



ugr

Universidad
de Granada

Grado en INGENIERIA CIVIL

Gestión integral del agua

Guía docente CA2015-16

Aprobada en la sesión ordinaria del Consejo de Departamento de 8 de julio de 2015.

E.T.S. Ingenieros de C.C. y P.
18071 Granada
Tfno. +34 958249960
Fax. +34 958249959

Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Optatividad Especialidad Hidrología	Gestión Integral del Agua	4º	2º	6	Optativa
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> Agustín Millares Valenzuela (AMV)- COORDINADOR. Profesor Ayudante Doctor. Antonio Moñino Ferrando (AMF). Profesor Contratado Doctor. 			<p>[Dirección 1] Laboratorio de Hidráulica, Planta -2, Edificio Politécnico, Campus de Fuentenueva. [Dirección 2] Centro Andaluz de Medio Ambiente. Avda. del Mediterráneo s/n Teléfonos: 958 249743 (AMV) y 958 24 97 41 (AMF) E-mail: mivalag@ugr.es (AMV); amonino@ugr.es (AMF)</p>		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			<p>Agustín Millares Valenzuela [Dirección 1] 9:30-15:30, (Martes)</p> <p>Antonio Moñino Ferrando [Dirección 1] 9:30 a 12:30 (Martes, Jueves)</p>		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Ingeniería Civil					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
<p>PRERREQUISITOS. Conocimientos adecuados de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ingeniería Hidráulica e Hidrología Ingeniería Fluvial Obras y Aprovechamientos Hidráulicos Estadística y optimización Geología, geomorfología y dinámica atmosférica. <p>RECOMENDACIONES. Tener cursados los créditos de las asignaturas básicas del Grado. Conocimientos de programación en Matlab y Sistemas de Información Geográfica.</p>					



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

Gestión integral de recursos hídricos de cuenca basada en riesgo. Simulación de usos de suelo y demanda de agua y retornos. Procesos en ladera, cauce y embalse. Sistemas de apoyo a la toma de decisiones. Directiva Marco del Agua y otras directivas de gestión.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Conforme a la memoria de Verificación del Grado en Ingeniería Civil, en esta asignatura se contribuye a la adquisición de las siguientes competencias:

- Competencias **Generales**: CG1, CG2, CG5, CG6, CG8
- Competencias del Módulo de **Formación Básica**: CB3, CB5
- Competencias específicas de **Obras Públicas**: COP7, COP8, COP11
- Competencias del Módulo de Tecnología Específica - **Construcciones Civiles**: CCC8
- Competencias del Módulo de Tecnología Específica - **Hidrología**: CH1, CH2, CH3, CH4
- Competencias del Módulo de Tecnología específica - **Transportes y Servicios Urbanos**: CTSU4

Con el desarrollo de las competencias indicadas, al término de la asignatura el alumno debe lograr:

1. Incremento de la formación básica para la adquisición de competencias profesionales en los distintos campos asociados a la Ingeniería Civil.
2. Capacidad científica y técnica para el ejercicio de las atribuciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, optimización, dirección, planificación, explotación, supervisión y toma de decisiones en los campos de la Ingeniería Civil.
3. Capacidad de planificación y gestión de recursos hídricos, hidráulicos; diseño y mantenimiento de redes de control a escala de cuenca.
4. Capacidad de planificación territorial en compatibilidad con el desarrollo de infraestructuras en el ámbito del ciclo del agua, y con los aspectos medioambientales interesados.
5. Capacidad de solución de problemas de demanda de agua en escenarios agrícola, forestal, urbano y/o industrial, minimizando efectos adversos sobre el medio ambiente y otros intereses.
6. Capacidad de gestionar el ciclo del agua en términos de usos y demandas de manera sostenible, compatible con políticas de conservación de ecosistemas y respeto al marco legal.
7. Capacidad para resolver el problema de la gestión de recursos hídricos e infraestructuras hidráulicas, bajo el planteamiento de vida útil en distintos escenarios de demanda y uso.
8. Eficiencia en la identificación y resolución de problemas, y en la adopción de medidas correctoras.
9. Práctica de la Ingeniería Civil en un contexto adecuado para el bienestar social y la seguridad del individuo y la colectividad.
10. Capacidad para desarrollar un modelo de gestión integral del ciclo del agua, con aplicación a cualquier tipo de problema específico de recursos y demanda.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Al término de la asignatura, el alumno deberá ser capaz de lo siguiente:

- Elaborar un planteamiento completo de gestión integral para los recursos hídricos de una cuenca.
- Desarrollar una descripción completa de los parámetros, agentes y acciones que gobiernan el problema de la gestión integral en un sistema hidrológico.
- Extraer e interpretar las variables hidrológicas e hidráulicas a partir de imagen satélite y plataformas



basadas en SIG para la ordenación y gestión de recursos hidrológicos.

- Formular correctamente los problemas de transporte de agua, sustancias y sedimentos.
- Implementar modelos distribuidos de simulación con base física a escala hidrológica y fluvial. Analizar la información generada para la ordenación territorial y de los recursos hídricos.
- Implementar y gestionar sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS) en tiempo real para la gestión integral del agua.
- Desarrollar metodologías de seguimiento y monitorización en embalses y deltas como volúmenes de control a escala de cuenca.
- Elaborar un análisis extremal y simulación Monte Carlo de procesos como instrumento para la gestión de los recursos sobre la base del estudio del riesgo.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO

PARTE I. RECURSOS HÍDRICOS Y HERRAMIENTAS DE GESTIÓN

Tema 1. Introducción.

El ciclo hidrológico. El problema de la escasez de recurso agua. Necesidad de planificación y gestión hidrológica. Papel de las herramientas de toma de decisiones.

Tema 2. Valoración integral de recursos hídricos

Evaluación integral; concepto y repercusiones. Papel de las herramientas de toma de decisión en la valoración de servicios.

Tema 3. Directiva Marco de Aguas y herramientas de toma de decisión.

Implicaciones de la DMA en la gestión del agua. Estado de desarrollo. Aplicación de la DMA en cuencas mediterráneas. Herramientas de toma de decisión según la DMA.

PARTE II. ANÁLISIS TERRITORIAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Tema 4. Ordenación territorial y usos mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Información territorial disponible; Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM). Información hidráulica e hidrológica. Análisis secuencial de ortofotografías. Subsistema CLIMA.

Tema 5. Sensores remotos y gestión de recursos hídricos. Fundamentos

Principios físicos y técnicos de los sensores remotos. Tipos de imagen satélite. Pre-procesado de la información.

Tema 6. Sensores remotos y gestión de recursos hídricos. Aplicaciones prácticas

Obtención de información a partir de imagen satélite. Precipitación, evaporación y humedad del suelo. Usos del suelo y características de la cuenca. Nieve y hielo. Sedimentos y calidad de aguas.

PARTE III. MODELADO HIDROLÓGICO DISTRIBUIDO

Tema 7. Modelos Digitales del Terreno y análisis geomorfológico.

Parámetros principales a partir del MDT. Corrección del MDT. Pendiente, orientación curvatura. Cálculo de direcciones de flujo. Índices geomorfológicos a partir del MDT.

Tema 8. Modelado hidrológico a partir del MDT.

Hidrograma geomorfológico. Cálculo de hidrogramas sobre enfoques continuos. Onda cinemática y onda de difusión.

Tema 9. Modelos integrales a escala de cuenca (I): revisión.

Modelos hidrológicos y gestión de cuencas. Modelos agregados y distribuidos. Información necesaria. Estructura funcional de un modelo integral. Discusión de modelos de uso frecuente.



Tema 10. Modelos integrales a escala de cuenca (II): pre-procesado y obtención de la información.
Interpolación de variables meteorológicas; precipitación, temperatura, radiación. Aportación de caudal base. Curvas de recesión y Curva de Recesión Maestra.

Tema 11. Modelos integrales a escala de cuenca (III): post-procesado y obtención de resultados.
Procesos de calibración y validación de resultados. Caudales líquidos. Mapas distribuidos y algoritmos de post-procesado de la información. Aplicaciones en gestión integral de recursos hídricos.

PARTE IV. MODELADO DISTRIBUIDO DE SEDIMENTOS Y CALIDAD DE AGUAS

Tema 12. Modelado de procesos erosivos en ladera.
Procesos erosivos en ladera. Modelado paramétrico; Ecuación Universal de pérdida de Suelo (USLE), Revisada y Modificada (RUSLE-MUSLE). Modelado distribuido de la erosión. Ventajas e inconvenientes.

Tema 13. Modelado de calidad de aguas a escala de cuenca.
Modelado paramétrico distribuido de transferencia de sustancias. Calibración y validación. Cálculo de aportes a la salida de la cuenca.

PARTE V. REDES DE CONTROL Y SISTEMAS DE TOMA DE DECISIONES (DSS)

Tema 14. Diseño de redes integradas de control de variables de estado.
Dominios de observación y puntos de control. Técnicas de tratamiento y asimilación de la información. Obtención remota de la información. Redes existentes de datos hidrológicos y de calidad de aguas.

Tema 15. Monitorización y control de colmatación de embalses
El embalse como volumen de control de procesos hidrológicos e hidráulicos. Estimación de la capacidad de retención. Métodos de medida; trabajos batimétricos, geofísicos y topográficos.

Tema 16. Monitorización y modelado de áreas costeras y de transición
Campañas de campo, instrumentación y medidas. Variabilidad espacio-temporal de variables meteorológicas, hidrodinámicas y biogeoquímicas. Herramientas computacionales.

Tema 17. DSS y gestión de recursos hídricos
Sistemas de apoyo a la toma de decisiones DSS (Decision Support System). Esquemas de funcionamiento y toma de decisiones. Aplicación en alerta de inundaciones y modelado de caudales ecológicos.

PARTE VI ANÁLISIS DE RIESGO Y FIABILIDAD

Tema 18. Análisis de riesgo y fiabilidad de los sistemas de recursos hídricos.
Revisión de estadística. Distribuciones de probabilidad usuales en fenómenos asociados a la gestión del agua. Fiabilidad y riesgo. Estados límite y de servicio. Funcionalidad, fiabilidad, operatividad. Riesgo.

Tema 19. Modelado de la incertidumbre en gestión integral del agua.
Análisis de incertidumbre. Simulación Monte Carlo. Metodología Bayesiana: predicción basada en información pasada y presente.

TEMARIO PRÁCTICO:

El plan de problemas / prácticas de la asignatura se compone de un total de entre 6 y 8 supuestos prácticos, algunos de las cuales se realizarán en clase y otros serán en formato de trabajo autónomo del alumno. El número dependerá de la evolución de las clases, del grado de interés del alumno, y del desarrollo del curso y de sus diferentes temas.



BIBLIOGRAFÍA

PARTE I:

- Balarion L., 2000. *Gestión de Recursos Hídricos*. Ediciones UPC. Barcelona.
- Brockwell P. J. & Davis R. A., 2003. *Introduction to Time Series and Forecasting*.
- Mays L. R., 2001. *Water Resources Engineering*. John Willey & Sons. New York.
- Castelletti A., Soncini R. 2007. *Topics on System Analysis and Integrated Water Resource Management*. Elsevier Ltd. Amsterdam.
- Consejo Europeo, 2000. *Directiva 2000/60/Ce Del Parlamento Europeo Y Del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*. Comisión Europea.

PARTE II:

- Renz A. N., 1999. *Remote Sensing for the Earth Sciences. Manual of Remote Sensing*. V. 3. John Wiley & Sons. Chichester.
- Engman E. T., Schultz. 2000. *Remote Sensing in Hydrology and Water Management*. Springer. Berlin.

PARTE III:

- Maidment D. & Djokic D., 2000. *Hydrologic and Hydraulic Modeling Support*. ESRI Press. Redlands, California, United States.
- Olaya V. 2004. *Hidrología Computacional y Modelos Digitales del Terreno*. Víctor Olaya Eds. Madrid.
- Herrero, J., Aguilar, C., Millares, A., Egüén, M., Carpintero, M., Polo, M.J., Losada, M.A., 2010. *WiMMed. Manual de usuario v1.1*. Grupo de Dinámica Fluvial e Hidrología (University of Córdoba), Grupo de Dinámica de Flujos Ambientales (University of Granada), Granada.
- Wheater H., Sorooshian S., Sharma K.D. 2008. *Hydrological Modelling in Arid and Semi-Arid Areas*. Cambridge University Press. New York.

PARTE IV:

- Morgan R.P., Nearing M.A. 2011. *Handbook of erosion modelling*. John Wiley & Sons. Chichester.
- Harmon R.S., Doe W. 2001. *Landscape erosion and evolution modelling*. Kluwer Academic/Plenum Publisher. New York.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2010. *Inventario Nacional de Erosión de Suelos*. MAGRAMA, Madrid.

PARTE V:

- Goodman A. S., 1984. *Principles of Water Resources Planning*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs.
- Loucks D. P. et al., 1981. *Water Resources Systems Planning and Analysis*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs.
- Rao A. R., 2000. *Flood Frequency Analysis*. CRC Press. Boca Raton.

PARTE VI:

- Benjamin J. R. & Cornell A. C., 1970. *Probability, Statistics and Decision for Civil Engineers*. McGraw-Hill Book Company.
- Kottegoda N.T. *Stochastic Water Resources Technology*. 1980. MacMillan Press LTD. London
- Kottegoda N.T., Rosso R. 2008. *Applied Statistics For Civil And Environmental Engineers*. Blackwell Publishing Ltd. Chichester.

ENLACES RECOMENDADOS

<http://www.diamicaambiental.com> - Grupo de Dinámica de Flujos Ambientales

<http://www.cuencaguadalfeo.com> - Estudio Piloto para la Gestión Integrada de la Cuenca Hidrográfica del Río Guadalfeo

<http://www.iista.es> - Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía.

<http://www.agenciaandaluzadelagua.com> - Agencia Andaluza del Agua (Junta de Andalucía)



METODOLOGÍA DOCENTE

La metodología que se va a emplear en el desarrollo de la asignatura dependerá de los contenidos descritos en el temario. Se alternarán clases teóricas y prácticas en un proceso de evaluación continua que se complementará con tutorías.

El esquema fundamental será el siguiente:

1. Clases teóricas en las que el Profesor desarrollará los conceptos básicos de cada uno de los temas
2. Actividades prácticas. Los objetivos de la misma serán explicados por el profesor en clase así como el plazo para la entrega del mismo.
3. Planteamiento y resolución de problemas fuera del horario de clase (trabajo autónomo del alumno). El Profesor propondrá, bien en clase o bien a través de la plataforma SWAD (<http://swad.ugr.es>), la resolución de un trabajo final que se presentará en público.
4. Tutorías académicas.

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

Seguimiento ordinario de la asignatura: Evaluación continua

Notas

Durante el curso cada alumno obtendrá tres notas diferentes: de las prácticas, de examen y de la exposición en público de un trabajo final.

NOTA DE PRÁCTICAS DE CLASE (N_{pc})

- Es la nota obtenida como resultado del trabajo realizado por el alumno en las prácticas durante el curso.
- Cada práctica se puntuará sobre 10.
- La nota será el resultado de hacer la media de las diferentes notas parciales obtenidas.

NOTA DE EXAMEN (N_{ex})

- Es la nota obtenida en un examen teórico/práctico que se realizará en horario de clase. La prueba se puntuará sobre 10.

NOTA DE LA EXPOSICIÓN PÚBLICA (N_{ep})

- Es la nota obtenida en el examen final, que se realiza el día, hora y lugar indicados por la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puerto tras una presentación en PowerPoint®, pdf o similar, de un trabajo previamente asignado al alumno o grupo de alumnos.
- Tras la exposición habrá un turno de preguntas de los asistentes (profesores y/o alumnos). en la exposición y defensa deberán participar, de un modo u otro, todos los miembros del grupo.
- El número de alumnos por grupo y la duración de las exposiciones y turno de preguntas dependerá del número de matriculados por curso.
- Se evaluará la claridad y organización en la presentación, la metodología seguida para resolver el problema propuesto y la discusión de los resultados obtenidos, así como las conclusiones.
- Tras la presentación cada alumno/grupo subirá la presentación en formato pdf a SWAD. La presentación deberá incluir nombres y apellidos, titulación, grupo y DNI de todos los ponentes.
- La prueba de exposición se puntuará sobre 10.

NOTA FINAL (NF)

La nota final se obtiene como resultado de la suma de las tres notas anteriores, ponderadas de la forma:



$$NF = 0.4 \cdot Npc + 0.3 \cdot Nex + 0.3 \cdot Nep$$

Así, un alumno puede aprobar sólo con realizar correctamente las prácticas en clase y la exposición final (y alcanzar una puntuación máxima de 7 sobre 10), pero no puede aprobar únicamente con la realización del examen. Asimismo, el alumno que desee alcanzar la máxima nota deberá realizar el examen.

Seguimiento extraordinario de la asignatura

De acuerdo a la normativa de la UGR, la **evaluación en convocatorias extraordinarias y la evaluación única final** serán realizadas mediante un examen que incluirá una parte teórica (cuestiones) y otra práctica (problemas). Cada una será evaluada con 5/10.

En el caso de acogerse al sistema de evaluación única final, los alumnos deberán comunicarlo al Director del Departamento en un plazo máximo de 15 días tras hacer efectiva su matriculación en la asignatura, acreditando las razones para no seguir el sistema de evaluación continua.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Los mensajes de correo electrónico o los enviados a través de la plataforma SWAD destinados a los profesores serán normalmente respondidos durante los horarios de tutoría.

Los correos electrónicos deberán contener (en este orden): (1) presentación, (2) nombre y apellidos del alumno, (3) titulación, (4) grupo, (5) DNI, (6) cuerpo del mensaje y (7) cierre o despedida.

No es necesario incluir los puntos (3), (4) y (5) en mensajes a través de SWAD. Cualquier mensaje que no siga este formato o que no tenga una ortografía mínimamente cuidada no será respondido.

