

| MÓDULO  | MATERIA                                  | CURSO   | SEMESTRE   | CRÉDITOS | TIPO     |
|---|--|---------|--|----------|----------|
| Complementos de formación   | Tecnologías para el Tratamiento del Agua | 3º ó 4º | 6º u 8º  | 6        | Optativa |
| PROFESORES <sup>(1)</sup>   |  |         | DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)  |          |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Antonio Pérez Muñoz:<br/>Parte I: Operaciones Unitarias para el tratamiento de aguas.</li> <li>Miguel Ángel Gómez Nieto:<br/>Parte II: Procesos y sistemas de tratamientos de aguas</li> </ul> |  |         | Antonio Pérez Muñoz<br>Dpto. Ingeniería Química, 2ª planta, Despacho 4, Facultad de Ciencias.<br>Correo electrónico: aperezm@ugr.es  |          |          |
|   |  |         | Miguel Ángel Gómez Nieto<br>Dpto. Ingeniería Civil, 4ª planta, ETSICCP. Despacho 88.<br>Fuentenueva s/n. Granada 18071<br>Tfno: 958246154, 958246153, Email: jpoyatos@ugr.es y mgomez@ugr.es |          |          |
|   |  |         | HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>  |          |          |
|   |  |         | <u>Antonio Pérez Muñoz</u><br>Miércoles de 11:00h a 13:00h<br>Miércoles de 17:00h a 19:00h<br>Viernes de 11:00h a 13:00h   |          |          |
|   |  |         | <u>Miguel Ángel Gómez Nieto</u><br>Lunes y Viernes:10:00- 13:00  |          |          |

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente  
 (∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))



|   |   |
|---|---|
| GRADO EN EL QUE SE IMPARTE  | OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR          |
| Grado en Ingeniería Química   | Grado en Ciencias Ambientales<br>Grado en Química |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Tener cursadas las asignaturas del módulo básico.</li> <li>Tener cursada la asignatura de Ingeniería Ambiental.</li> </ul>   |   |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)   |   |
| Caracterización física, química y biológica de las aguas. Normativa vigente. Operaciones unitarias para el tratamiento de aguas. Procesos y sistemas en el tratamiento de aguas. Sistemas de potabilización, desalación, depuración de aguas residuales urbanas e industriales. Sistemas de reutilización, instalaciones y tecnologías aplicables.  |   |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS  |   |
| <p>Generales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CG01 - Poseer y comprender los conocimientos fundamentales en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.</li> <li>CG02 - Saber aplicar los conocimientos de Ingeniería Química al mundo profesional, incluyendo la capacidad de resolución de cuestiones y problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico.</li> <li>CG03 - Adquirir la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes dentro del área de la Ingeniería Química, así como de extraer conclusiones y reflexionar críticamente sobre las mismas.</li> <li>CG04 - Saber transmitir de forma oral y escrita información, ideas, problemas y soluciones relacionados con la Ingeniería Química, a un público tanto especializado como no especializado.</li> <li>CG06 - Capacidad de organizar y planificar</li> <li>CG08 - Trabajo en equipo</li> <li>CG09 - Compromiso ético</li> <li>CG10 - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>CG11 - Iniciativa y espíritu emprendedor</li> <li>CG12 - Motivación por la calidad</li> <li>CG13 - Sensibilidad hacia temas medioambientales</li> </ul> <p>Básicas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de</li> </ul> |   |



estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

- 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
- CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
- CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

#### Específicas

- CE08 - Conocimientos de los principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos.
- CE09 - Conocimientos de los fundamentos de ciencia, tecnología y química de materiales. Comprender la relación entre la microestructura, la síntesis o procesado y las propiedades de los materiales.
- CE22 - Capacidad para el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos.  
CE24 - Capacidad para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada, para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte, y modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química, sistemas con flujo de fluidos, transmisión de calor, operaciones de transferencia de materia, cinética de las reacciones químicas y operación de reactores.

#### OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Al finalizar esta asignatura el alumno deberá:

- Conocerá los parámetros físico-químicos y biológicos utilizados para caracterizar la calidad de las aguas naturales.
- Será capaz de seleccionar el tratamiento o conjunto de tratamientos aplicables a un tipo de agua para adecuarla a un determinado uso.
- Conocerá la normativa vigente en cuestión de aguas de consumo, vertidos y reutilización.
- Será capaz de dimensionar una planta potabilizadora de aguas.



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

Página 3

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
grados.ugr.es

Firmado por: LAURA GARACH MORCILLO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 20/05/2019 16:25:54 Página: 3 / 7



rQp4iPE4fYJuQNcckX41X35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

- Será capaz de dimensionar una estación depuradora de aguas residuales urbanas o industriales, y diagnosticar su funcionamiento.
- Será capaz de dimensionar instalaciones de desalación de agua.
- Conocerá y manejará programas de modelización y diseño para instalaciones de tratamiento de aguas potables, aguas residuales (urbanas e industriales), reutilización de aguas y desalación de aguas.

#### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

##### TEMARIO TEÓRICO:

##### **Parte 1:** Operaciones Unitarias para el tratamiento de aguas.

- Tema 1. Introducción al tratamiento de aguas. Caracterización física, química y biológica de las aguas. Normativa vigente en materia de aguas. Clasificación de las operaciones unitarias para tratamiento de aguas.
- Tema 2. **Operaciones físicas.** Desbaste. Homogeneización. Sedimentación. Flotación. Deseccación de fangos. Filtración. Procesos de membrana.
- Tema 3. **Operaciones químicas.** Precipitación. Neutralización. Coagulación-floculación. Adsorción. Intercambio iónico. Desinfección. Procesos de oxidación directa y avanzada.
- Tema 4. **Operaciones biológicas de tratamiento.** Procesos biológicos de cultivo en suspensión. Procesos biológicos sobre soporte sólido. Digestión aerobia y anaerobia de fangos.

##### **Parte 2:** Procesos y sistemas de tratamientos de aguas.

##### **Bloque1:** Instalaciones y tecnologías aplicables en el tratamiento del agua potables.

Tema 5. Introducción a los sistemas de potabilización de aguas. Diagramas generales.

Tema 6. Potabilización con sistemas de membrana.

Tema 7. Principales problemas de calidad del agua en potabilización.

##### **Bloque 2:** Sistemas de desalación, instalaciones que lo componen y tecnologías aplicables:

Tema 8. Introducción a los sistemas de Desalación.

Tema 9. Pretratamientos en sistemas de desalación.

Tema 10. Desalación por sistemas de ósmosis inversa.



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

Página 4

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
grados.ugr.es

Firmado por: LAURA GARACH MORCILLO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 20/05/2019 16:25:54 Página: 4 / 7



rQp4iPE4fYJuQNcckX41X35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

**Bloque 3:** Instalaciones y tecnologías aplicables en el tratamiento del agua residual:

Tema 11. Introducción a los sistemas de depuración de aguas residuales.

Tema 12. Diseño y Modelización de procesos biológicos aplicados en depuración de aguas residuales.

Tema 13. Procesos avanzados en la depuración de agua.

**Bloque 4:** Sistemas de reutilización de aguas residuales, instalaciones que lo componen y tecnologías aplicables:

Tema 14. Introducción a los sistemas de reutilización de aguas residuales.

Tema 15. Tratamientos terciarios con tecnologías de membrana.

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

- Seminario I. Problemas de operaciones unitarias para el tratamiento de aguas
- Seminario II. Problemas de procesos y sistemas de tratamientos de aguas

Visita a instalaciones de potabilización y depuración de aguas

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Arboleda, J. Teoría y práctica de la purificación del agua. Mc Graw Hill. Santa Fé de Bogotá. 2000
- AWWA, Lyonnaise des Eaux, WRCSA. Tratamiento del agua por procesos de membrana, principios procesos y aplicaciones. Mc Graw Hill. Madrid. 1998
- Degremont, **Water treatment handbook, vol. 1 y 2**, Lavoissier Publishing, 1991
- Fariñas Iglesias, M. (1999) Ósmosis Inversa: Fundamentos, tecnología y Aplicaciones. Mc Graw Hill. Madrid.
- Henze, M. van Loosdrecht. M.C.M. Ekama, G.A. Brdjanovic, D. Biological Wastewater Treayment. Principles, Modelling and Desing. IWA Publishing. London.2008.
- Metclaf & Eddy, inc. **Ingeniería de aguas residuales : tratamiento, vertido y reutilización**, Mc Graw-Hill, 2000
- Ramalho, R.S., **Tratamiento de aguas residuales**, Reverté, 2003
- Ronzano, E. y Dapena, J.L., **Tratamiento biológico de las aguas residuales**, Díaz de Santos, 2002

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

Página 5

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
[grados.ugr.es](https://grados.ugr.es)

Firmado por: LAURA GARACH MORCILLO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 20/05/2019 16:25:54 Página: 5 / 7



rQp4iPE4fYJuQNcckX41X35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

- Beltran, F.J. **Ozone reaction kinetics for water and wastewater systems**, Lewis Publishers, 2003
- Doble, M., Kumar, A. **Biotreatment of Industrial Effluents**, Elsevier, 2005
- Gómez, M.A. y Hontoria, E. 2002 Técnicas Analíticas en el Control de la Ingeniería Ambiental. Ed. Universidad de Granada.
- Judd, S. and Jefferson, B. (Ed.) **Membranes for Industrial Wastewater Recovery and Re-use**, Elsevier, 2003
- Parsons, S. (Ed.) **Advanced oxidation processes for water and wastewater treatment**, IWA Publishing, 2004
- Snape, J.B. **Dynamics of environmental bioprocesses: modelling and simulation**, VCH, 1995
- Veza, José Miguel (2002) Introducción a la desalación de aguas. Editor/impresor Las Palmas de Gran Canaria: Universidad de Las Palmas de Gran Canarias.
- White, G.C. Handbook of chlorination and alternative disinfectants. Wiley Inter-Science. New York. 1999.

#### ENLACES RECOMENDADOS

#### METODOLOGÍA DOCENTE

La asignatura se articulará en torno a cuatro actividades formativas diferentes: sesiones de teoría (lección magistral), seminarios para resolución de casos prácticos, prácticas de laboratorio y visitas a instalaciones para el tratamiento de aguas.

- Clases teóricas: se ofrecerá una visión global del tema tratado y se incidirá en aquellos conceptos clave para la comprensión del mismo. Asimismo, se indicarán aquellos recursos más recomendables para la preparación posterior del tema en profundidad.
- Seminarios para resolución de casos prácticos: En ellos se desarrollarán modelos matemáticos para la evaluación cuantitativa y el dimensionamiento de diferentes operaciones de gran importancia práctica en el tratamiento de aguas.

| Actividad formativa                           | Horas | Presencialidad (%) |
|---|-------|--------------------|
| AF1 – Lección magistral                       | 30    | 100                |
| AF2 - Prácticas                               | 30    | 100                |
| AF4 –Actividades no presenciales individuales | 88    | 0                  |
| AF6 – Tutorías académicas                     | 2     | 100                |



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

Página 6

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
[grados.ugr.es](http://grados.ugr.es)

Firmado por: LAURA GARACH MORCILLO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 20/05/2019 16:25:54 Página: 6 / 7



rQp4iPE4fYJuQNcckX4IX35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

**EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

Un 60% de la nota global se obtendrá a partir de la evaluación de los conocimientos adquiridos, por medio de la realización de una prueba final, que constará de problemas numéricos y preguntas breves de tipo teórico-práctico. Se pretende evaluar, mediante este examen escrito, la adquisición por parte del alumno de las competencias específicas marcadas para la asignatura y las básicas y generales CG01, CG04, CB01, CB02, CB03, CB04.

El 40% adicional se obtendrá a partir de actividades:

Resolución en clase de los problemas propuestos por el profesor a lo largo del curso. Durante la resolución de los problemas se evaluará el manejo de los conceptos expuestos así como la adquisición las competencias específicas y las básicas y generales CG01, CG04, CG06, CG08, CG10, CB01, CB02, CB03, CB04. (10%)

Elaboración de informes de los seminarios de la asignatura. Estos serán individuales y en grupos se evaluará la adquisición de las competencias siguientes, CG01, CG04, CG06, CG09, CG10, G12, G13, CB01, CB02, CB03, CB04. (20%)

Participación activa en clase, principalmente se evaluarán las competencias generales CG01, CG02, CG03, CG04, CG06, CG09, CG10, G12, G13.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: 100% NOTA DEL EXAMEN ESCRITO.

**DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"**

Las pruebas de la evaluación única final a la que el alumno se puede acoger en los casos indicados en la "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA (Aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de mayo de 2013)" constará de un examen escrito que representará el 100 % de la nota final.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**



**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**

Página 7

**INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR**  
[grados.ugr.es](http://grados.ugr.es)

Firmado por: LAURA GARACH MORCILLO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 20/05/2019 16:25:54 Página: 7 / 7



rQp4iPE4fYJuQNcckX4lX35CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.