

## MC.VIII Procesos erosivos y geomorfológicos

Este módulo se imparte durante el segundo cuatrimestre del curso, forma parte de la Especialidad II. *Gestión Integral de Cuencas* y se divide en las siguientes unidades docentes:

UDVIII.1 Fundamentos hidrodinámicos y sedimentarios (1.5 ECTS)

UDVIII.2 Morfología fluvial y de laderas (3.5 ECTS)

con objetivos, contenidos, métodos docentes y bibliografía específicos que se complementan entre sí.

### Objetivos del MC.VIII

#### Competencias genéricas

El alumno mejorará su capacidad de:

- comprensión de los fundamentos hidrodinámicos y sedimentarios.
- modelado de los procesos erosivos.

#### Competencias específicas

El alumno profundizará en el conocimiento de los procesos que interaccionan en el arranque, transporte y depósito de sedimentos, asociados a los flujos de agua superficiales, y en su modelado, con especial hincapié en:

- los aspectos geomorfológicos y topográficos, en la morfología de la red fluvial a escala de cuenca
- los aspectos hidrodinámicos y de resistencia de las partículas del lecho a escala de detalle

### Métodos docentes del MC.VIII

Cada unidad docente tiene su propia metodología de enseñanza diseñada según los objetivos específicos y se imparten coordinadas, de forma que el alumno avance en la materia de forma progresiva y lógica, habiendo adquirido los conocimientos complementarios necesarios, sin solapes ni saltos en el aprendizaje.

#### Seminarios

De forma periódica se organizan seminarios orientados a ampliar la visión ofrecida en la docencia habitual, a presentar los últimos avances científicos o casos prácticos de interés. Los seminarios los imparten profesores e investigadores de los grupos de investigación que participan en el programa oficial de posgrado, y profesionales o investigadores invitados.

A modo de ejemplo, los seminarios programados durante el curso académico 2007-2008 en el segundo cuatrimestre en la especialidad de Gestión Integral de Cuencas, en la UCO, como complemento a los MCVII, MCVIII, MCIX y MCX, son:

- 12/03/2008: *Uso de sensores próximos para caracterizar la variabilidad espacial del suelo*, por Karl Vanderlinden (IFAPA. Junta de Andalucía).
- 26/03/2008: *Caracterización de los valores de escorrentía y erosión en una microcuenca de olivar bajo no laboreo con cubierta natural*, por Encarnación V. Taguas Ruíz (UCO).
- 31/03/2008: *Gully erosion: recent developments and implications for controlling soil loss and sediment yield*, por Jean Poesen (Univ. Católica de Lovaina, Bélgica).

- 09/04/2008: *El modelo de malla de Boltzman en el análisis de procesos ambientales*, por Francisco Jiménez Hornero (UCO).
- 16/04/2008: *Series temporales de vegetación para un modelo hidrológico distribuido*, por Adolfo Díaz Gutiérrez (IFAPA. Junta de Andalucía).
- 23/04/2008: *Transferencia de herbicidas al flujo de escorrentía desde olivar bandas de cubierta vegetal*, por Patricia Galindo Morales (IFAPA. Junta de Andalucía).
- 30/04/2008: *Estimación de evapotranspiración mediante teledetección a escala de parcela*, por Cristina Santos Rufo (IFAPA. Junta de Andalucía)
- 07/05/2008: *Ensayos en parcelas experimentales de erosión*, por Susana Schnabel (Universidad de Extremadura)
- 14/05/2008: *Análisis dimensional, modelos reducidos y análisis de escalas*, por Gonzalo Simarro Grande (Univ. Castilla-La Mancha)
- 21/05/2008: *Transporte de solutos en suelo*, por Fernando Garrido Colmenero (CSIC)
- 28/05/2008: *Microlisímetros para estudiar la evolución del agua en el suelo de un huerto*, por Antonio Díaz Espejo (CSIC)
- 04/06/2008: *Modelado 2D de flujos transitorios: aplicación a rotura de presas*, por Pilar García Navarro (Universidad de Zaragoza)
- 11/06/2008: *Flujo subsuperficial de agua en materiales fracturados*, Agustín Millares Valenzuela (Universidad de Granada)
- 18/06/2008: *Modelado numérico de lagunas someras*, por Elena Sánchez Badorrey (Universidad de Granada)
- 25/06/2008: *Hydrological modeling: state of the art and future trends*, por Rafael L. Bras (MIT. Department of Civil & Environmental Engineering)

### **Criterios de evaluación del MCVIII**

Cada unidad docente realizará una evaluación continua del alumno y valorará:

- el trabajo personal (90% de la puntuación total) mediante la distinta evaluación de las actividades prácticas propuestas a lo largo del curso (trabajo en clase, trabajo individual, actividades tutoradas, prácticas, visitas de campo y seminarios, examen u otros).
- la actitud del alumno en relación a las actividades presenciales (clases, actividades tutoradas, prácticas, visitas de campo y seminarios), asistencia y participación activa (10% de la puntuación total).

La calificación final del módulo se realizará haciendo un promedio de las calificaciones de cada unidad docente, ponderadas según los ECTS asignados.

Los profesores propondrán exámenes específicos en aquellos casos en los que la evaluación continua no sea posible, o su resultado sea escaso.

### **CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS POR UNIDADES DOCENTES**

Los objetivos, contenidos, metodología docente, criterios de evaluación y bibliografía se detallan a continuación por unidades docentes.

#### **UD VIII.1 Fundamentos hidrodinámicos y sedimentarios (1.5 ECTS)**

## **Objetivos de la UD VIII.1**

### **Competencias específicas**

El alumno sabrá/ comprenderá:

- Los fundamentos de los procesos de rotura de agregados de suelo o material de sedimentos y rocas y su transporte como sedimento.
- El manejo de diferentes expresiones que caracterizan a estos procesos como velocidad de sedimentación y ecuaciones de transporte.
- La estimación del grado de aproximación de tales expresiones.

En concreto, el alumno será capaz de:

- Plantear problemas de generación y transporte de sedimentos por agentes como el agua o el viento.
- Evaluar la intensidad con la que se desarrollan estos procesos.
- Estimar la fiabilidad de las predicciones.

## **Contenidos de la UD VIII.1**

Bloque I. Fundamentos de hidrodinámica.

Tema 1. Características de la mezcla agua-sedimentos.

- Introducción.
- Distribución del tamaño de partículas.
- Velocidad de sedimentación.

Tema 2. Hidrodinámica.

- Perfil de velocidades del fluido.
- Separación entre arena y polvo en ambientes de erosión eólica.
- Umbral de velocidad crítica en la erosión eólica.

Tema 3. Inicio de movimiento.

- Inicio del movimiento de partículas en la erosión hídrica.
- Criterios.
- Diagrama de Shields.
- Velocidad crítica de Yang.
- Influencia de la heterogeneidad de las partículas.

Bloque II. Transporte de sedimentos.

Tema 4. Transporte de sedimentos: carga de fondo.

- Expresiones de la carga de fondo.
- Influencia de las formas del lecho y los bordes del cauce.

Tema 5. Transporte de sedimentos: carga suspendida.

- Movilidad de las partículas.
- Acorazamiento del lecho.
- Carga suspendida.

- Criterios y expresiones.

#### Tema 6. Capacidad de transporte.

- Carga total.
- Capacidad de transporte.

### **Métodos docentes de la UD VIII.1**

1. Clases teórico-prácticas. Suponen un 35% de las horas totales asignadas al Módulo. El profesor desarrolla en clase los contenidos teóricos en la pizarra, apoyado por métodos audiovisuales (material docente en transparencias o archivo tipo presentación PowerPoint). En la presentación de dichos contenidos se intercalan ejercicios prácticos (en papel o en PC) realizados por el profesor, que ayudan a comprender y fijar los conceptos explicados, dejando este un tiempo breve antes para que el alumno pueda enfrentarse a su resolución y plantearla por sí mismo.
2. Actividades tutoradas presenciales. Suponen un 30% de las horas totales asignadas a la Unidad e incluyen trabajo práctico y tutorías individuales. Los alumnos, de forma individual o en grupos, realizan en el aula, bajo la supervisión del profesor, casos prácticos relacionados con los contenidos del Módulo que se encuentren en desarrollo en ese momento, cuya duración excede la de un ejercicio o problema de clase, y para los que tienen que desarrollar algoritmos propios de cálculo y su programación, analizar los resultados obtenidos y proporcionar su representación gráfica de forma adecuada. De cada actividad práctica el alumno entrega un informe, cuya valoración se incluye en la evaluación final de la Unidad.
3. Seminarios programados. Suponen un 5% de las horas totales asignadas a la Unidad. Se imparte un seminario a la semana, durante todo el cuatrimestre, sobre temas específicos relacionados con los contenidos y sus aplicaciones, que se programan al inicio del cuatrimestre de forma acoplada al desarrollo del Módulo. Estos seminarios son impartidos por profesores del Programa de Posgrado al que pertenece el Máster o expertos en el tema abordado, durante una hora, y se reserva tiempo a continuación para que los alumnos intervengan haciendo preguntas y fomentando un pequeño coloquio.
4. Trabajo personal del alumno. Supone un 30% de las horas totales asignadas al Módulo, de forma media para lograr un aprovechamiento adecuado de sus contenidos. El alumno estudiará estos, realizará los ejercicios propuestos en clase a tal fin así como los informes de las actividades prácticas desarrolladas. Todo este trabajo lo entregará a los profesores participantes en el Módulo, y su valoración forma parte de la evaluación final.

Al principio del curso se proporcionará al alumno la bibliografía recomendada, de carácter básico y de carácter avanzado, y en los distintos bloques de asignatura se le indicará cuáles de los libros listados son más indicados para consultar los aspectos que se están tratando.

Esta unidad se apoya en los fundamentos de mecánica de fluidos de las unidades docentes II.1 y II.3, del primer cuatrimestre. Los conocimientos adquiridos en esta unidad docente sirven de base para las unidades docentes VIII.2 y IX.3.

La realización de ejercicios y casos prácticos se realiza aplicando los métodos y herramientas de las unidades docentes del MC.I del primer cuatrimestre, que se complementan con técnicas aplicadas específicas.

## **Criterios de evaluación de la UD VIII.1**

La evaluación de los alumnos se realizará teniendo en cuenta de forma ponderada diferentes aspectos. Cada unidad docente valorará:

El trabajo personal mediante la evaluación de los ejercicios y de los informes de las actividades prácticas propuestos a lo largo del curso por el profesor (50% de la puntuación total).

La actitud del alumno en relación a las actividades presenciales, asistencia y participación activa (10% de la puntuación total).

El informe de los casos prácticos y de las visitas programadas (35% de la puntuación total). Asistencia y participación en seminarios y entrega de resumen (5%).

Los profesores propondrán exámenes específicos en aquellos casos que la evaluación continua no sea posible, o su resultado sea escaso.

## **Bibliografía de la UD VIII.1**

### **Bibliografía básica**

- P.Y. Julien. 1994. *Erosion and sedimentation*. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- M.S. Yalin. 1972. *Mechanics of sediment transport*. 2ª ed. Pergamon Press. Oxford.
- C.T. Yang. 1996. *Sediment transport*. McGraw-Hill. Nueva York.
- Y. Shao. 2000. *Physics and modelling of wind erosion*. Kluwer. Dordrecht.

### **Bibliografía avanzada**

- A.J. Raudkivi. 1998. *Loose boundary hydraulics*. A.A. Balkema. Rotterdam.
- V.A. Vanoni ed. 1975. *Sedimentation engineering*. ASCE. Nueva York.

## **UDVIII.2 Morfología fluvial y de laderas (3.5 ECTS)**

### **Objetivos de la UD VIII.2**

#### **Competencias específicas**

El alumno sabrá/ comprenderá:

- Análisis de los procesos que modelan el paisaje de las cuencas hidrológicas.
- Los fundamentos hidrodinámicos y sedimentarios a los procesos de erosión y depósito en laderas y ambientes fluviales.
- Métodos de estudio y de formulación de propuestas para controlar o modificar algunos de tales procesos.

El alumno será capaz de:

- Analizar los procesos de erosión y sedimentación en cuencas hidrológicas.
- Elaborar modelos descriptivos y predictivos de los principales procesos.
- Evaluar las propuestas de actuación en cuencas.

## Contenidos de la UD VIII.2

Bloque I: Procesos geomorfológicos en la cuenca hidrológica.

Tema 1. Procesos erosivos.

- Introducción: máquinas para hacer acuíferos y digestores de sedimentos.
- Mecánica fluvial.
- Erosión y meteorización.

Tema 2. Geomorfología.

- Evaluación de procesos geomorfológicos.
- Medidas de parcelas y campo.
- Uso de trazadores ambientales.

Tema 3. Modelos de erosión.

- Introducción.
- Ecuación de Exner.
- Procesos limitantes: modelo de Meyer y Wischmeier.
- Modelos complejos.

Bloque II: Procesos erosivos en laderas.

Tema 4. Formación de cárcavas.

- Regueros y Cárcavas.
- Inicio de regueros.
- Formación de cárcavas.
- Erosión ascendente en cabecera.

Tema 5. Estabilidad de laderas.

- Deslizamientos.
- Laderas infinitas.
- Estimulación por la lluvia.
- Colapso de bordes de cárcavas.
- Papel protector de la vegetación.

Bloque III. Erosión y sedimentación fluvial.

Tema 6. Morfología fluvial.

- Concepto de régimen en ríos.
- Incisión de rocas.
- Erosión lateral.
- Formación de meandros.

Tema 7. Procesos de sedimentación.

- Sedimentación fluvial.
- Colmatación de embalses.
- Análisis estocástico de la colmatación.

Tema 8. Evolución de redes fluviales.

- Gasto de energía en redes fluviales.
- Principios de evolución de la red fluvial.

Bloque IV Criticalidad autoorganizada en cuencas hidrológicas.

Tema 9. Autoorganización de redes fluviales.

- La criticalidad autoorganizada.
- Aplicación a cuencas hidrológicas.

## **Métodos docentes de la UD VIII.2**

El proceso de aprendizaje se desarrollará combinando las siguientes actividades:

1. Clases teórico-prácticas. Suponen un 35% de las horas totales asignadas al Módulo. Los profesores desarrollan en clase los contenidos teóricos en la pizarra, apoyado por métodos audiovisuales (material docente en transparencias o archivo tipo presentación PowerPoint). En la presentación de dichos contenidos se intercalan ejercicios prácticos (en papel o en PC) realizados por los profesores, que ayudan a comprender y fijar los conceptos explicados, dejando este un tiempo breve antes para que el alumno pueda enfrentarse a su resolución y plantearla por sí mismo

2. Actividades tutoradas presenciales. Suponen un 30% de las horas totales asignadas a la Unidad e incluyen trabajo práctico y tutorías individuales. Existen dos modalidades de trabajo práctico:

- a) Actividades prácticas en clase. Los alumnos, de forma individual o en grupos, realizan en el aula, bajo la supervisión de los profesores, casos prácticos relacionados con los contenidos del Módulo que se encuentren en desarrollo en ese momento, cuya duración excede la de un ejercicio o problema de clase, y para los que tienen que desarrollar algoritmos propios de cálculo y su programación, analizar los resultados obtenidos y proporcionar su representación gráfica de forma adecuada. De cada actividad práctica el alumno entrega un informe, cuya valoración se incluye en la evaluación final de la Unidad.
- b) Visita técnica. Se realizará una visita técnica de campo con un recorrido programado para ver in situ consecuencias de los procesos erosivos y formas como cárcavas, descalce de peanas de árbol, sedimentación diferencial en colas de embalse, etc.

3. Seminarios programados. Suponen un 5% de las horas totales asignadas a la Unidad. Se imparte un seminario a la semana, durante todo el cuatrimestre, sobre temas específicos relacionados con los contenidos y sus aplicaciones, que se programan al inicio del cuatrimestre de forma acoplada al desarrollo del Módulo. Estos seminarios son impartidos por profesores del Programa de Posgrado al que pertenece el Máster o expertos en el tema abordado, durante una hora, y se reserva tiempo a continuación para que los alumnos intervengan haciendo preguntas y fomentando un pequeño coloquio.

4. Trabajo personal del alumno. Supone un 30% de las horas totales asignadas a la Unidad dentro del Módulo, de forma media para lograr un aprovechamiento adecuado de sus contenidos. El alumno estudiará estos, realizará los ejercicios propuestos en clase a tal fin así como los informes de las actividades prácticas desarrolladas. Todo este trabajo lo entregará a los profesores participantes en el Módulo, y su valoración forma parte de la evaluación final.

Al principio del curso se proporcionará al alumno la bibliografía recomendada, de carácter básico y de carácter avanzado, y en los distintos bloques de asignatura se le indicará cuáles de los libros listados son más indicados para consultar los aspectos que se están tratando.

El aprovechamiento de los contenidos se fundamenta en la unidad docente VIII.1, así como en el bloque II de temas de la unidad docente VII.1.

La realización de ejercicios y casos prácticos se realiza aplicando los métodos y herramientas de las unidades docentes del MC.I del primer cuatrimestre, que se complementan con técnicas aplicadas específicas.

## **Criterios de evaluación de la UD VIII.2**

La evaluación de los alumnos se realizará teniendo en cuenta de forma ponderada diferentes aspectos. Cada unidad docente valorará:

El trabajo personal mediante la evaluación de los ejercicios y de los informes de las actividades prácticas propuestos a lo largo del curso por el profesor (50% de la puntuación total).

La actitud del alumno en relación a las actividades presenciales, asistencia y participación activa (10% de la puntuación total).

El informe de los casos prácticos y de las visitas programadas (35% de la puntuación total). Asistencia y participación en seminarios y entrega de resumen (5%).

Los profesores propondrán exámenes específicos en aquellos casos que la evaluación continua no sea posible, o su resultado sea escaso.

## **Bibliografía de la UD VIII.2**

### **Bibliografía básica**

- J.S. Bridge. 2003. *Rivers and Floodplains. Forms, processes and sedimentary record*. Blackwell, Oxford
- L.B. Leopold, M.G. Wolman y J.P. Miller. 1964. *Fluvial processes in Geomorphology*. W.H. Freeman. San Francisco, y L.B. Leopold. 1994. *A view of the river*. Harvard Univ. Press. Cambridge.
- M.J. Selby. 1993. *Hillslope materials and processes*. 2ª ed. Oxford Univ. Press. Oxford.

### **Bibliografía avanzada**

- H.H. Chang. 1988. *Fluvial processes in river engineering*. Wiley. Nueva York.
- P.Y. Julien. 2002. *River mechanics*. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- M.S. Yalin y A.M. Ferreira da Silva. 2001. *Fluvial processes*. IAHR Press, Delft.
- R. Lal ed. 1994. *Soil erosion research methods*. 2ª ed. Soil and Water Conservation Society, Ankeny.