

Guía docente de la asignatura

## Modelado y Control de Biorreactores (M96/56/1/15)

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

**Máster**

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

**MÓDULO**

Módulo de Intensificación Científica

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Segundo

**Créditos**

3

**Tipo**

Optativa

**Tipo de enseñanza**

Presencial

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Haber cursado las materias incluidas en los módulos obligatorios del máster y el modulo 4

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, siguiendo las pautas del documento "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)

A partir de la década de los 90, se comenzó con la construcción masiva de estaciones depuradoras, el cumplimiento de la D271 así nos obligaba, de todas formas ya se habían construido los grandes núcleos, algunos en el plan director de los años 70.

El objetivo de la asignatura es ver la evolución historizada la ingeniería bioquímica aplicada al tratamiento de aguas, profundizando en los balances de materia aplicados a tratamiento de aguas residuales y cálculo de reactores bioquímicos tanto de mezcla perfecta como de flujo



piston.

Se aplicará para estos objetivos cinética microbiana para aplicarlos a ejemplos prácticas de diseño y explotación de plantas de aguas residuales urbanas y/o industriales.

## 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
- 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

- CE05 - Entender las ecuaciones diferenciales como herramientas que permiten describir y caracterizar la variabilidad espacial y temporal de variables físicas, químicas y biológicas relacionadas con el estado ecológico, la calidad y el tratamiento de las masas de agua y ser capaces de encontrar sus soluciones.
- CE07 - Capacidad de análisis e interpretación de los indicadores de calidad de las siguientes masas de agua: sistemas lóticos y redes, sistemas lénticos, aguas de transición



y costeras, aguas subterráneas).

- 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.
- 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.
- 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
- 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

- CE05 - Entender las ecuaciones diferenciales como herramientas que permiten describir y caracterizar la variabilidad espacial y temporal de variables físicas, químicas y biológicas relacionadas con el estado ecológico, la calidad y el tratamiento de las masas de agua y ser capaces de encontrar sus soluciones.
- CE07 - Capacidad de análisis e interpretación de los indicadores de calidad de las siguientes masas de agua: sistemas lóticos y redes, sistemas lénticos, aguas de transición y costeras, aguas subterráneas).
- 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.
- 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.
- CT05 - Capacidad creativa.
- CT06 - Capacidad de trabajo en equipo.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El estudiante sabrá/comprenderá:

1. Aplicar balances de materia a procesos de tratamiento de agua.
2. Identificar tipos de reactores mezcla perfecta y flujo pistón.
3. Diseñar y controlar reactores biológicos mediante modelización

El estudiante será capaz de:

1. Aplicar balances de materia a procesos de tratamiento de agua.
2. Identificar tipos de reactores mezcla perfecta y flujo pistón.
3. Diseñar y controlar reactores biológicos mediante modelización



## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

**Tema 1.** En esta primera sesión teórica se hablará de la evolución histórica de la ingeniería bioquímica y del concepto, a continuación centrándose en la aplicación que se le ha ido dando a la ingeniería bioquímica es su aplicación de aspectos medioambientales como pueden ser el tratamiento de aguas o de residuos.

**Tema 2.-** En esta segunda sesión teórica se profundizará en conocimientos previos del alumno dándole una visión general de los reactores químicos mediante procesos biológicos, diferenciando entre los reactores mezcla perfecta y los reactores flujo pistón, utilizándose ambos en tratamiento de aguas residuales.

**Tema 3.-** Una vez visto la el funcionamiento típico de reactores mezcla perfecta y pistón, mediante balances de materia, teniendo en cuenta la generación de microorganismos que conlleva un biorreactor, se procederá a introducir el diseño de un biorreactor.

**Tema 4.-** El último bloque se llevará a cabo una profundización de los conocimientos adquiridos por parte del alumnado realizándose unos ejemplos prácticos de diseño de biorreactores en tratamiento de aguas residuales

### PRÁCTICO

- Prácticas con ordenador de diseño y modelización de depuradoras.
- Prácticas con ordenador de diseño de hoja de cálculo de explotación de depuradora
- Prácticas con laboratorio/ordenador de obtención de constantes cinéticas a partir de datos experimentales de respirometría.
- Visita a Instalaciones de depuración reales (actividad multidisciplinar)

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Bitton, G. 2010. Wastewater microbiology. Wiley-Blackwell
- Degremont.1979. Manual Técnico del agua. Degremont. Bilbao.
- Hernández Muñoz, A. 2001. Depuración y desinfección de aguas residuales. 5ª ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Servicio de Publicaciones. Madrid.
- Judd. S. 2011. The MBR Book, 2nd Edition: Principles and Applications of Membrane Bioreactors for Water and Wastewater Treatment. Butterworth-Heinemann
- Metcalf, Eddy. 1995. Ingeniería de Aguas Residuales. Redes de alcantarillado y bombeo de aguas residuales. Mc. Graw-Hill. Madrid.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA



- Arboleda, J. Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. Mc Graw Hill. Santa Fé de Bogotá. 2000.
- Baruth, Water Treatment Plant Desing. Mc Graw Hill, New York. 2005
- Gray. Water technology and Introduction for Environmental Scientists and Engineers. Elsevier. 2005.
- Jiménez, B. and Asano, T. Water Reuse. IWA Publishing. London. 2008.
- Lin, S.D. Water and Wastewater Calculations Manual. Mc Graw Hill. New York. 2007.
- Parson and Jefferson. Introduction to Potable Water treatment processes. Blackwell Publishing, Oxford. 2006.
- Vesilind, P.A. Wastewater Treatment Plant Design. IWA Publishing. Alexandría. 2003.
- White, G.C. Handbook of Chlorination and Alternative Disifentants. Wiley Inter-Science. New York. 1999.
- 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
- Tchobanoglous, G., Ingeniería de aguas residuales: redes de alcantarillado y bombeo, Mc Graw-Hill, 1998.

## ENLACES RECOMENDADOS

- Open Access eBook Collection, IWA:

<http://www.iwapublishing.com/open-access-ebooks>

- Scopus,

[www.scopus.com](http://www.scopus.com)

## 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

- Evaluación continua mediante ejercicios, con el objeto de valorar la evolución del alumno y detectar carencias en el aprendizaje.
- Preparación y exposición de trabajos sobre dimensionamiento y problemas de explotación de depuradoras en los que se valorará la adquisición por parte del estudiante de las competencias y resultados de aprendizaje de la asignatura.
- Prueba final teórico-práctica donde el estudiante defenderá los cálculos realizados y el trabajo de explotación.

Porcentaje sobre la calificación final mediante evaluación continua:

- Asistencia y participación en actividades presenciales: 20 %
- Entrega de ejercicios individuales: 30%
- Examen individual: 20%
- Entrega de ejercicios en grupo: 30%

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

- 100% NOTA DEL EXAMEN TEÓRICO/PRÁCTICO

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

- 100% NOTA DEL EXAMEN TEÓRICO/PRÁCTICO

La evaluación única final constará de una prueba de evaluación de tipo teórico-práctica formada por una parte de preguntas tipo test, problemas numéricos y preguntas de tipo teórico-práctico. Se pretende evaluar la adquisición por parte del estudiante de las competencias generales ; Competencias transversales y Competencias específicas marcadas para la asignatura. La calificación obtenida representará el 100 % de la nota final.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

MEDIDAS PREVENTIVAS EN LOS LABORATORIOS DE PRÁCTICAS Y/O TALLERES:

En el siguiente enlace

(<https://ssp.ugr.es/informacion/noticias/medidas-preventivas-generales-laboratorios-talleres>)





se adjunta una guía dirigida a estudiantado y profesorado con información relativa a buenas prácticas para los laboratorios experimentales docentes. En dicha guía se proporciona la información relativa a los principales riesgos para la seguridad y la salud asociados a las prácticas docentes en laboratorios, así como las medidas preventivas necesarias para eliminar y/o minimizar dichos riesgos. También se informa sobre el procedimiento a seguir en caso de accidente y cómo proporcionar un primer auxilio.

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>).

