

## 25224 - Contaminación de aguas

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 25224 - Water pollution

**Centro académico:** 201 - Escuela Politécnica Superior

**Titulación:** 571 - Graduado en Ciencias Ambientales

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 3

**Periodo de impartición:** Primer cuatrimestre

**Clase de asignatura:** Obligatoria

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Esta asignatura, enmarcada en el ámbito de la Ingeniería Ambiental, tiene por objetivo principal aportar al estudiante los conocimientos científicos y técnicos que le permitan llevar a cabo la identificación y control de la contaminación de las aguas, proporcionándole una formación de calidad en control, evaluación, gestión y planificación ambiental, teniendo como referente la protección de la salud y el medio ambiente.

Son objetivos de la asignatura formar al alumno en materia de calidad de aguas y contaminación, en técnicas o medidas de minimización de la contaminación de las aguas así como en tecnologías de tratamiento de aguas, lo que le permita en general la aplicación de medidas de control y corrección de la contaminación ambiental.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, contribuyendo en cierta medida a su logro:

- Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos
  - Meta 6.3.: De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.
  - Meta 6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.
- Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
  - Meta 12.4.: De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura es de carácter obligatorio y se imparte de forma semestral (6 ECTS) en tercer curso del Grado en Ciencias Ambientales, y está integrada en el módulo de Evaluación Ambiental. En esta asignatura, de carácter teórico-práctico, se presentan las bases del conocimiento sobre la contaminación de las aguas, de forma que complementando la formación con las asignaturas de Contaminación atmosférica y Contaminación de suelos se dota al estudiante de conocimientos teóricos y prácticos fundamentales para llevar a cabo la identificación, evaluación, prevención, control y corrección de la contaminación ambiental, de manera integrada.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda haber cursado previamente las asignaturas Bases químicas del medio ambiente, Biología, Administración y legislación ambiental, Botánica, Zoología, Medio ambiente y sostenibilidad, Bases de la ingeniería ambiental, Ecología I y II

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

#### Competencias básicas:

CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

#### Competencias específicas:

CE2. Capacidad de análisis multidisciplinar de los indicadores y evidencias de un problema o situación ambiental, con capacidad de interpretación cualitativa y cuantitativa de datos procedentes de especialidades diversas, capacidad de relación del análisis con los modelos teóricos y conciencia de las dimensiones temporales y espaciales de los procesos ambientales implicados.

CE5. Competencia para elaborar un diagnóstico de la situación ambiental en un contexto determinado, natural, rural o urbano, a partir de la interpretación de todos los sistemas del medio, el análisis de todos los indicadores relevantes de la situación, la valoración de sus recursos y constituyentes y la consideración de los impactos o cambios previsibles.

CE6. Capacidad para establecer prospectivamente un escenario de evolución futura de la situación actual diagnosticada y proponer las medidas correctivas pertinentes.

CE8. Competencia en la elaboración, gestión, seguimiento y control de planes y proyectos ambientales en áreas como la explotación de recursos en el contexto del desarrollo sostenible, planificación y ordenación integrada del territorio, planes de desarrollo rural, planes de restauración y conservación del medio natural, gestión de residuos, tratamiento de suelos contaminados, sistemas de información ambiental.

CE9. Dominio de criterios, normativas, procedimientos y técnicas de los sistemas de gestión medioambiental y de calidad. Esto incluye la capacidad de identificación y valoración de los costes ambientales; gestión de los sistemas de abastecimiento y tratamiento hídricos; optimización energética con utilización de tecnologías limpias y renovables; gestión de la calidad del aire y depuración de emisiones atmosféricas; la gestión integrada de salud, higiene y prevención de riesgos laborales.

#### Competencias genéricas

CG4. Capacidad de la toma de decisiones consecuente.

CG5. Capacidad de razonamiento crítico (análisis, síntesis y evaluación).

CG6. Capacidad de aplicación de los conocimientos teóricos al análisis de situaciones.

CG7. Dominio de aplicaciones informáticas relativas al ámbito de estudio, así como la utilización de internet como medio de comunicación y fuente de información.

CG8. Capacidad de organización y planificación autónoma del trabajo y de gestión de la información.

CG9. Capacidad de trabajo en equipo, en particular equipos de naturaleza interdisciplinar e internacional característicos del trabajo en este campo.

CG11. Capacidad de comunicación, argumentación y negociación tanto con especialistas del área como con personas no expertas en la materia.

CG12. Compromiso ético en todos los aspectos del desempeño profesional.

CG13. La capacidad de aprendizaje autónomo y autoevaluación.

CG15. Capacidad de adaptación a situaciones nuevas

CG16. Motivación por la calidad

CG17. Sensibilidad hacia temas medioambientales

## 2.2. Resultados de aprendizaje

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

Está capacitado para determinar la calidad que presenta un agua mediante la utilización de parámetros indicadores.

Es capaz de identificar y cuantificar la contaminación generada por una actividad urbana o industrial así como valorar el efecto que puede provocar sobre el medio hídrico receptor.

Está capacitado para planificar una estrategia de prevención y control de la contaminación del agua en casos específicos.

Es capaz de diseñar un sistema de tratamiento de depuración de aguas residuales urbanas e industriales, mediante la selección de las unidades de proceso que lo integran y el dimensionamiento de algunas de ellas.

Está capacitado para planificar un sistema de tratamiento de potabilización de aguas para consumo humano y de regeneración de aguas depuradas para su posterior reutilización.

Todos estos resultados de aprendizaje forman parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 6: Agua limpia y saneamiento y 12: Producción y consumo responsables.

## 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje que se obtiene en la asignatura son importantes porque amplían la base general teórica y práctica que posee el alumno en materia de control de la contaminación ambiental, potenciando su capacidad de trabajo en el campo de la minimización y remediación, tanto a nivel investigación, desarrollo de proyectos o gestión, en empresas o instituciones.

Todo ello implica la adquisición de conocimientos y la capacidad de afrontar cuestiones relacionadas con las metas asociadas a los ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y 12 (Producción y consumo responsables).

# 3. Evaluación

## 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

La PRUEBA GLOBAL estará compuesta por las siguientes actividades:

Actividad 1. Examen escrito de teoría

El estudiante deberá realizar un examen de teoría que incluirá preguntas tipo test (15-20) y otras de carácter teórico-práctico (cuestiones cortas y de desarrollo), representativas de la materia global que ha sido tratada a lo largo del curso (ver programa de teoría). Para su realización, no se permitirá la utilización de ningún tipo de documentación a excepción de la suministrada en el examen. Se valorará que las respuestas estén expresadas de forma clara y sencilla, la argumentación sea correcta y el contenido técnico sea correcto.

El examen representará un 50% de la nota final. Se exigirá una nota mínima de 5 sobre 10 para realizar el promedio con el resto de las pruebas realizadas.

Actividad 2. Examen escrito de prácticas

El estudiante deberá realizar un examen de prácticas. Para su realización no se permitirá la utilización de ningún tipo de documentación a excepción de la suministrada en el examen. Se valorará que: las respuestas estén expresadas de forma clara y sencilla, la argumentación sea correcta y los resultados sean correctos y estén expresados de forma concisa.

Este examen (30% de la nota final) estará compuesto de dos partes:

- Parte correspondiente a las prácticas de laboratorio: incluirá cuestiones cortas relativas a las sesiones prácticas de laboratorio desarrolladas a lo largo del semestre (ver programa de prácticas). Esta parte supondrá un 25% de la nota final.
- Parte correspondiente a los seminarios: incluirá cuestiones y problemas relativos a la materia que ha sido tratada en

los seminarios a lo largo del semestre. Esta parte supondrá un 5% de la nota final. Esta actividad estará aprobada si la nota correspondiente a cada una de las partes es superior a 5.

**ATENCIÓN:** Existe la posibilidad de realizar la evaluación de la Actividad 2, antes de la fecha de la prueba global de la evaluación, habiendo asistido a todas las sesiones prácticas. Esta opción es totalmente recomendada por el profesorado de la asignatura. Es En ese caso, la evaluación estará compuesta por:

- Prácticas de laboratorio

Se realizarán 7 sesiones prácticas (ver actividades de aprendizaje programadas), de las cuales 5 se desarrollarán en el laboratorio, 1 en las salas de ordenadores, y la última estará dedicada a la presentación y defensa del Trabajo Práctico Integral.

Previamente al desarrollo de cada sesión práctica se suministrará al estudiante un guión de las prácticas con toda la información relativa a la materia que será tratada en cada sesión práctica, posibilitando su análisis y estudio previo.

Los primeros minutos de cada sesión serán utilizados para que el estudiante demuestre que conoce la temática que va a ser desarrollada y que plantee sus dudas en relación a metodologías y procedimientos.

Posteriormente, a lo largo del desarrollo de la sesión se llevará a cabo el seguimiento de la labor del estudiante, valorándose el grado de implicación en el desarrollo de la práctica (la manipulación de equipos y reactivos, la limpieza, el cumplimiento de las normas básicas de seguridad), la metodología, los resultados obtenidos y su interpretación, y las respuestas a las cuestiones planteadas en los guiones. Al término de la sesión, el estudiante deberá preparar un pequeño informe en el que muestre los principales resultados y conclusiones obtenidas a través de la realización de la práctica correspondiente.

La calificación de las prácticas de laboratorio constituirá el 25% de la nota final. Se exigirá una nota mínima de 5 sobre 10 para realizar el promedio con el resto de las pruebas realizadas.

- Seminarios:

A lo largo del curso se plantearán de manera secuencial, 2 casos prácticos de aplicación directa a lo tratado en clase de teoría. Planteado cada ejercicio, el estudiante realizará un pequeño informe por escrito de los resultados.

Estos trabajos individuales se evaluarán con un 5% de la nota final de la asignatura, siendo necesaria una nota mínima de 5 sobre 10 para realizar el promedio con el resto de pruebas.

Se valorará los aspectos formales de su presentación (estructura y organización,?), la claridad y sencillez en la expresión escrita y la adecuación del contenido y de las metodologías de resolución.

### Actividad 3. Trabajo Práctico Integral

Al principio del semestre se planteará un único trabajo (Trabajo Práctico Integral) que deberá ser realizado en grupos de 4 personas a lo largo del curso. Excepcionalmente, en casos en que justificadamente no sea posible la realización del trabajo en grupo, este trabajo tendrá carácter individual.

Este trabajo relacionado con la planificación de una estrategia global de control de la contaminación de aguas en una actividad industrial, acreditará el logro de los resultados del aprendizaje (1-5) de manera integral.

Planteado el trabajo, los estudiantes dispondrán del resto del semestre para su realización y será tutorizado a lo largo del mismo. Al finalizar el semestre, los estudiantes llevarán a cabo una presentación pública de unos 15 minutos y su posterior defensa. Se valorará el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos, el procedimiento desarrollado, la claridad de la exposición y el dominio de la materia demostrado durante su defensa.

Este trabajo en grupo se evaluará con un 20% de la nota final de la asignatura, siendo necesaria una nota mínima de 5 sobre 10 para realizar el promedio con el resto de actividades de la asignatura.

**ATENCIÓN:** Existe la posibilidad de realizar la evaluación del Trabajo Práctico Integral antes de la fecha de la prueba global de la evaluación, en concreto, en la última sesión de clases prácticas (ver planificación y calendario). Esta opción es recomendada por el profesorado de la asignatura.

Si las actividades 2 y/o 3 son aprobadas en la primera convocatoria de evaluación pero la asignatura resulta suspendida, siempre que el alumno lo desee, se guardarán las notas correspondientes a estas actividades para la segunda convocatoria del mismo curso académico.

### Resumen Evaluación

El sistema mediante el que el estudiante es evaluado en esta asignatura es el de *Evaluación Global*, consistente en: Examen escrito de teoría, examen escrito de prácticas y trabajo práctico integral.

La calificación final sobre 10 (teniendo en cuenta las restricciones especificadas anteriormente), será la obtenida aplicando la siguiente fórmula:

Calificación Final = 50% nota examen teoría+ 30% nota examen prácticas + 20% nota trabajo  
Donde nota examen prácticas (30%) = nota parte laboratorio (25%) + nota parte seminarios (5%)

**ATENCIÓN:** Si se asiste a las sesiones prácticas (laboratorio y seminarios) y el alumno lo desea, la calificación final será:

Calificación Final = 50% nota examen teoría+ 30% nota prácticas + 20% nota trabajo  
Donde, nota prácticas (30%) = nota informes laboratorio (25%) + nota informes seminarios (5%)

Según las especificaciones anteriores, para aprobar la asignatura será necesario que:

Calificación final ? 5

Nota examen teoría ? 5

Nota examen prácticas (parte laboratorio) ó nota informes laboratorio ? 5

Nota examen práctica (parte seminarios) ó nota informes seminarios ? 5

Nota trabajo ? 5

Si la calificación final es ? 5 pero alguna de las notas de las distintas actividades de evaluación no, la asignatura resultará suspensa y la calificación en acta será un "4.0 suspenso".

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

La asignatura es de carácter teórico-práctico. El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en la inmersión del alumno en materia de contaminación ambiental, de forma que le permita adquirir los hábitos y conocimientos necesarios para la planificación y desarrollo de una estrategia de control de la contaminación del agua, desde un punto de vista técnico.

A lo largo de toda la asignatura se desarrollarán actividades de aprendizaje relacionadas con los ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y 12 (Producción y consumo responsables).

### 4.2. Actividades de aprendizaje

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**Clases teoría: 30 horas**

La asignatura se organiza en dos bloques temáticos:

- B1. Introducción a la calidad y contaminación de aguas.
- B2. Tecnologías de tratamientos de aguas.

**Clases prácticas de laboratorio y seguimiento y presentación del Trabajo Práctico Integral: 20 horas**

**SEMINARIOS (5 horas)**

**VISITAS A INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS (5 horas)**

**TRABAJO NO PRESENCIAL DEL ESTUDIANTE (86 horas)**

**EVALUACIÓN (4 horas)**

**TUTORÍAS**

### 4.3. Programa

#### Programa de Teoría

#### **B1. INTRODUCCIÓN A LA CALIDAD Y CONTAMINACIÓN DE AGUAS**

1. Conceptos generales sobre calidad y contaminación de las aguas.
2. Contaminantes de las aguas. Tipos de contaminantes. Origen y efectos de los contaminantes. Principales sectores contaminantes. Caracterización de la contaminación presente en aguas residuales y naturales. Parámetros físico-químicos e indicadores biológicos.
3. Evolución de los contaminantes en el medio receptor
4. Legislación básica en materia de aguas. Normas de calidad.

#### **B2.- TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS**

1. Conceptos generales sobre tecnologías de tratamiento de aguas. Clasificación de tratamientos. Instalaciones de tratamiento de aguas: depuración, potabilización y regeneración.
2. Cámaras de homogeneización
3. Técnicas de eliminación de sólidos gruesos, sólidos sedimentables y grasas. Desbaste, desarenado, desengrasado.
4. Técnicas de eliminación de materia en suspensión y coloidal. Coagulación, floculación, decantación, flotación, filtración.
5. Técnicas de eliminación de materia biodegradable. Tratamientos biológicos en fase dispersa y fase fija.
6. Tecnologías de tratamiento de fangos
7. Técnicas de eliminación de materia no biodegradable. Eliminación de sustancias peligrosas:

neutralización, adsorción, oxidación, reducción, stripping.

8. Tratamientos de aguas con resinas y procesos de membrana: Ósmosis Inversa, Nanofiltración, Ultrafiltración, Microfiltración, Electrodialisis.

9. Tratamientos de desinfección: cloración, ozonización, luz UV.

10. Tecnologías de bajo coste.

## Programa de Prácticas

P1. Caracterización de aguas residuales y aguas depuradas mediante parámetros indicadores.

P2. Seguimiento del Trabajo Práctico Integral

P3. Potabilización de aguas naturales.

P4. Evaluación de la contaminación orgánica presente en aguas residuales domésticas: determinación de la DQO, DBO5 y COT.

P5. Tratamiento de depuración de una industria de cromados: eliminación de cromo mediante coagulación-floculación.

P6. Eliminación de contaminantes en aguas mediante procesos de oxidación avanzada

P7. Presentación y defensa del Trabajo Práctico Integral.

### 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

#### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

La asignatura se estructura en 2 bloques temáticos diferenciados (ver programa y planificación). Se ha programado la realización de un ?Trabajo Práctico Integral? que el estudiante debe ir realizando a lo largo del curso siguiendo las pautas marcadas al inicio del semestre y tutorizado a lo largo del mismo. Al finalizar el semestre el estudiante llevará a cabo su exposición y defensa necesaria para su evaluación.

Así mismo a lo largo del curso se plantearán de manera secuencial dos casos prácticos (seminarios), se desarrollarán sesiones prácticas de laboratorio y se realizará una visita a dos instalaciones.

En la fecha prevista en el calendario académico, se realizará una prueba de evaluación escrita.

### 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

**BB** Calidad y tratamiento del agua : manual de suministros de agua comunitaria / American Water Works Association. Madrid [etc.] : McGraw Hill, D.L. 2002

**BB** Ingeniería de aguas residuales : tratamiento, vertido y reutilización / Metcalf and Eddy ; revisado por George Tchobanoglous, Franklin L. Burton ; traducción y revisión técnica, Juan de Dios Trillo Montsoriu, Ian Trillo Fox ; prólogo de Angel Cajigas. 3a. ed., [reimpr.]. Madrid [etc.] : McGraw-Hill, D.L. 2000

**BB** Marín Galvín, R. Físicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: tratamiento y control de calidad de aguas. Madrid : Díaz de Santos, 2020

**BB** Nemerow, Nelson Leonard. Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos / Nelson Leonard Nemerow, Avijit Dasgupta Madrid : Diaz de Santos, D.L. 1998

**BB** Ronzano Llodra, E. Tratamiento biológico de las aguas residuales. Madrid : Díaz de Santos, 2002

**BC** Marín Galvín, R. Procesos físicoquímicos en depuración de aguas: teoría, práctica y problemas resueltos. Madrid : Díaz de Santos, 2014

**BC** Marín Galvín, R. Tratamiento y depuración industrial de aguas. Madrid : Díaz de Santos, 2014

**BC** Rodríguez Vidal, F.J. Procesos de potabilización del agua e influencia del tratamiento de ozonización. Madrid : Díaz de Santos, 2003

**BC**

Wiki. Ingeniería de aguas residuales. Wiki, 2007

La bibliografía actualizada de la asignatura se consulta a través de la página web:  
<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?id=10982>