

Guía docente de la asignatura

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

Procesos Hidrológicos Superficiales (M96/56/1/1)

Máster

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

MÓDULO

Módulo de Conocimientos Transversales

RAMA

Ciencias

CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO

Escuela Internacional de Posgrado

Semestre

Primero

Créditos

4

Tipo

Obligatorio

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)

El objetivo de la asignatura es dar a conocer a los estudiantes, de una forma rigurosa, a la vez que intuitiva y eminentemente práctica, las ecuaciones fundamentales que rigen el movimiento del agua en masas de agua superficial y en el medio poroso. Estas ecuaciones se basan en los principios de conservación de la masa, cantidad de movimiento y energía, que, aplicados a sistemas (cantidades arbitrarias de masa de identidad fija) son bien conocidos por los estudiantes de Universidad con conocimientos básicos de mecánica clásica y termodinámica. Las ecuaciones de gobierno del movimiento del agua se derivan a partir de estos principios fundamentales de la Física, por medio del Teorema del Transporte de Reynolds aplicado a un volumen de control. El funcionamiento del sistema hidrológico, conceptualizado éste como un volumen de control, se analiza utilizando los mismos procedimientos y principios de la física empleados para la derivación de las ecuaciones fundamentales de la mecánica de fluidos.



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.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Conocimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos significativos para la caracterización del estado ecológico de masas de agua.
- CE02 - Capacidad para comprender y describir de forma cuantitativa, utilizando herramientas matemáticas, informáticas y de tipo experimental, el movimiento del agua, entendido éste como factor determinante de la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en la hidrosfera.
- CE03 - Comprender y describir la estructura de las comunidades biológicas que existen y se desarrollan en el agua, y de los factores que las condicionan; así como identificar los grupos de organismos que constituyen dichas comunidades y comprender su dinámica poblacional y los factores que la controlan.

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.
- 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.

- 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.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Conocimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos significativos para la caracterización del estado ecológico de masas de agua.
- CE02 - Capacidad para comprender y describir de forma cuantitativa, utilizando herramientas matemáticas, informáticas y de tipo experimental, el movimiento del agua, entendido éste como factor determinante de la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en la hidrosfera.
- CE03 - Comprender y describir la estructura de las comunidades biológicas que existen y se desarrollan en el agua, y de los factores que las condicionan; así como identificar los grupos de organismos que constituyen dichas comunidades y comprender su dinámica poblacional y los factores que la controlan.

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.
- 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.
- CT06 - Capacidad de trabajo en equipo.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

1. Conocimiento de los principios y ecuaciones fundamentales que rigen el movimiento del agua en la naturaleza.
2. Capacidad para aplicar las ecuaciones del movimiento como herramienta para entender y describir de forma cuantitativa el movimiento del agua en la hidrosfera.
3. Capacidad de aplicar técnicas experimentales para la estimación de flujos de agua en la hidrosfera.
4. Capacidad para definir las escalas características del movimiento, y los factores que los determinan, utilizando herramientas de análisis dimensional y de escalas.
5. Capacidad para entender y analizar los resultados de modelos numéricos de simulación de procesos hidrológicos

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

TEMARIO TEÓRICO:

BLOQUE 1

- Tema 1. Introducción a los balances como método de estudio en hidrología. Balances de masa en sistemas de mezcla perfecta. Aplicación al estudio de la eficiencia de sistemas naturales de tratamiento y al análisis bases de datos hidrológicas en embalses.
- Tema 2. Ecuación general del transporte de contaminantes en sistemas distribuidos. Aplicación al estudio de aforos químicos y el movimiento de contaminantes en ríos.
- Tema 3. Leyes de conservación de cantidad de movimiento y energía. Teorema de transporte de Reynolds. Aplicación a la descripción y análisis de fenómenos de dispersión alrededor de emisarios submarinos.
- Tema 4. Análisis dimensional. Aplicación al estudio de penachos convectivos en emisarios submarinos.
- Tema 5. Movimiento en conducciones cerradas y en canales abiertos. Aplicación al estudio



del movimiento en masas de agua natural.

- Tema 6. Análisis estadístico de caudales. Aplicación al estudio de riesgo de contaminación.

BLOQUE 2

- Tema 7. Medidas hidrológicas e hidrometeorológicas. Métodos directos e indirectos de aforo. Escalas. Limnígrafos. Curvas de Gasto. Trazadores. Medidas de caudal en sondeos. Aforos. Medidas de nivel piezométrico. Aplicaciones prácticas.
- Tema 8. Movimiento en medio poroso. Ecuación general del flujo. Parámetros característicos del medio poroso (porosidad, conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento); escalas características de variabilidad; procedimientos de estimación. Acuíferos. Aplicaciones prácticas.

PRÁCTICO

Seminarios/Talleres

- Introducción al uso de software científico de programación para visualización y análisis de datos univariantes (series temporales y perfiles espaciales).
- Balances de masa en sistemas de mezcla perfecta: aplicación de software científico al análisis y estudios de problemas de contaminación en lagos y embalses
- Balances de masa en sistemas distribuidos: aplicación de software científico al simulación y análisis del movimiento de sustancias en ríos
- Estimación experimental de caudales con métodos químicos y mediante métodos directos
- Análisis de datos bivariantes. Análisis de imágenes y su aplicación al estudio de procesos de dispersión de sustancias en masas de agua.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- White, F.M. 2004. Mecánica de Fluidos. 5ª Edición. McGraw-Hill
- Chow, V.T.; Maidment, D.R.; Mays, L.W. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill. Bogotá, 1994.
- Chapra, S. 2008. Surface Water Quality Modelling.
- Custodio, E; Llamas, M.R. Hidrología Subterránea. Omega, Barcelona, 2001

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Maidment, D.R. Handbook of Hydrology, McGraw-Hill, 1992



- Wang H,F. and Mary P. Anderson. Introduction to Groundwater Modelling.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

CRUZ SAN JULIÁN, J.J. (2018). Hidrogeología básica e hidráulica subterránea. Editorial Universidad de Granada e Instituto Geológico y Minero de España.

PULIDO BOSCH, A. (2007) . Nociones de hidrogeología para ambientólogos. Ed. Universidad de Almería.

SERRANO, S.E. (1997).- “Hydrology for Engineers, Geologists and Environmental Professionals”.- HydroScience Inc., 452 pg.

ENLACES RECOMENDADOS

- Página web de docencia de Francisco Javier Sánchez San Román (Departamento de Geología, Universidad de Salamanca, España). <http://web.usal.es/~javisan/hidro/hidro.htm>
- Página web del Instituto Geológico y Minero de España <http://www.igme.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. Los instrumentos y criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final serán los siguientes:

- Asistencia y participación en actividades presenciales del master: 15%
- Exámenes individuales. 40.0 %
- Entrega de ejercicios prácticos, cuadernos de prácticas y trabajos individuales: 25%
- Entrega de ejercicios prácticos, cuadernos de prácticas y trabajos en grupo: 20%

Será necesario obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 en los exámenes individuales de los bloques I y II, para aprobar la asignatura. Además, será necesario alcanzar la nota mínima en cada uno de los bloques individualmente, no siendo compensables entre sí.

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 y/o trabajo.

La evaluación en tal caso consistirá en una prueba de evaluación de tipo teórico-práctica formada por problemas numéricos y preguntas breves estructurados en dos bloques. 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. Será necesario obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 en los exámenes individuales de los bloques I y II, para aprobar la asignatura. Además, será necesario alcanzar la nota mínima en cada uno de los bloques individualmente, no siendo compensables entre sí.

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 en tal caso consistirá en una prueba de evaluación de tipo teórico-práctica formada por problemas numéricos y preguntas breves estructurados en dos bloques. 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. Será necesario obtener





una calificación mínima de 5 sobre 10 en los exámenes individuales de los bloques I y II, para aprobar la asignatura. Además, será necesario alcanzar la nota mínima en cada uno de los bloques individualmente, no siendo compensables entre sí.

INFORMACIÓN ADICIONAL

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>).

