



## Grado en Ciencias Ambientales 25224 - Contaminación de aguas

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 3, Semestre: 1, Créditos: 6.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Natividad Miguel Salcedo** nmiguel@unizar.es

- **Cristina Perez Bielsa**

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se recomienda haber cursado previamente las asignaturas Bases químicas del medio ambiente, Biología, Administración y legislación ambiental, Botánica y zoología, Bases de la ingeniería ambiental, Ecología I y II y Análisis instrumental en el medio ambiente.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se estructura en 2 bloques temáticos diferenciados (ver programación y calendario). 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 simulación en los correspondientes laboratorios y salas de ordenadores y se realizará una visita a instalaciones.

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

---

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

**1:**

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

- 2:** 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.
- 3:** Está capacitado para planificar una estrategia de prevención y control de la contaminación del agua en casos específicos.
- 4:** Es capaz de diseñar un sistema de tratamiento de depuración de aguas residuales urbanas e industriales, mediante la selección y dimensionamiento de las unidades de proceso que lo integran.
- 5:** 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.

## **Introducción**

### **Breve presentación de la asignatura**

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.

---

## **Contexto y competencias**

### **Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales 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.

### **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

Desarrollar habilidades de carácter transversal que demuestren que se han adquirido las competencias anteriores, como:

- Capacidad de análisis y síntesis
- Comunicación oral y escrita
- Habilidades de gestión de la información
- Sensibilidad medioambiental
- Motivación por la calidad
- Capacidad de aprendizaje autónomo y autoevaluación
- Compromiso ético
- Trabajo en equipo
- Capacidad de adaptación a nuevas situaciones
- Capacidad de toma de decisiones consecuente
- Habilidades de compromiso personal y ético

### **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Diagnosticar la calidad que presenta un agua para un uso determinado y realizar determinaciones de los principales parámetros característicos de la calidad del agua.
- 2:** Caracterizar la contaminación presente en aguas naturales y residuales, tanto de origen urbano como industrial o agrícola.
- 3:** Planificar una estrategia de control de la contaminación de aguas realizando propuestas de actuación para la minimización y remediación de la contaminación ambiental.
- 4:** Realizar un diseño básico de un sistema de potabilización de aguas para consumo humano, de depuración de efluentes contaminados y de regeneración de aguas de salida de depuradoras para su posterior reutilización.
- 5:** Comunicar con claridad, tanto en presentaciones o documentación escrita, todos los aspectos relacionados con la estrategia de control de la contaminación planificada o ejecutada.
- 6:** Desarrollar habilidades de carácter transversal que demuestren que se han adquirido las competencias anteriores, como:
  - Capacidad de análisis y síntesis
  - Comunicación oral y escrita
  - Habilidades de gestión de la información
  - Sensibilidad medioambiental
  - Motivación por la calidad
  - Capacidad de aprendizaje autónomo y autoevaluación
  - Compromiso ético
  - Trabajo en equipo
  - Capacidad de adaptación a nuevas situaciones
  - Capacidad de toma de decisiones consecuente
  - Habilidades de compromiso personal y ético

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

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.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

**1:** Esta asignatura será evaluada mediante una PRUEBA GLOBAL.

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 (10-15) 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 45% de la nota final. Se exigirá una nota mínima de 4.5 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 (35% 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 10% de la nota final.

Esta actividad estará aprobada si la nota correspondiente a cada una de las partes es superior a 5.

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 ese caso, la evaluación estará compuesta por:

- Prácticas de laboratorio: Se realizarán 7 sesiones prácticas (ver actividades de aprendizaje programadas), de las cuales 4 se desarrollarán en el laboratorio, 2 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.

Las clases prácticas representarán un 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.

Aprobadas las prácticas, su nota se conservará durante 2 cursos académicos sucesivos.

- 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 10% 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 entregarán una memoria escrita y 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.

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.

---

## **Actividades y recursos**

---

### **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.

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

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

**1: PROGRAMA DE TEORÍA (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.

**2: PROGRAMA DE PRÁCTICAS (Clases prácticas de laboratorio y simulación y presentación del Trabajo Práctico Integral: 20 horas)**

**3: SEMINARIOS (5 horas)**

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

**5: TRABAJO NO PRESENCIAL DEL ESTUDIANTE (84 horas)**

**6: EVALUACIÓN (6 horas)**

**7: TUTORÍAS**

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

SEMANA	TEORÍA	PRÁCTICAS	SEMINARIOS	VISITA
1 (16-20 sept)	BLOQUE 1			
2 (23-27 sept)	BLOQUE 1			
3 (30 sept - 4 oct)	BLOQUE 1	PRÁCTICA 1		
4 (7-11 oct)	BLOQUE 1			
5 (14-18 oct)	BLOQUE 1	PRÁCTICA 2		
6 (21-25 oct)	BLOQUE 1		SEMINARIO 1	
7 (28 oct - 1 nov)	BLOQUE 2	PRÁCTICA 3		
8 (4-8 nov)	BLOQUE 2		SEMINARIO 2	
9 (11-15 nov)	BLOQUE 2	PRÁCTICA 4		
10 (18-22 nov)	BLOQUE 2			VISITA
11 (25-29 nov)	BLOQUE 2	PRÁCTICA 5		
12 (2-6 dic)	BLOQUE 2			
13 (9-13 dic)	BLOQUE 2	PRÁCTICA 6		
14 (16-20 dic)	BLOQUE 2	PRÁCTICA 7		
15	-	-	-	-
16	-	-	-	-
17 (8-10 enero)	BLOQUE 2			
18 (13-15 enero)	BLOQUE 2			

## **Programa de Teoría**

### **Programa de teoría**

#### **Clases de teoría (30 horas)**

##### **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
3. Caracterización de la contaminación presente en aguas residuales y naturales. Parámetros físico-químicos e indicadores biológicos.
4. Medidas preventivas aplicables al control de la contaminación. Mejores técnicas disponibles (MTDs)
5. Evolución de los contaminantes en el medio receptor
6. 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
2. Instalaciones de tratamiento de aguas: depuración, potabilización y regeneración.
3. Cámaras de homogeneización
4. Técnicas de eliminación de sólidos gruesos, sólidos sedimentables y grasas. Desbaste, desarenado, desengrasado.
5. Técnicas de eliminación de materia en suspensión y coloidal. Coagulación, floculación, decantación, flotación, filtración.
6. Técnicas de eliminación de materia biodegradable. Tratamientos biológicos en fase dispersa y fase fija.
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**

### **Programa de prácticas**

#### **Clases prácticas de laboratorio y simulación**

#### **Clases prácticas de laboratorio y simulación**

- P1. Caracterización de aguas residuales y aguas depuradas mediante parámetros indicadores.
- P2. Potabilización de aguas naturales.

P3. Evaluación de la contaminación orgánica presente en aguas residuales domésticas: determinación de la DQO, DBO5 y COT.

P4. Tratamiento de depuración de una industria de cromados: eliminación de cromo mediante coagulación-floculación.

P5. Seguimiento del Trabajo Práctico Integral.

P6. Depuración de aguas residuales urbanas: Diseño y cálculo de instalaciones mediante herramientas informáticas. Tecnologías convencionales.

P7. Presentación y defensa del Trabajo Práctico Integral.

## **Bibliografía recomendada**

- Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización. Metcalf and Eddy. Revisado por George Tchobanoglous, Franklin L. Burton. 3ª. Ed. McGraw-Hill, 2000
- Calidad y tratamiento del agua: manual de suministros de agua comunitaria. American Water Works Association. McGraw Hill, 2002
- Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st ed. American Public Health Association. American Water Works Association. Water Environment Federation, 2005
- Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. Nelson N. Nemerow, Avijit Dasgupta. Diaz de Santos. 1998

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**

- Calidad y tratamiento del agua : manual de suministros de agua comunitaria / American Water Works Association Madrid [etc.] : McGraw Hill, D.L. 2002
- 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
- Nemerow, Nelson Leonard. Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos / Nelson Leonard Nemerow, Avijit Dasgupta Madrid : Diaz de Santos, D.L. 1998
- Standard methods for the examination of water and wastewater . - 21st ed Washington : American Public Health Association : American Water Works Association : Water Environment Federation, 2005