



MODULO 5

MODULO 5 - Guías Docentes Máster oficial en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua (IDEA)





Módulo 5: Técnicas computacionales para la Predicción de la calidad del agua (Predicción)

Objetivo del módulo

Capacitar al alumno para:

(1) explotar como usuario experto modelos computacionales y estadísticos avanzados para describir de forma cuantitativa la contaminación, el estado y la evolución de la calidad de las masas de agua en respuesta a acciones antrópicas y naturales; (2) explotar modelos computacionales comerciales avanzados en el ámbito de la predicción del estado ecológico de los sistemas acuáticos naturales y uso aplicado para el análisis de escenarios de gestión y restauración de su calidad; (3) explotar modelos computacionales comerciales avanzados para el diseño, optimización de técnicas de tratamiento, y predicción de su impacto en la calidad de las masas de agua.

Asignaturas obligatorias del módulo (12 ECTS):

M5.1. ANÁLISIS NUMÉRICO PARA LA PREDICCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA (3 ECTS)

- **M5.1.1. Análisis numérico para la predicción y tratamiento de la calidad del agua (3ECTS).**

M5.2. PREDICCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN (9 ECTS)

- **M5.2.1. Contaminación en masas de agua (5 ECTS)**
- **M5.2.2 Contaminación en interfases (4 ECTS)**

Responsables del módulo:

Elena Sánchez Badorrey (elenasb@ugr.es)

Francisco Rueda Valdivia (fjrueda@ugr.es)

Documentación y contacto con el profesorado del módulo:

A través de correo electrónico y de la plataforma PRADO (<http://prado.ugr.es/moodle/>).

Máster oficial en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua (IDEA)



Guías docentes de asignaturas del Modulo 5

Asignaturas del módulo (en negrita profesor responsable):

M5.1. ANÁLISIS NUMÉRICO PARA LA PREDICCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA (3 ECTS)

- M5.1.1. Análisis numérico para la predicción y tratamiento de la calidad del agua (3ECTS, Elena Sánchez-Badorrey)

M5.2. PREDICCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN (9 ECTS)

- M5.2.1. Contaminación en masas de agua (5 ECTS, Francisco Rueda Valdivia)
- M5.2.2 Contaminación en interfases (4 ECTS, Elena Sánchez-Badorrey)

Máster oficial en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua (IDEA)

M5.1.1. ANÁLISIS NUMÉRICO PARA LA PREDICCIÓN Y EL TRATAMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

Curso 2017-2018

(Fecha última actualización: 15/06/2017)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica Máster Universitario en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua: 15/06/2017)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
MODULO 5: TÉCNICAS COMPUTACIONALES APLICADAS A LA CALIDAD DEL AGUA	5.1. ANÁLISIS NUMÉRICO PARA LA PREDICCIÓN Y EL TRATAMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS	1º	2º	3	Optativa
PROFESORES ⁽¹⁾			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> ELENA SÁNCHEZ BADORREY ⁽¹⁾ 			(1) Dpto. M.E. e Ing. Hidráulica – Instituto del Agua, Universidad de Granada. Dirección: Instituto del Agua, Dpcho. 6. Correo electrónico: elenasb@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS		
			(1) Se puede consultar en el directorio de la UGR: http://directorio.ugr.es/		
MASTER EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS MASTERS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Máster en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua			Máster universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (UGR)		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener conocimientos adecuados sobre: <ul style="list-style-type: none"> Procesos físicos, químicos y biológicos en masas de agua Herramientas y técnicas cuantitativas para la calidad de las masas de agua 					

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente



BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MASTER)

Se proporcionará a los estudiantes los conceptos fundamentales para el uso con criterio y como experto de modelos matemáticos y numéricos comerciales para a la predicción de la calidad del agua en sistemas acuáticos naturales y artificiales recogidos en la Directiva Marco del Agua así como su tratamiento. Se describirán y aplicarán las técnicas fundamentales de análisis numérico necesarias para comprensión de dichos modelos, su validación, calibración y explotación profesional y/o científica.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Competencias básicas y generales: CB.6, CB.7, CB.8, CB.9, CB.10, CG.1, CG.2, CG.3, CG.4, CG.5.

Competencias transversales: CT.1; CT.2; CT.3; CT.5; CT.6.

Competencias específicas

CE.1 - Conocimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos significativos para la caracterización del estado ecológico de masas de agua.

CE.2 – Capacidad para comprender y describir de forma cuantitativa, utilizando herramientas matemáticas, informáticas y de tipo experimental, el movimiento del agua, entendido como factor determinante de la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en la hidrosfera.

CE.5. Entender las ecuaciones 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 ser capaz de encontrar sus soluciones.

CE.13. Capacidad para diseñar, implementar y explotar como usuario experto y de forma eficiente, técnicas y herramientas avanzadas para la caracterización, evaluación, tratamiento y predicción del estado ecológico y grado de contaminación de las masas de agua, así como diseño y optimización de tecnologías de tratamiento.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno será capaz de:

- Entender los principios del análisis numérico en los que se basan los modelos comerciales existentes en el ámbito de la calidad del agua.
- Entender las bases de la formulación e implementación numérica de ecuaciones de conservación y transporte reactivo que simulan el comportamiento de los contaminantes en masas de agua y el estado y evolución de su calidad en 1, 2 y 3 dimensiones.
- Comprender, formular y aplicar, con criterio, distintas metodologías numéricas para la resolución de ecuaciones en el ámbito de la predicción de la calidad del agua y su tratamiento.
- Evaluar y cuantificar la precisión y propiedades de los esquemas numéricos para la resolución de ecuaciones en el ámbito de la predicción y tratamiento de la calidad del agua, y el transporte y cinética de contaminantes.
- Entender y analizar críticamente resultados de modelos numéricos aplicados a la calidad y tratamiento del agua y la validez de los mismos.
- Resolver numéricamente e implementar ecuaciones de transporte reactivo multidimensionales en masas de agua subterránea, superficiales y en sistemas de tratamiento de aguas.
- Comprender, implementar y aplicar con criterio técnicas de calibración y asimilación de datos.
- Comprender e implementar las técnicas y formatos que permiten adaptar los resultados de modelos numéricos para su visualización e interpretación sobre la base de tecnologías de información geográfica.

TEMARIO DE TALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

Tema 1. Métodos numéricos en ecuaciones transporte: fundamentos matemáticos. Ecuaciones de conservación: formulación integral y diferencial, adimensionalización, aproximaciones clásicas de la mecánica de



fluidos, aproximaciones clásicas de la ecuación de transporte. Turbulencia. Términos fuente.

Tema 2. Métodos numéricos en ecuaciones de transporte: fundamentos numéricos. Tipología matemática de ecuaciones de transporte. Condiciones de contorno, condiciones de inicio. Conceptos fundamentales: discretización, estabilidad, convergencia y consistencia, difusión numérica, errores y normas. Técnicas de discretización espacial. Resolución de sistemas algebraicos. Discretización temporal. Fundamentos del método de diferencias finitas (DF), elementos finitos (MEF) y volúmenes finitos (VOF). Tipología y clasificación de esquemas numéricos. Ejemplos.

Tema 3. Métodos numéricos para problemas de transporte reactivo y leyes de conservación multidimensionales en medios porosos. Ecuaciones de gobierno y aproximaciones para medios saturados y no saturados. Resolución numérica con volúmenes finitos (VOF). Tratamiento numérico de términos no lineales, términos fuente y sumidero, fuentes de contaminación localizadas y difusas, esquemas numéricos. Ejemplos de aplicación.

Tema 3. Esquemas numéricos para problemas de transporte reactivo y leyes de conservación multidimensionales en flujos de superficie libre. Ecuaciones de gobierno de lámina libre. Aproximación de aguas someras. Resolución numérica con VOF. Modelos de turbulencia. Ejemplos de aplicación.

Tema 4. Técnicas y herramientas numéricas avanzadas. Estructura de modelos numéricos comerciales para ecuaciones de transporte. Técnicas de preproceso y posproceso. Técnicas de asimilación y calibración en problemas multiparamétricos. Visualización avanzada de modelos multidimensionales basadas en sistemas de información geográfica.

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

- Seminarios sobre técnicas y herramientas numéricas avanzadas. Cada alumno deberá entregar breve memoria resumen de: (1) contenido del seminario; (2) referencias recomendadas para la ampliación del tema basadas en búsqueda bibliográfica realizada por el alumno.

Prácticas de Ordenador

- Aplicación de técnicas matemáticas y numéricas para la formulación, resolución numérica, calibración y validación de problemas reales de flujo y transporte reactivo. Análisis crítico de resultados y comparación con modelos comerciales existentes. Se entregará memoria final de resultados y se hará exposición oral de principales resultados.

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

Kuzmin, D. (2010). A guide for numerical methods for transport equations. Ed. Friedrich -Alexander-Universität.

Logan, B.E. (2012) Environmental transport processes. 2nd Ed. Wiley.

Fischer, et al. (1979). Mixing in Inland and Coastal Waters, Ed. Academic Press.

Holzbecher, E. (2007) Environmental Modelling using Matlab. Ed. Springer

Lermusiaux, P.F.J, (2007). Adaptive Modeling, Adaptive Data Assimilation and Adaptive Sampling Special issue on "Mathematical Issues and Challenges in Data Assimilation for Geophysical Systems: Interdisciplinary Perspectives". C.K.R.T. Jones and K. Ide, Eds. Physica D, Vol 230, 172-196.

Hall, B. & Leaky, M. (2008): Open source approaches in spatial data handling: advances in geographic information science. Ed. Springer.

ENLACES RECOMENDADOS

Plataforma de docencia de la asignatura: <https://prado.ugr.es/moodle/>

METODOLOGÍA DOCENTE

- Lección magistral (Clases teóricas-expositivas)
- Actividades prácticas presenciales individuales y en grupo en el que el alumno pone en práctica los contenidos teóricos de la asignatura e incorpora el uso de herramientas cuantitativas.



- Actividades prácticas no presenciales, individuales y en grupo.
- Presentación de informes y presentación oral de actividades prácticas.
- Seminarios y talleres sobre temas específicos del temario.
- Evaluación múltiple y continua.
- Una o varias pruebas individuales y presenciales de evaluación de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por el alumno en la materia.
- Tutorías.

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

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

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 “MODIFICACIÓN DE LA NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA (Aprobada en Consejo de Gobierno de 26 de octubre de 2016)” 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.

- Prueba única escrita e individual sobre el contenido teórico de la asignatura (50%)
- Prueba única escrita e individual sobre el contenido práctico de la asignatura (50%)

INFORMACIÓN ADICIONAL



MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
MODULO 5: TÉCNICAS COMPUTACIONALES APLICADAS A LA CALIDAD DEL AGUA	5.2. PREDICCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	1	3T	5	Optativa
PROFESORES ⁽¹⁾			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> • María Feio • Francisco Rueda Valdivia 			Instituto Universitario del Agua, Despacho No. 17 Planta 2, (Dra. Feio) Dpto. Ingeniería Civil, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, Planta 4, Despacho 90 (Prof. Rueda) Correos electrónicos: mjf@ci.uc.pt y frueda@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			Todas las mañanas durante el período de su docencia o por correo electrónico (Dra. Feio) Miércoles, de 8.30 a 14.30 (Profesor Rueda)		
MASTER EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS MASTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Máster Oficial en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES					
Tener conocimientos adecuados sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Procesos físicos, químicos y biológicos en masas de agua • Herramientas y técnicas cuantitativas para la calidad de las masas de agua 					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MASTER)					
Se analizan y estudian procedimientos (balances de masa en elementos de control, análisis dimensional y análisis estadístico) para la construcción de modelos de predicción de calidad del agua, entendida esta en un sentido amplio.					

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

Se aplican los procedimientos al desarrollo de modelos de simulación y predicción de formas particulares de contaminación.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS (ver Guía General del Master)

Competencias básicas y generales: CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1, CG2, CG3, CG4, CG5

Competencias transversales: CT.1, CT.2, CT.3, CT.5, CT.6

Competencias específicas:

CE.1 - Conocimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos significativos para la caracterización del estado ecológico de masas de agua.

CE.2 - Capacidad para comprender y describir de forma cuantitativa, utilizando herramientas matemáticas, informáticas y de tipo experimental, el movimiento del agua, entendido como factor determinante de la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en la hidrosfera.

CE.4.- Capacidad para aplicar conceptos y herramientas estadísticas en el análisis de la información relacionada con la calidad del agua y el estado ecológico de las masas de agua.

CE.5. Entender las ecuaciones 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 ser capaz de encontrar sus soluciones.

CE.12. Capacidad para la caracterización espacio-temporal de las variables físicas, químicas y biológicas e indicadores bióticos y abióticos más significativos para la definición del estado ecológico de las masas de agua.

CE.13. Capacidad para diseñar, implementar y explotar como usuario experto y de forma eficiente, técnicas y herramientas avanzadas para la caracterización, evaluación, tratamiento y predicción del estado ecológico y grado de contaminación de las masas de agua, así como diseño y optimización de tecnologías de tratamiento.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

1. Conocimiento de las herramientas de modelación existentes. Reconocer las ventajas y limitaciones de cada una de ellas y decidir cuál es la mejor según el problema a resolver.
2. Capacidad para identificar los procesos físico-químicos y biológicos implicados en formas particulares de contaminación y las variables que determinan esos procesos y escalas de tiempo.
3. Desarrollar modelos basados en balances de masa y en sub-modelos de procesos específicos para el estudio de formas particulares de contaminación en masas de agua.
4. Identificar variables explicativas que determinan el potencial ecológico de un sistema natural.
5. Construir modelos empíricos de predicción del potencial ecológico, utilizando herramientas estadísticas de análisis multivariante aplicadas a bases de datos.
6. Estimar niveles de contaminación física, química y biológica mediante el uso de herramientas de análisis dimensional.
7. Utilizar los modelos como herramientas para analizar el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y entender los resultados de las acciones antrópicas y naturales sobre el estado y calidad de las masas de agua

TEMARIO DE TALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO

Tema 1. Técnicas de modelación. Objetivo de la modelación de la calidad del agua. Tipos de modelos. Técnicas aplicadas a la modelación de calidad del agua.

Tema 2. Balances de masa. Modos de transferencia y transformación de contaminantes. Contaminación convencional. Streeter-Phelps (fuentes puntuales y difusas). Procesos de consumo de oxígeno. Contaminación no convencional: metales pesados. Procesos y modelos. Desarrollo de modelos NPZ: Cinética microbiana, limitación



<p>por factores ambientales (nutrientes luz y temperatura) e interacciones tróficas.</p> <p>Tema 3. Modelos basados en herramientas de análisis dimensional. Estructura de plumas y chorros. Análisis dimensional aplicado al análisis de procesos de dispersión y mezcla en el entorno de plumas. Aplicación a la contaminación en el entorno de emisarios submarinos.</p> <p>Tema 4. Modelos empíricos de predicción de la calidad ecológica. Bases de datos. Variables explicativas. Análisis multi-variante aplicado a la clasificación de observaciones. Desarrollo del modelo MEDPACS.</p> <p>TEMARIO PRÁCTICO: Seminarios/Talleres</p> <p>- Todos los conceptos teóricos son aplicados a casos de estudio, en los que el alumno aplica sus habilidades de programación y análisis en entornos de cálculo e interpreta los resultados de los modelos.</p>
BIBLIOGRAFÍA
<p>BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fischer, et al. 1979. Mixing in Inland and Coastal Waters, Academic Press. - Clark M. M. Transport Modelling for Environmental Engineers and Scientists 2009. Second Edition. Wiley. - Holzbecher, E. Environmental Modelling using Matlab. 2007. Springer - MWH. Water Treatment: Principles and Design. Second Edition. 2005. - Chapra. 1990. Surface water quality modelling. - Wright, J. F., D. W. Sutcliffe & M. T. Furse (eds), 2000. Assessing the Biological Quality of Fresh Waters: RIVPACS and Other Techniques. Freshwater Biological Association, Ambleside. - Poquet, y otros 2009. The MEDiterranean Prediction and Classification System (MEDPACS): an implementation of the RIVPACS/AUSRIVAS predictive approach for assessing Mediterranean aquatic macroinvertebrate communities. Hydrobiologia 623:153–171.
ENLACES RECOMENDADOS
METODOLOGÍA DOCENTE
<ul style="list-style-type: none"> • Lecciones magistrales (12.5h) • Actividades Prácticas Presenciales (13.75h) • Seminarios (12.5h) • Talleres y coloquios (12.5 h) • Actividades no presenciales individuales o en grupo (60h) • Tutorías Académicas (6.25h) • Trabajo escrito (2.5h) • Pruebas para evaluación de conocimientos (3h) • Presentación oral (2.5h)
EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)
<ul style="list-style-type: none"> • Asistencia y participación en actividades presenciales del máster 15% • Exámenes individuales 30% • Entrega de ejercicios prácticos, cuadernos de prácticas y trabajos individuales, 15% • Entrega de ejercicios prácticos, cuadernos de prácticas y trabajos en grupo, 25% • Pruebas orales, 15%



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 “MODIFICACIÓN DE LA NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA (Aprobada en Consejo de Gobierno de 26 de octubre de 2016)” 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



M5.1.1. ANÁLISIS NUMÉRICO PARA LA PREDICCIÓN Y EL TRATAMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

Curso 2017-2018

(Fecha última actualización: 15/06/2017)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica Máster Universitario en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua: 15/06/2017)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
MODULO 5: TÉCNICAS COMPUTACIONALES APLICADAS A LA CALIDAD DEL AGUA	5.2. PREDICCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	1º	2º	3	Optativa
PROFESORES ⁽¹⁾			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> • ELENA SÁNCHEZ BADORREY ⁽¹⁾ • MARIA LUISA CALVACHE ⁽²⁾ • GEORG UMGIESSER ⁽³⁾ 			<p>(1) Dpto. M.E. e Ing. Hidráulica – Instituto del Agua, Universidad de Granada. Dirección: Instituto del Agua, Dpcho. 6. Correo electrónico: elenasb@ugr.es</p> <p>(2) Dpto. Geodinámica. Facultad de Ciencias. Avd. de Fuentenueva s/n. Correo electrónico: calvache@ugr.es</p> <p>(3) Profesor externo. Institute of Marine Science (National Research Council, Italy).</p>		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS		
			<p>(1) y (2) Se pueden consultar en el directorio de la UGR: http://directorio.ugr.es/</p> <p>(3) Profesor externo. Todas las tardes durante su periodo de docencia o por email.</p>		
MASTER EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS MASTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Máster en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua			Máster universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (UGR).		

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente



PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)

Tener conocimientos adecuados sobre:

- Procesos físicos, químicos y biológicos en masas de agua
- Herramientas y técnicas cuantitativas para la calidad de las masas de agua

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MASTER)

Se analizan y estudian procedimientos a través de balances de masa en elementos de control y métodos numéricos para la construcción de modelos de predicción de la dinámica de contaminantes en las interfases agua-aire y agua-sedimento entendidas en sentido amplio. Se aplican los procedimientos al desarrollo de modelos de simulación y predicción de formas particulares de contaminación y el análisis de su efecto sobre la calidad, estado químico y ecológico de las masas de agua.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Competencias básicas y generales: CB.6; CB.7; CB.8; CB.9; CB.10; CG.1; CG.2; CG.3; CG.4; CG.5.

Competencias transversales: CT.1; CT.2.; CT.3; CT.5; CT.6.

Competencias específicas:

CE.1 - Conocimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos significativos para la caracterización del estado ecológico de masas de agua.

CE.2 – Capacidad para comprender y describir de forma cuantitativa, utilizando herramientas matemáticas, informáticas y de tipo experimental, el movimiento del agua, entendido como factor determinante de la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en la hidrosfera.

CE.4.- Capacidad para aplicar conceptos y herramientas estadísticas en el análisis de la información relacionada con la calidad del agua y el estado ecológico de las masas de agua.

CE.5. Entender las ecuaciones 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 ser capaz de encontrar sus soluciones.

CE.13. Capacidad para diseñar, implementar y explotar como usuario experto y de forma eficiente, técnicas y herramientas avanzadas para la caracterización, evaluación, tratamiento y predicción del estado ecológico y grado de contaminación de las masas de agua, así como diseño y optimización de tecnologías de tratamiento.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno será capaz de:

- Utilizar modelos como herramientas para analizar el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y entender los resultados de las acciones antrópicas y naturales sobre el estado y calidad de las masas de agua.
- Desarrollar modelos basados en balances de masa y en sub-modelos de procesos específicos para el estudio de formas particulares de contaminación en interfases acuáticas.
- Estimar niveles de contaminación física, química y biológica a través de interfases acuáticas mediante el uso de herramientas de análisis dimensional.
- Comprender y describir matemáticamente los principales procesos de transferencia de masa y energía en las interfases agua-aire y agua-sedimento.
- Conocer las herramientas de modelación existentes y reconocer las ventajas y limitaciones de cada una de ellas para decidir cuál es la mejor según el problema a resolver.
- Identificar los procesos físico-químicos y biológicos implicados en formas particulares de contaminación en las interfases agua-sedimento, agua-aire y las variables que determinan los procesos y sus escalas de tiempo.
- Identificar los procesos hidrogeoquímicos implicados en formas particulares de contaminación en medios saturados, no saturados y su interfase, así como las variables que determinan dichos procesos y sus escalas



de tiempo.

- Desarrollar modelos basados en balances de masa y en sub-modelos de procesos específicos de cada interfase para el estudio de formas particulares de su contaminación.
- Estimar cualitativa y cuantitativamente la influencia de cada interfase en la calidad de las aguas, su estado químico y ecológico.
- Utilizar modelos como herramientas para analizar y evaluar el impacto de las acciones antrópicas y naturales sobre la evolución espacio-temporal de contaminantes físicos, químicos o biológicos entre cada interfase y el medio acuático, su impacto sobre el estado y evolución de la calidad de las masas de agua superficiales y subterráneas.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- **Tema 1.** Interfases en masas de agua. Fuentes de contaminación natural. Fuentes de contaminación no habituales: caracterización físico-química. Interacciones tróficas. Interfases artificiales. Acumulación, adsorción en interfases. Equilibrio.
- **Tema 2.** Procesos, agentes y escalas en interfase agua-aire. Capa límite superficial: descripción matemática y aproximaciones, modelos. Contaminación no convencional: hidrocarburos. Casos de estudio.
- **Tema 3.** Procesos, agentes y escalas en la interfase agua-sedimento. Capa límite de fondo: caracterización matemática y aproximaciones, modelos. Modelos de turbulencia. Modelado de resuspensión y bioturbación. Biogeoquímica de la capa límite bentónica en medios no cohesivos y cohesivos. Contaminación no convencional: metales pesados, sustancias químicas hidrofóbicas. Casos de estudio.
- **Tema 4.** Hidrodinámica y transporte en sistemas acuáticos someros. Descripción Euleriana y Lagrangiana. Modelos ecológicos en sistema someros Escalas de transporte. Casos de estudio.
- **Tema 5.** Hidrodinámica y transporte en medios porosos y acuíferos. Descripción matemática. Modelos de contaminación en aguas subterráneas. Zona saturada y no saturada. Contaminantes no convencionales. Trazadores y tiempos de residencia. Casos de estudio.

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

- Seminarios: (1) biogeoquímica y bioturbación en la interfase agua-sedimentos, (2) interfases artificiales para sistemas de tratamiento. Cada alumno deberá entregar breve memoria resumen de: (1) contenido del seminario; (2) referencias recomendadas para la ampliación del tema basadas en búsqueda bibliográfica realizada por el alumno.

Prácticas de Ordenador

- Modelación de acuíferos costeros: dinámica de frente salinos y transporte de contaminantes no convencionales. Análisis de influencia en la gestión de acuíferos.
- Modelación de transporte y tiempos de residencia en lagunas y marismas. Modelado de ecosistemas.

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

Boudreau & Jorgensen Ed. (2001): The benthic boundary layer. Ed. Oxford Press.

Clark M. M. (2009) Transport modelling for environmental engineers and scientists. 2nd Ed. Wiley.

Holzbecher, E. (2007) Environmental Modelling using Matlab. Ed. Springer

Lick, W. (2008): Sediment contaminant transport in surface waters. CRC Press, PP. 416.

Wang, A.F. and Anderson, M.P. (1995). Introduction to groundwater modeling. Academic Press (1995)

Cucco, A., Umgiesser, G., Ferrarin, C., Perilli, A., Melaku, C., Solidoro, C. (2009). Eulerian and lagrangian transport time scales of a tidal active coastal basin. Ecological Modelling, 7, 913-922.



ENLACES RECOMENDADOS
Plataforma de docencia de la asignatura: https://prado.ugr.es/moodle/
METODOLOGÍA DOCENTE
<ul style="list-style-type: none"> • Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) • Actividades prácticas presenciales individuales y en grupo en el que el alumno pone en práctica los contenidos teóricos de la asignatura e incorpora el uso de herramientas cuantitativas. • Actividades prácticas no presenciales, individuales y en grupo. • Presentación de informes y presentación oral de actividades prácticas. • Seminarios y talleres sobre temas específicos del temario. • Una o varias pruebas individuales y presenciales de evaluación de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por el alumno en la materia. • Tutorías.
EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)
<ul style="list-style-type: none"> • Asistencia y participación en actividades presenciales de la asignatura 10% • Exámenes individuales 35% • Entrega de ejercicios prácticos, cuadernos de prácticas y trabajos individuales, 20% • Entrega de ejercicios prácticos, cuadernos de prácticas y trabajos en grupo, 25% • Pruebas orales, 10%
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
<p>La evaluación única final a la que el alumno se puede acoger en los casos indicados en la “MODIFICACIÓN DE LA NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA (Aprobada en Consejo de Gobierno de 26 de octubre de 2016)” 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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prueba única escrita e individual sobre el contenido teórico de la asignatura (50%) • Prueba única escrita e individual sobre el contenido práctico de la asignatura (50%)
INFORMACIÓN ADICIONAL

