras, la gestión, el mantenimiento y la explotación de infraestructuras de abastecimiento, saneamiento, depuración y tratamiento de aguas, y de recogida y tratamiento de residuos, incorporando los efectos y condicionantes entre el medio ambiente y las infraestructuras.

RA113 - Analizar con carácter crítico la parte metodológica de un proyecto de investigación, contemplando los recursos y los datos disponibles para la investigación. Proponer metodologías alternativas a un proyecto de investigación en concreto del área de Hidráulica, Energía y Medio Ambiente

RA119 - Capacidad de plantear una metodología de investigación basada en el estado del arte. Desarrollar una aplicación en una de las líneas de investigación que valide la metodología

RA97 - Conocer en detalle un conjunto mínimo de las líneas de investigación vigentes en la UPM del área de Hidráulica, Energía y Medio Ambiente, así como sus limitaciones y los ámbitos de aplicación nacional e internacional.

RA100 - Conocer y familiarizarse con los medios de difusión científica más utilizados en el área de Hidráulica, Energía y Medio Ambiente (Congresos Nacionales, Congresos Internacionales, Revistas indexadas, etc.).

RA221 - RA96 - Capacidad para comunicarse de forma escrita y oral

RA24 - Aplica y evalúa técnicas avanzadas para la construcción, control y gestión medioambiental de sistemas hidráulicos y energéticos.

RA99 - Analizar con carácter crítico la parte metodológica de un proyecto de investigación, contemplando los recursos y los datos disponibles para la investigación. Proponer metodologías alternativas a un proyecto de investigación en concreto del área de Hidráulica, Energía y Medio Ambiente.

RA123 - Explica, conoce y tiene capacidad para planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos,

incluyendo la gestión integral del ciclo del agua.

RA239 - Proyecta instalaciones de tratamiento y depuración de aguas, planificando su ejecución y mantenimiento desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental y energética

RA125 - Explica, conoce y tiene conocimientos adecuados de los tratamientos de potabilización, desalación y depuración de aguas, recogida y tratamiento de residuos, así como, diseñar, planificar, gestionar, mantener, conservar y explotar las infraestructuras desde la perspectiva ambiental y sostenible.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

La asignatura tiene como objetivo aprender a gestionar y aprovechar los recursos en instalaciones de depuración de aguas residuales, adquiriendo conocimientos en:

1. Recursos aprovechables y recuperables en depuradoras de aguas residuales
2. Equipamiento y eficiencia energética del equipamiento empleado en depuradoras
3. Instrumentación, control y automatización
4. Gestión energética de una EDAR mediante modelos de simulación
6. Estudio de casos prácticos y visita a instalaciones

5.2. Temario de la asignatura

1. Recuperación y aprovechamiento de recursos en depuradoras
 - 1.1. Reutilización de agua y fango
 - 1.2. Aprovechamiento de biogás
 - 1.3. Recuperación de energía
 - 1.4. Recuperación de nutrientes
2. Equipamiento en depuradoras
3. Bombeo
 - 3.1. Bombeo de aguas
 - 3.2. Bombeo de fangos
 - 3.3. Bombeo de reactivos
4. Equipos de pretratamiento
5. Agitación y mezcla
 - 5.1. Equipos
 - 5.2. Estudio de casos
6. Aeración
 - 6.1. Turbinas y rotores
 - 6.2. Soplantes y difusores
 - 6.3. Eyectores
 - 6.4. Estudio de casos
7. Equipamiento de la línea de fango y gas
 - 7.1. Espesamiento y deshidratación
 - 7.2. Secado térmico
 - 7.3. Digestión y línea de gas: Agitación, cogeneración, intercambiadores de calor
 - 7.4. Estudio de casos
8. Equipamiento de una planta de reutilización
9. Desodorización
10. Instrumentación, control y automatización

11. Simulación de procesos de tratamiento mediante software

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 1 Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1 Duración: 02:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	Tema 1 y 2 Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1 y 2 Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	Tema 3 Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3 Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	Tema 4 y 5 Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4 y 5 Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	Tema 6 Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 6 Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	Tema 7 Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8	Tema 7 Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 7 Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

9				Examen parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 03:00
10	Tema 8 Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Tema Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 8 y 9 Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
12	Tema 9 y 10 Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	Tema 11 Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	Tema 11 Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 11 Duración: 02:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
15	Tema 11 Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 11 Duración: 02:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
16				Trabajo individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 03:00
17				Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 03:00 Evaluación global EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:00

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
9	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	30%	4 / 10	MICCPCE35 MICPCGP09 MICCPCT02 MSICCB06 MICPCGP02 MICPCGP16 MSICCE-A07 MICPCGP05 MICCPCE26 MSICCE-A08 MICPCGP12 MSICCE-A02
16	Trabajo individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	03:00	30%	4 / 10	MICCPCE35 MICPCGP09 MICCPCT02 MSICCB06 MICPCGP02 MICPCGP16 MSICCE-A07 MICPCGP05 MICCPCE26 MSICCE-A08 MICPCGP12 MSICCE-A02
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	30%	4 / 10	MICCPCE35 MICPCGP09 MICCPCT02 MSICCB06 MICPCGP02 MICPCGP16 MSICCE-A07 MICPCGP05 MICCPCE26 MSICCE-A08 MICPCGP12 MSICCE-A02

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Evaluación global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	MICCPCE35 MICCPCGP09 MICCPCT02 MSICCB06 MICCPCGP02 MICCPCGP16 MSICCE-A07 MICCPCGP05 MICCPCE26 MSICCE-A08 MICCPCGP12 MSICCE-A02

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Evaluación en convocatoria extraordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	MICCPCE35 MICCPCGP09 MICCPCT02 MSICCB06 MICCPCGP02 MICCPCGP16 MSICCE-A07 MICCPCGP05 MICCPCE26 MSICCE-A08 MICCPCGP12 MSICCE-A02

7.2. Criterios de evaluación

CRITERIOS DE EVALUACION PARA LA EVALUACIÓN PROGRESIVA

El sistema de evaluación continua se valorara de acuerdo a las siguientes pruebas, ponderadas por el porcentaje especificado:

PE1. Asistencia y participación en clase (10%)

Descripción: Consiste en la participación en clase y la resolución de las actividades propuestas durante el transcurso de las mismas.

Criterios de calificación: Se valorará con un (1) punto a aquellos alumnos que hayan asistido y realizado las actividades de más de un 80% de las clases. Los alumnos que hayan asistido sólo al 80% de las clases o porcentaje inferior serán evaluados con cero (0) puntos en este apartado.

Momento y lugar: Se plantearán ejercicios en las horas de clase. Los ejercicios se realizarán en clase.

PE2. Resolución individual de ejercicios, problemas, casos prácticos o un trabajo de investigación (30%)

Descripción: Consiste en la resolución de un caso práctico sobre un tema relacionado con la simulación de procesos en depuración asignado por el profesor, pudiendo ser realizado en el aula o fuera de ella.

Criterios de calificación: Se valorará de 0 a 10, siendo la calificación media aritmética de los resultados obtenidos en el conjunto de pruebas o trabajos.

Momento y lugar: Será prefijado en tiempo lugar, forma y contenidos.

PE3. Examen parcial (30%)

Descripción: El tema 1 se valorará en base a un trabajo individual propuesto por el profesor. Los temas 2 a 5 se valorarán en base a una prueba formada por varias preguntas relativas a los contenidos específicos de los mismos, consistente en ejercicios de teoría o teórico-prácticos. La duración será de 1 hora.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se calificará entre 0 a 10 puntos y tendrá igual peso para obtener la media.

La ponderación del trabajo y la prueba de examen se ponderará de acuerdo con el número de clases de cada uno. Al objeto de compensar por evaluación progresiva es necesario obtener una calificación mínima de 4 en el control intermedio.

Momento y lugar: Lo determina la Jefatura de Estudios.

PE4. Examen final (30%)

Descripción: Constará de dos partes. La primera está formada por varias preguntas de carácter teórico, teórico-práctico o problemas cortos, correspondientes a los temas relativos al control intermedio. No están obligados a examinarse de esta primera parte los alumnos que hayan obtenido una nota igual o superior a 4 en el control intermedio.

La segunda parte, que deberán realizar todos los alumnos, está formada por varias preguntas de carácter teórico y práctico, correspondientes a los temas de la asignatura no incluidos en el control intermedio (temas 6 a 10). Todos los alumnos deben examinarse de esta parte.

La duración de cada parte será de 1 hora. Los alumnos que no superen la asignatura tras el examen ordinario deberán acudir al examen extraordinario, cuyo formato es similar al del ordinario.

Criterios de calificación: La calificación del examen se valorará de 0 a 10. Para los alumnos que realicen las dos partes, el peso del examen final será del 60% en la calificación final, mientras que para los alumnos que sólo realicen la segunda parte, el peso será del 30%. Para poder compensar la asignatura se necesita una calificación mínima de 4 en cada una de las partes.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación progresiva

La calificación final será la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso. Concretamente:

- Los alumnos que hayan aprobado el examen parcial tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE1 (10%), PE2 (30%), PE3 (30%) y PE4 (30%).

- Los alumnos que no hayan aprobado el examen parcial, y que por tanto deben presentarse al examen final completo, tendrán una calificación ponderada de la siguiente forma: PE1 (10%), PE2 (30%) y PE4 (60%).

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 4,0 puntos (sobre 10) en la nota de los exámenes PE3 y PE4 y una calificación final igual o superior a 5.

Si el alumno no superase la asignatura tras el final ordinario deberá acudir al examen mediante "evaluación global"

CRITERIOS DE EVALUACION MEDIANTE EVALUACIÓN GLOBAL

Descripción: Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo (formado por dos partes) que se han descrito para evaluación progresiva.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación de la primera parte (Temas 1 a 5) y segunda parte (Temas 6 a 11) estará ponderada según las clases de cada parte de la asignatura. Al objeto de poder compensar, se exigirá una nota mínima igual o superior a 4,0 en cada una de las dos partes del examen.

Momento y lugar: Las fechas las determina Jefatura de Estudios

Calificación final de la asignatura mediante evaluación global

- Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación media de la primera y segunda parte final igual o superior a 5.
- Para los alumnos que no hayan realizado la primera parte del examen final, se utilizará para calificar esta parte su nota en el examen parcial, manteniendo los requisitos de una calificación mínima de 4 para compensar como se ha indicado en PE3

EVALUACION EN CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

La evaluación en la convocatoria extraordinaria corresponderá al examen escrito individual de la asignatura completa.

Descripción: Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo (formado por dos partes) que se ha descrito para evaluación progresiva.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación de la primera parte (Temas 1 a 5) y segunda parte (Temas 6 a 11) estará ponderada según las clases de cada parte de la asignatura. Al objeto de poder compensar, se exigirá una nota mínima igual o superior a 4,0 en cada una de las dos partes del examen.

Momento y lugar: Las fechas las determina Jefatura de Estudios.

Calificación de la asignatura en la convocatoria extraordinaria

Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación media de la primera y segunda parte final igual o superior a 5.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes Profesor	Otros	Presentaciones y anejos
METCALF&EDDY. Wastewater Engineering. Treatment and resource recovery. 5º Edición. McGraw-Hill. 2014.	Bibliografía	
GONZÁLEZ OLABARRÍA, PEDRO M. Plantas de tratamiento de aguas. Equipos electromecánicos. Ingeniería constructiva. 2013 (1ª Edición).	Bibliografía	
SEGURA COBO, JOSÉ CARLOS. Maquinaria para tratamiento y depuración de aguas. Fundamentos y aplicaciones.. 2009 (1ª edición)	Bibliografía	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

DESCRIPCION DE LOS MÉTODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS

Clase de teoría:

El profesor expondrá de forma presencial los contenidos necesarios para la comprensión de los temas de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos, casos reales y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno. También se expondrán e ilustrarán los principales elementos de los sistemas de depuración y regeneración de aguas, así como, su elección, conservación y mantenimiento. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones

Estas clases se llevarán a cabo de forma presencial.

Clases de teoría aplicada:

Estas clases complementan la correcta comprensión de la asignatura. En estas clases se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en el desarrollo de la profesión.

Estas clases se llevarán a cabo de forma presencial.

Clases prácticas:

Las clases prácticas consistirán en la aplicación un modelo de simulación para optimizar el funcionamiento de una depuradora de agua residual.

Trabajos autónomos:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios propuestos.

Trabajos en grupo:

El alumno realizará un trabajo de aplicación asignado por el profesor, de manera individual o en grupo.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo.

RELACIÓN CON LOS ODS

La asignatura se relaciona con los ODS 6 y 7