

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 03/07/2025

Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (M96/56/1/13)

Máster

Máster Universitario en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua (Idea)

MÓDULO

Módulo de Tecnologías del Agua

RAMA

Ciencias

CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO

Escuela Internacional de Posgrado

Semestre

Segundo

Créditos

3

Tipo

Optativa

Tipo de enseñanza

Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

En el caso de utilizar herramientas de IA para el desarrollo de la asignatura, el estudiante debe adoptar un uso ético y responsable de las mismas. Se deben seguir las recomendaciones contenidas en el documento de "Recomendaciones para el uso de la inteligencia artificial en la UGR" publicado en esta ubicación:

<https://ceprud.ugr.es/formacion-tic/inteligencia-artificial/recomendaciones-ia#contenido>

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Tanto la Ley de prevención y control integrados de la contaminación como la Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental reflejan la necesidad de aplicar las mejores técnicas disponibles para proteger entre otros la calidad del medio hídrico en base a los objetivos medioambientales establecidos, velando así por el buen estado de las aguas. Son muchas las actividades industriales generadoras de contaminantes tales como materia orgánica, sustancias que contribuyen a la eutrofización, metales pesados o xenobióticos que son causa de un importante deterioro de la calidad de las aguas naturales. Es por ello importante conocer dichas actividades, así como los contaminantes generados y su concentración, con el objeto de aplicar técnicas de prevención de la contaminación.

Dentro de este marco es importante conocer y aplicar la normativa vigente, así como conocer las diferentes tecnologías útiles para el tratamiento de las aguas residuales industriales. Dentro de estas destacan por su aplicación más extendida los procesos biológicos de digestión anaeróbica



destinados al tratamiento de aguas residuales con alta carga orgánica, especialmente a vertidos procedentes de sectores como las industrias agroalimentarias y explotaciones ganaderas, industria del papel y cartón o industrias de gestión de residuos no peligrosos.

La industria minera, las de transformación de metales o algunas industrias químicas, generan entre otros metales pesados, cuya principal vía de eliminación es la precipitación química o las tecnologías de membrana, a los que se les debe prestar especial atención.

Diferentes tipos de xenobióticos (Hidrocarburos, pesticidas, fármacos, disruptores endocrinos, etc.) son generados por industrias como las de tipo químico. Para su retirada de las aguas residuales que los contienen es preciso aplicar técnicas que van desde la extracción por diferentes métodos hasta su destrucción, donde juegan un importante papel las técnicas de oxidación avanzada.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacidad para la realización de estudios multidisciplinares para la solución de problemas complejos y para la ejecución de programas de investigación detallados en el ámbito de la calidad del agua sobre la base de conocimientos, técnicas y herramientas avanzadas y el método científico
- CG02 - Capacidad para liderar y ejecutar proyectos de investigación, informes técnicos y convenios de colaboración en materia de caracterización del estado ecológico, estado químico y grado de contaminación y evaluación de la calidad de las distintas masas de agua definidas en la Directiva Marco (sistemas lóticos, sistemas lénticos, aguas de transición y costeras, aguas subterráneas) y desde un punto de vista interdisciplinar e integrado.
- CG03 - Capacidad para sintetizar, elaborar, analizar y presentar conclusiones y resultados a nivel de informe profesional y/o científico, y en forma oral o escrita, en el ámbito de la evaluación, tratamiento y predicción de la calidad del agua teniendo en cuenta la valoración ambiental y socioeconómica de los mismos.



- CG04 - Capacidad para identificar, definir y formular problemas de interés científico y técnico en el ámbito del diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.
- CG05 - Capacidad para elaborar propuestas competitivas a nivel nacional e internacional que puedan derivar en proyectos técnicos o de investigación financiados en el ámbito del diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE08 - Conocimiento de la múltiple normativa vigente sobre la calidad del agua y el estado ecológico de las masas de agua, y capacidad de aplicarla con una perspectiva holista, integrada y transversal.
- CE09 - Capacidad para valorar los servicios ecosistémicos asociados a las masas de agua.
- CE11 - Capacidad para valorar el coste socio-económico derivado de la alteración o pérdida de la calidad de las masas de agua y su estado ecológico, así como de las medidas de rehabilitación necesarias.
- CE13 - Capacidad para diseñar, implementar y explotar, de forma eficiente, técnicas y herramientas avanzadas para la caracterización, evaluación, tratamiento o predicción del estado ecológico y grado de contaminación de las masas de agua.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Motivación por la excelencia y responsabilidad en el trabajo sobre la base del compromiso ético con el mismo y el perfeccionamiento continuado de sus competencias a lo largo de la vida profesional.
- CT02 - Capacidad de organización y planificación.
- CT03 - Motivación por la calidad en el aprendizaje para obtener la capacitación de alto nivel que haga posible la resolución de problemas complejos a partir de metodologías científico- técnicas avanzadas.
- CT04 - Capacidad de liderazgo.
- CT05 - Capacidad creativa.
- CT06 - Capacidad de trabajo en equipo.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan



continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacidad para la realización de estudios multidisciplinares para la solución de problemas complejos y para la ejecución de programas de investigación detallados en el ámbito de la calidad del agua sobre la base de conocimientos, técnicas y herramientas avanzadas y el método científico
- CG02 - Capacidad para liderar y ejecutar proyectos de investigación, informes técnicos y convenios de colaboración en materia de caracterización del estado ecológico, estado químico y grado de contaminación y evaluación de la calidad de las distintas masas de agua definidas en la Directiva Marco (sistemas lóticos, sistemas lénticos, aguas de transición y costeras, aguas subterráneas) y desde un punto de vista interdisciplinar e integrado.
- CG03 - Capacidad para sintetizar, elaborar, analizar y presentar conclusiones y resultados a nivel de informe profesional y/o científico, y en forma oral o escrita, en el ámbito de la evaluación, tratamiento y predicción de la calidad del agua teniendo en cuenta la valoración ambiental y socioeconómica de los mismos.
- CG04 - Capacidad para identificar, definir y formular problemas de interés científico y técnico en el ámbito del diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.
- CG05 - Capacidad para elaborar propuestas competitivas a nivel nacional e internacional que puedan derivar en proyectos técnicos o de investigación financiados en el ámbito del diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE08 - Conocimiento de la múltiple normativa vigente sobre la calidad del agua y el estado ecológico de las masas de agua, y capacidad de aplicarla con una perspectiva holista, integrada y transversal.
- CE09 - Capacidad para valorar los servicios ecosistémicos asociados a las masas de agua.
- CE11 - Capacidad para valorar el coste socio-económico derivado de la alteración o pérdida de la calidad de las masas de agua y su estado ecológico, así como de las medidas de rehabilitación necesarias.
- CE13 - Capacidad para diseñar, implementar y explotar, de forma eficiente, técnicas y herramientas avanzadas para la caracterización, evaluación, tratamiento o predicción del estado ecológico y grado de contaminación de las masas de agua.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Motivación por la excelencia y responsabilidad en el trabajo sobre la base del compromiso ético con el mismo y el perfeccionamiento continuado de sus competencias a lo largo de la vida profesional.
- CT02 - Capacidad de organización y planificación.
- CT03 - Motivación por la calidad en el aprendizaje para obtener la capacitación de alto nivel que haga posible la resolución de problemas complejos a partir de metodologías científico- técnicas avanzadas.
- CT04 - Capacidad de liderazgo.
- CT05 - Capacidad creativa.
- CT06 - Capacidad de trabajo en equipo.



RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Conocer e identificar los principales vertidos industriales y aplicar la normativa correspondiente.
- Conocer, calcular, diseñar y aplicar las principales tecnologías de tratamiento de aguas residuales industriales.
- Realizar balances de materia a procesos de tratamiento de agua.
- Diseñar y controlar reactores biológicos mediante modelización.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

- **Tema 1.** Aspectos generales de la contaminación por aguas residuales industriales.
- **Tema 2.** Caracterización de vertidos procedentes de la actividad industrial.
- **Tema 3.** Procesos de digestión anaeróbica para aguas residuales con alta carga orgánica.
- **Tema 4.** Procesos físicos de separación: Flotación por aire disuelto
- **Tema 5.** Procesos de precipitación química aplicados a la eliminación de metales pesados
- **Tema 6.** Procesos de oxidación avanzada aplicados a la eliminación de xenobióticos.
- **Tema 7.** Aplicación de tecnologías de membrana al tratamiento de aguas residuales industriales.

PRÁCTICO

- **Actividad 1.** Salida para visita a instalaciones de tratamiento de aguas mediante tecnología de membrana u otros procesos aplicables al tratamiento de aguas residuales industriales.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- AWWARF, LE, WRCSA. Tratamiento del Agua por Procesos de Membrana. Mallevalle, J., Odendaal, P.E., Wiener, M.R. Eds. Mc Graw Hill, Madrid. 1998
- Béchaux, J. Manual Técnico del Agua 4ª ed. Degremont. 1979.
- De Lemos Chernicharo. Anaerobic reactor. IWA Publishing. London. 2007
- Henze, M. van Loosdrecht. M.C.M. Ekama, G.A. Brdjanovic, D. Biological Wastewater Treatment. Principles, Modelling and Desing. IWA Publishing. London.2008.
- Metclaf & Eddy, inc. Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización, Mc Graw-Hill, 2000.
- Nalco. Manual del agua, su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones. Mc Graw Hill Interamericana. México. 1993
- Woodard and Curran. Industrial waste treatment handbook. Elsevier. 2005.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- I.W.A. Anaerobic Digestion Model N°1 (ADM1). IWA Publishing. London. 2002
- Malina J.F. and Pohland, F.G. Design of anaerobic processes for treatment of industrial



- and municipal wastes. CRC Press. Boca Raton. 1992
- O.Tunay, I. Kabdasli, I. Arslan-Alaton, T. Olmez-Hauri. Chemical Oxidation Applications for Industrial Wastewater. IWA Publishing. London. 2010

ENLACES RECOMENDADOS

Toda la documentación en formato digital, mensajes y anuncios se gestionarán a través de la plataforma PRADO de la Universidad de Granada, <http://pradoposgrado.ugr.es> y/o Google App UGR (go.ugr.es)

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Método expositivo ¿ se exponen los contenidos de la asignatura de forma oral por parte de un profesor o profesora sin la participación activa del alumnado. Es un método para presentar sistemáticamente la mayor parte de los contenidos de un programa, introduciendo las ideas ordenadamente y ofreciendo el mayor número posible de ellas. Este método se podrá hacer a través de lecciones magistrales por parte del profesor, o mediante seminarios de expertos.
- MD02 Método de indagación. El propósito de este método es que el alumno elabore sus conocimientos y que induzca o deduzca reglas y aporte soluciones a problemas, ejemplos, ejercicios o casos prácticos aportados por el profesor. Esta metodología podrá plasmarse a través de: Actividades Prácticas (laboratorio, campo y ordenador), Visitas Técnicas, Búsqueda de Información, Resolución de Casos de Estudio, Resolución de Ejercicios, Discusiones y Coloquios
- MD03 Aprendizaje Autónomo. Su finalidad es desarrollar la capacidad de autoaprendizaje; formar a los estudiantes para que se responsabilicen de su trabajo y de la adquisición de sus propias competencias. Se podrá realizar a través de: Ejercicios, Trabajos Escritos, Presentaciones Orales, y Trabajos Prácticos individuales. Su objetivo es que los estudiantes aprendan a pensar y trabajar independientemente, lo que implica llegar a dominar una serie de capacidades para autodirigirse y organizar sus propios estudios.
- MD04 Aprendizaje Cooperativo. Su finalidad es el aprendizaje del alumno a través de la generación e intercambio de ideas y el análisis de diferentes puntos de vista mediante la colaboración de un grupo de estudiantes. Esta metodología se llevará a cabo a través de ejercicios en grupo, prácticas en grupo y presentaciones orales en grupo

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 18 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

La evaluación continua consistirá en:



- Asistencia y participación en actividades presenciales del máster: 15%
- Entrega de ejercicios prácticos, cuadernos de prácticas y trabajos individuales: 15%
- Entrega de ejercicios prácticos, cuadernos de prácticas y trabajos en grupo: 25%
- Exámenes individuales: 30 %
- Pruebas orales: 15 %

Podrán solicitar evaluación por incidencias, los estudiantes que no puedan concurrir a las pruebas finales de evaluación o a las programadas en la Guía Docente con fecha oficial, por alguna de las circunstancias recogidas en el artículo 9 de la Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada, siguiendo el procedimiento indicado en dicha normativa.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba.

La evaluación en convocatoria extraordinaria consistirá en un examen individual: 100 %

Podrán solicitar evaluación por incidencias, los estudiantes que no puedan concurrir a las pruebas finales de evaluación o a las programadas en la Guía Docente con fecha oficial, por alguna de las circunstancias recogidas en el artículo 9 de la Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada, siguiendo el procedimiento indicado en dicha normativa.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas, lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación única final consistirá en un examen individual: 100 %

INFORMACIÓN ADICIONAL

El material docente de la asignatura estará disponible en formato digital para su seguimiento y consulta de forma asíncrona a través de la plataforma PRADO de la Universidad de Granada, <http://pradoposgrado.ugr.es> en todos los escenarios.

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo





Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

