

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Tecnología Específica Hidrología	Tecnología del Medio Ambiente	3º	5º	6	Obligatoria
PROFESORES <sup>(1)</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miguel Ángel Gómez Nieto</li> <li>• José Manuel Poyatos Capilla</li> <li>• Francisco Rueda Valdivia</li> </ul>			Dpto. Ingeniería Civil, 4ª planta, Escuela de Caminos, Canales y Puertos. Despachos nº 88, 84(a) y 90. E-mail: <a href="mailto:mgomezn@ugr.es">mgomezn@ugr.es</a> , <a href="mailto:jpoyatos@ugr.es">jpoyatos@ugr.es</a> , <a href="mailto:fjrueda@ugr.es">fjrueda@ugr.es</a>		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>		
			Lunes y viernes, de 10:00 a 13:00 (Miguel Ángel Gómez Nieto) Lunes (9:00 a 11:00; 12:00 a 13:00) y Martes (9:00 a 11:00; 12:00 a 13:00) (José Manuel Poyatos Capilla) Miércoles de 8:30 a 14:30 (Francisco Rueda Valdivia)		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Civil					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener cursadas las asignaturas básicas y obligatorias relativas del módulo de Formación Básica y Formación Común					

<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/))



a la Rama Civil

Tener conocimientos adecuados sobre:

· Hidráulica.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Características físico-químicas del agua. Procesos físico-químicos que afectan a su calidad; Contaminación de las aguas naturales, procesos de transporte y mezcla en sistemas acuáticos naturales; transporte y transformación de contaminantes; Autodepuración, Eutrofización; modelización, software profesional. Legislación sobre calidad de aguas

#### COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

##### 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.

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.

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

##### Competencias Generales

CG01 - Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.

CG02 - Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en la construcción de una obra pública, y capacidad para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia en la construcción dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública.

CG03 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

CG05 - Capacidad para el mantenimiento y conservación de los recursos hidráulicos y energéticos, en su ámbito.

##### Competencias específicas

CH1 - Conocimiento y capacidad para proyectar y dimensionar obras e instalaciones hidráulicas, sistemas energéticos, aprovechamientos hidroeléctricos y planificación y gestión de recursos hidráulicos superficiales y subterráneos.

CH2 - Conocimiento y comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y los factores ambientales.



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

Página □

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
grados.ugr.es

Firmado por: LAURA GARACH MORCILLO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 19/06/2017 11:50:03 Página: 2 / 6



ZqadGyFxyMNL2IT5I8e0B35CKCJ3NmbA

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.

CH3 - Conocimiento de los proyectos de servicios urbanos relacionados con la distribución de agua y el saneamiento.

CH4 - Conocimiento y comprensión de los sistemas de abastecimiento y saneamiento, así como de su dimensionamiento, construcción y conservación.

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

- Conocer cuáles son los parámetros indicadores de la calidad del agua, y entender los procesos por los cuales la calidad del agua cambia en las masas de aguas naturales y artificiales.
- Desarrollar y aplicar modelos de simulación de calidad del agua en sistemas naturales, basándose en principios fundamentales de la termodinámica.
- Analizar de forma cuantitativa, y utilizando modelos matemáticos, la respuesta de los ecosistemas acuáticos a perturbaciones introducidas como consecuencia de la obra civil o en general la acción del hombre.
- Capacidad para utilizar modelos propios o comerciales, como herramientas de ayuda a la toma de decisiones en la gestión de los recursos hídricos, entendidos estos en su dimensión cualitativa

#### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

##### TEMARIO TEÓRICO (25 h)

###### Tema 1. Química del agua. (2h)

La molécula del agua: Composición química y propiedades. Reacciones químicas, balances de materia.

###### Tema 2. Reacciones ácido-base (2h)

Constantes de disociación y fuerza relativa de ácidos y bases. Ionización del agua y concepto de pH. Neutralización, concepto y aplicaciones. Disoluciones amortiguadoras: el sistema carbónico-carbonato en las aguas naturales.

###### Tema 3. Reacciones de óxido-reducción (2h)

Concepto de oxidación-reducción. Número de oxidación. Oxidantes, reductores y pares redox. Potenciales de electrodo. Predicción de reacciones redox. Ejemplos de reacciones redox en el ciclo del uso agua.

###### Tema 4. Reacciones de precipitación (2h)

Solubilidad y precipitación de sales. Producto de solubilidad. Efecto del ión común. Formación de iones complejos. Ejemplos de aplicación: Concepto del índice de saturación.

###### Tema 5. Contaminación del agua: concepto, causas y control (3h)

Características de las aguas naturales. Procesos de cambio de la composición del agua. Contaminación. Casos de estudio. Indicadores de contaminación. Modelos de contaminación: objetivos y clasificación. Control de la contaminación: legislación.

###### Tema 6. Cinética microbiana (2h)

Procesos heterotróficos, Procesos autotróficos. Factores limitantes del crecimiento. Modelos de primer orden aplicados al análisis de los procesos de crecimiento microbiano.

###### Tema 7. Modelos de sistemas mezcla perfecta (2h)

Balance de masas en un sistema de mezcla perfecta. Cargas contaminantes. Lavado, sedimentación y reacciones de transformación. Solución estacionaria de la ecuación de balance de masa. Solución general y particular de las ecuaciones dinámicas. Tiempos de respuesta.



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

Página □

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: 19/06/2017 11:50:03 Página: 3 / 6



ZqadGyFxyMNL2IT5I8e0B35CKCJ3NmbA

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.

### **Tema 8. Aplicación de modelos de mezcla perfecta: Eutrofización (2h)**

Concepto de eutrofización. Fuentes de nutrientes en masas de agua. Modelos funcionales de eutrofización basados en balances de fósforo en sistemas de mezcla perfecta. Papel del sedimento en la eutrofización.

### **Tema 9. Transferencia de masa entre fases sólida y líquida (2h)**

Ecuaciones de transferencia de masa entre fases sólida y líquida: adsorción e intercambio iónico. Isotherma de Langmuir. Coeficiente de partición.

### **Tema 10. Contaminantes prioritarios (1h)**

Segmentación física: sedimentos y columna de agua. Balance de sólidos y modelos en sistemas de mezcla perfecta. Aplicación al análisis de problemas de contaminación, con contaminantes prioritarios.

### **Tema 11. Transferencia de masa entre fases líquida y gas (1h)**

Ley de Henry. Ecuaciones de transferencia de gases. Constantes de transferencia de gases.

### **Tema 12. Contaminación orgánica en ríos (2h)**

Demanda bioquímica de oxígeno. Ecuaciones de Streeter-Phelps para fuentes puntuales y difusas de agua residual. Soluciones analíticas. Incorporación de los efectos de la anoxia.

### **Tema 13. Estratificación térmica (2h)**

Mezcla vertical y estratificación térmica en embalses. Consecuencias de la estratificación en la calidad del agua embalsada. Balances de energía en masas de agua. Formas de intercambio de calor a través de la superficie libre. Estimación de flujos de calor. Atenuación de la luz.

## **TEMARIO PRÁCTICO:**

### **Ejercicios de aplicación (8 h)**

- E1. Cálculos sobre dosificación de reactivos químicos (1h)
- E2. Cálculo de la capacidad de amortiguación en masas naturales de agua (1h)
- E3. Reacciones de oxidación química (1h)
- E4. Procesos de ablandamiento y neutralización (1h)
- E5. Modelos CSTR aplicados al análisis de la contaminación por nutrientes en lagos: casos de estudio (1h)
- E8. Dimensionado de sistemas de reoxigenación en ríos y embalses (1h)
- E7. Aplicación de las ecuaciones de Streeter-Phelps. Series de fuentes puntuales (1h)
- E6. Balances de calor en sistemas bien mezclados (1h)

### **Laboratorio y Prácticas de Ordenador (22 h)**

- Práctica 1. (Laboratorio) Ensayos de sedimentación (4h).
- Práctica 2. (Laboratorio) Coagulación-floculación (4h).
- Práctica 3. (Laboratorio) Caracterización de Aguas Residuales (4h)
- Práctica 4. Solución de modelos de reactores de mezcla perfecta con ordenador. Introducción a la programación y representación gráfica en matlab (2h).
- Práctica 5. Modelos de simulación acoplada de nutrientes y oxígeno en lagos y embalses (2h)
- Práctica 6. Modelos de contaminación. Contaminantes prioritarios. (2h)
- Práctica 7. Modelos de contaminación. Contaminantes orgánicos en ríos (2h).
- Práctica 8. Cinética microbiana en tanques de mezcla perfecta (2h).



**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**

Página □

**INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR**  
**grados.ugr.es**

Firmado por: LAURA GARACH MORCILLO    Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 19/06/2017 11:50:03    Página: 4 / 6



ZqadGyFxyMNL2IT5I8e0B35CKCJ3NmbA

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.

**Tutorías en grupo e individuales (2h)**

**Exámenes (3h)**

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Chapra, S.C. 1997. Surface water quality modelling. McGraw-Hill. Singapore.
- Kalf, J. 2002. Limnology. Prentice-Hall. New Jersey
- J. Morcillo & M. Fernández. 1984. Química. Anaya.
- MWH, 2005. Water Treatment: Principles and Design.

##### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Fischer, H. B., E. J. List, R. C. Koh, J. Imberger and N. H. Brooks. 1979. Mixing in Inland and Coastal Waters, Academic Press.
- Thomann R.V. and J. A. Mueller. 1987, Principles of surface water quality modelling and Control. Harper Collins Publishers
- Clark, M.M . 2009. Transport modelling for Environmental Engineers and Scientists. Wiley. Nueva York.

#### ENLACES RECOMENDADOS

#### METODOLOGÍA DOCENTE

##### Clases magistrales (presenciales)

Los tutores desarrollarán los fundamentos teóricos de la química del agua, el transporte reactivo y mostrarán las herramientas matemáticas existentes para la representación cuantitativa de los fenómenos de transporte y equilibrio químico.

##### Seminarios (presenciales).

Sobre aspectos avanzados de la calidad del agua en sistemas naturales

##### Clases prácticas y laboratorio de informática (presenciales)

Programación y utilización de modelos para entender el efecto de las variables de entorno sobre los procesos de transformación. Desarrollo de ejercicios y ejemplos de aplicación de los conceptos teóricos tratados en clase.

##### Casos prácticos (no presenciales)

Ejercicios de análisis de casos reales de estudio. Presentación de resultados mediante informes.

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

Instrumentos de evaluación continua

(1) Ejercicios asignados semanalmente en clase y desarrollados por los alumnos en grupos o de forma individual en



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

Página □

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
grados.ugr.es

Firmado por: LAURA GARACH MORCILLO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 19/06/2017 11:50:03 Página: 5 / 6



ZqadGyFxyMNL2IT5I8e0B35CKCJ3NmbA

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.

sus casas y en las que deberán aplicar los conceptos y herramientas estudiados en el curso de las sesiones presenciales,

(2) Informes asignados durante los laboratorios, en los que los alumnos describirán los resultados de su actividad con el ordenador durante las horas de práctica, y aplicarán las herramientas de cálculo utilizadas en el laboratorio para analizar casos prácticos ;

(3) Prueba final teórico-práctica en que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias adquiridas.

Porcentaje de la calificación final

Asistencia a actividades presenciales 5%

Prueba final 50%

Ejercicios asignados en clase 20%

Informes y casos prácticos asignados en laboratorios y clases de programación 25%

Criterios de evaluación

- La calificación en la prueba final deberá ser igual o superior a 5 sobre 10, para superar la asignatura.
- La realización presencial del 100 % de las prácticas de laboratorio será obligatoria.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: 100% NOTA DEL EXAMEN TEÓRICO-PRÁCTICO

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"

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 una prueba de evaluación de tipo teórico-práctica formada por problemas numéricos y preguntas breves. Se pretende evaluar la adquisición por parte del alumno de las competencias generales y específicas marcadas para la asignatura. La calificación obtenida representará el 100 % de la nota final.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Cumplimentar con el texto correspondiente en cada caso



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

Página

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
grados.ugr.es

Firmado por: LAURA GARACH MORCILLO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 19/06/2017 11:50:03 Página: 6 / 6



ZqadGyFxyMNL2IT5I8e0B35CKCJ3NmbA

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.