



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

45000250 - Ingeniería Sanitaria

PLAN DE ESTUDIOS

04GD - Doble Grado En Ingeniería Civil Y Territorial Y En Ade

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - 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.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	45000250 - Ingeniería Sanitaria
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Cuarto curso
Semestre	Octavo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	04GD - Doble Grado en Ingeniería Civil y Territorial y en ADE
Centro responsable de la titulación	04 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos
Curso académico	2022-23

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Aurelio Hernandez Lehmann (Coordinador/a)	Lab. Sanitaria	aurelio.hernandez@upm.es	L - 14:00 - 16:00 X - 14:00 - 16:00
Isabel Del Castillo Gonzalez	Lab. Sanitaria	isabel.delcastillo@upm.es	M - 09:00 - 12:00 J - 09:00 - 12:00
Sandra Paola Bianucci	Lab Sanitaria	paola.bianucci@upm.es	X - 11:00 - 13:00 V - 11:00 - 13:00

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

2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Giannakis , Stefanos	stefanos.giannakis@upm.es	Hernandez Lehmann, Aurelio

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Hidraulica E Hidrologia
- Materiales De Construccion I

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Doble Grado en Ingeniería Civil y Territorial y en ADE no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

04GC. CM36.1 - Conocimiento y comprensión de los sistemas de abastecimiento y saneamiento, así como de su dimensionamiento, construcción y conservación.

04GC. CM39.1 - Conocimiento de los proyectos de servicios urbanos relacionados con la distribución de agua y el saneamiento.

04GC. CM45 - Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil (Desarrolla parcialmente la competencia transversal 3ª del R.D. 1393/2007).

04GC. CT1 - Compromiso y capacidad para aplicar los principios de sostenibilidad en las actuaciones profesionales. Engloba la competencia transversal 6ª de la normativa UPM.

04GC. CT9 - Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil

4.2. Resultados del aprendizaje

RA238 - Dimensiona sistemas de abastecimiento y saneamiento

RA239 - Organiza y controla la construcción y conservación de sistemas de abastecimiento y saneamiento

RA150 - Aplica los métodos experimentales de Hidráulica relevantes en ingeniería civil.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

En la asignatura se analizan los temas que componen el abastecimiento y saneamiento a poblaciones, adquiriendo conocimientos en:

RECURSOS HIDRAULICOS PARA ABASTECIMIENTO. CAPTACIONES DE AGUA

TRATAMIENTO DE AGUAS PARA ABASTECIMIENTO

DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO Y REDES DE DISTRIBUCIÓN

REDES DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

En cada uno de ellos se trata en detalle tanto el diseño (proyecto) como la construcción y la explotación de cada instalación.

5.2. Temario de la asignatura

1. TRATAMIENTO DE AGUAS PARA ABASTECIMIENTO

- 1.1. Necesidades de agua. Recursos para abastecimiento. Normativa sobre calidad de aguas.
- 1.2. Esquemas generales de tratamientos en ETAPs. Condicionantes de diseño.
- 1.3. Coagulación-Floculación convencional
- 1.4. Decantación convencional
- 1.5. Filtración sobre material granular. Filtros lentos y filtros rápidos convencionales.
- 1.6. Desinfección con cloro

2. Depósitos de almacenamiento y redes de distribución

- 2.1. Captaciones de agua superficial y agua subterránea.
- 2.2. Depósitos de regulación para abastecimiento
- 2.3. Redes de distribución. Trazado, diseño, construcción y dimensionado.

3. Redes de saneamiento de aguas residuales

- 3.1. Sistemas de evacuación de aguas residuales. Tipos de redes de saneamiento.
- 3.2. Características de las redes de saneamiento. Instalaciones complementarias. Normativa relacionada.
- 3.3. Caudales de aguas negras. Caudales de escorrentía superficial.
- 3.4. Régimen hidráulico de un colector. Diseño de colectores.
- 3.5. Diseño de otras instalaciones de la red. Bombeo de aguas residuales.
- 3.6. Materiales para la construcción de alcantarillas y colectores. Juntas. Normativa relacionada.
- 3.7. Construcción de colectores y redes de alcantarillado. Gestión y explotación del servicio.

4. Depuración de aguas residuales

- 4.1. Características de las aguas residuales. Esquemas de depuración y rendimientos. Normativa aplicable..
- 4.2. Pretratamiento.
- 4.3. Tratamiento primario.
- 4.4. Tratamiento biológico: Sistemas de fangos activos
- 4.5. Tratamiento de fangos: Producción de fangos. Espesamiento. Digestión aerobia y anaerobia. Deshidratación.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Tema 1.1., 1.2. y 1.3. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1.3. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
2	<p>Tema 1.4., 1.5, y 1.6. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1.4., 1.5, y 1.6. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p>Tema 2.1. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2.1. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4	<p>Tema 2.2. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2.2. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>PRIMER EXAMEN PARCIAL EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p>
5	<p>Tema 2.3. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2.3. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p>Tema 3.1. y 3.2. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3.1. y 3.2. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

7	<p>Tema 3.3. y 3.4. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3.3. y 3.4. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p>Tema 3.5, 3.6 y 3.7. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3.5, 3.6 y 3.7. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Prácticas de Laboratorio TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 06:00</p>
9				<p>SEGUNDO EXAMEN PARCIAL EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p> <p>Participación en la resolución interactiva de cuestiones y problemas en clase TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 10:00</p>
10	<p>Tema 4.1. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4.1. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p>Tema 4.2. y 4.3. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4.2. y 4.3. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p>Tema 4.4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4.4. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p>Tema 4.4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4.4. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

14	<p>Tema 4.5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4.5 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15		<p>Prácticas de laboratorio 1 y 2 Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
16		<p>Prácticas de laboratorio 3 y 4 Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
17				<p>Examen Final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p> <p>Examen final extraordinario EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00</p>

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 (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	PRIMER EXAMEN PARCIAL	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	20%	5 / 10	04GC. CM39.1 04GC. CT1 04GC. CM36.1 04GC. CT9 04GC. CM45
8	Practicas de Laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	06:00	10%	5 / 10	04GC. CT9
9	SEGUNDO EXAMEN PARCIAL	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	40%	5 / 10	
9	Participación en la resolución interactiva de cuestiones y problemas en clase	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	10:00	10%	0 / 10	
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	20%	5 / 10	04GC. CM45 04GC. CM39.1 04GC. CT1 04GC. CM36.1 04GC. CT9

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	04GC. CM45 04GC. CM39.1 04GC. CT1 04GC. CM36.1 04GC. CT9

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

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

PE1. Participación en la resolución interactiva de cuestiones y problemas en clase (10%)

Descripción: Consiste en una serie de ejercicios asignados por el profesor que se realizarán en el horario de clase o fuera de él, así como en la resolución y participación activa en clase.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de todos los ejercicios realizados durante el curso.

Momento y lugar: Se plantearán ejercicios en la clases teóricas o prácticas sin previo aviso, que debe realizarse en la propia aula y se entregarán al finalizar la clase y los propuestos para realizar fuera se entregarán dentro de un el plazo fijado por el profesor.

PE2. Prácticas de laboratorio (10%)

Descripción: Serán realizadas por el estudiante en grupo con ayuda de un profesor que explicará brevemente su fundamento, finalidad y metodología.

Criterios de calificación: El alumno deberá asistir a todas las prácticas propuestas y deberá presentar un informe de laboratorio de cada práctica que se valorará de 0 a 10. La calificación de esta prueba será la media aritmética de las notas obtenidas en los informes. Será necesario obtener una calificación igual o superior a 5 para aprobar la asignatura sin necesidad de examinarse de esta parte en el examen final.

Momento y lugar: Se realizarán a lo largo del curso, en grupos pequeños, fuera del horario ordinario de clases.

PE3. Primer examen parcial (20%)

Descripción: Consiste en un examen sobre la materia tratada en los temas 1 a 5, formado por varios ejercicios de teoría o teórico-prácticos y varios ejercicios prácticos, que tendrán una duración aproximada de 3 h. Cada uno de los ejercicios teóricos pueden consistir en: (1) varias preguntas cortas de desarrollo así como teórico-prácticas de justificación de respuesta, aleatorias o individualizadas en un tiempo fijo para responder en su conjunto, no pudiendo retroceder en la serie de preguntas a medida que son respondidas, (2) preguntas tipo test aleatorias con

múltiples opciones posibles y tiempo fijo para responder en su conjunto, no pudiendo retroceder en la serie de preguntas a medida que son respondidas, o (3) una pregunta corta de teoría de desarrollo aleatoria o individualizada. Los ejercicios prácticos consistirán en un problema a resolver igual para todos con datos aleatorios o individualizados con un tiempo fijo para resolver.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen será la media ponderada de la calificación obtenida en los ejercicios del examen.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios. Los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como estos entregar sus respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación

PE4. Segundo examen parcial (40%)

Descripción: Consiste en un examen sobre la materia tratada en los temas 6 a 15, formado por varios ejercicios de teoría o teórico-prácticos y varios ejercicios prácticos, que tendrán una duración aproximada de 3 h. Cada uno de los ejercicios teóricos pueden consistir en: (1) varias preguntas cortas de desarrollo así como teórico-prácticas de justificación de respuesta, aleatorias o individualizadas en un tiempo fijo para responder en su conjunto, no pudiendo retroceder en la serie de preguntas a medida que son respondidas, (2) preguntas tipo test aleatorias con múltiples opciones posibles y tiempo fijo para responder en su conjunto, no pudiendo retroceder en la serie de preguntas a medida que son respondidas, o (3) una pregunta corta de teoría de desarrollo aleatoria o individualizada. Los ejercicios prácticos consistirán en un problema a resolver igual para todos con datos aleatorios o individualizados con un tiempo fijo para resolver.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se califica de 0 a 10. La nota del examen será la media ponderada de la calificación obtenida en los ejercicios del examen.

Momento y lugar. Los determina la Jefatura de Estudios. Los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como estos entregar sus respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación

PE5. Examen final (20% o 80%)

Descripción: Constará de tres partes. La primera y segunda, correspondientes a los temas 1 a 5 y 6 a 15, respectivamente, sólo la deben realizar los alumnos que hayan obtenido una calificación inferior a 4 en el correspondiente examen parcial, así como aquellos alumnos que quieran mejorar su calificación. La tercera parte la realizarán todos los alumnos y tratará sobre los contenidos de los temas 16 al 20. Cada una de estas tres partes

constará de ejercicios de teoría, teórico ? prácticos y/o problemas cortos. La duración total del examen será de unas 3,5 - 4 horas. En caso de ser necesario, la evaluación se realizará mediante modalidad online.

Además, se considerará una cuarta parte correspondiente a las prácticas de laboratorio y deberán realizarla los alumnos que hayan obtenido una calificación inferior a 5 en PE2.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación de las tres primeras partes será la media aritmética de sus ejercicios respectivos. La calificación de la parte correspondiente a las prácticas de laboratorio será ?apto? o ?no apto? y no tiene peso alguno en la calificación del examen final.

Para los alumnos que realicen las tres partes, el examen final cuenta por el 80% en la calificación final, y para los que realicen sólo la tercera parte contará por 20%.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como estos entregar sus respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la puntuación más alta de las siguientes:

? Para los alumnos que no realicen la primera y/o segunda parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en PE1 (10%), PE2 (10%), PE3 (20%), PE4 (40%) y PE5 (20%)

? Para los alumnos que realicen la primera, segunda y tercera parte del examen final, la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en PE1 (10%), PE2 (10%) y PE5 (80%).

? Para todos los alumnos, la calificación que habría obtenido el alumno mediante el método de evaluación de ?solo prueba final? descrito a continuación. A estos efectos, 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

Para superar la asignatura se deben cumplir las siguientes condiciones:

? Obtener una calificación mínima de 4 (sobre 10) en la nota de los exámenes PE3, PE4 y PE5

? Obtener una calificación final igual o superior a 5

? Obtener una calificación mínima de 5 en PE2 (prácticas de laboratorio) o un ?apto? en esta parte del examen final.

El sistema de evaluación "**solo prueba final**"

Descripción: Consiste en un único examen, que será igual al examen final completo (formado por tres partes) que se ha descrito para evaluación continua. En caso de ser necesario, la evaluación se realizará mediante modalidad online.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se calificará de 0 a 10. La calificación de la primera y segunda partes será la media aritmética de sus ejercicios respectivos. La calificación de la parte correspondiente a las prácticas de laboratorio será apto o no apto y no tiene peso alguno en la calificación del examen final.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como estos entregar sus respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación.

Calificación final de la asignatura mediante sólo prueba final

Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación media de las tres partes del examen final igual o superior a 5, así como haber obtenido un apto en la parte correspondiente a las prácticas de laboratorio.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Hernández Lehmann, A. Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales. Ed. Garceta. Colección Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 2015	Bibliografía	
Hernández Muñoz, A. Abastecimiento y distribución de agua. Ed. Garceta. Colección Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Bibliografía	
Hernández Muñoz, A. Saneamiento y alcantarillado. Vertidos residuales. Ed. Garceta. Colección Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Bibliografía	
Hernández Muñoz, A. Depuración y desinfección de las aguas residuales. Ed. Garceta. Colección Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Bibliografía	
Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering. Treatment and reuse. 4º Edición. McGraw-Hill. 2003	Bibliografía	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS6.