

## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

ASIGNATURA:	HIDRÁULICA FLUVIAL		
TITULACIÓN:	Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (Plan Estudios BOE nº54 de 4/3/02)		
DEPARTAMENTO:	Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica		
ÁREA DE CONOCIMIENTO:	Ingeniería Hidráulica		
CARGA DOCENTE:	4.5 créditos	Teoría:	2.5 créditos
		Práctica:	2 créditos
CURSO:	4º		
CUATRIMESTRE:	<input checked="" type="checkbox"/> Primer cuatrimestre <input type="checkbox"/> Segundo cuatrimestre <input type="checkbox"/> Anual		
TIPO:	<input type="checkbox"/> Troncal <input type="checkbox"/> Obligatoria <input checked="" type="checkbox"/> Optativa <input type="checkbox"/> Libre configuración		
PRERREQUISITOS:	Se recomienda haber superado las asignaturas de 2º y 3º		
PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:	Miguel Ortega Sánchez		
PROFESOR/ES COLABORADOR/ES:	-		

### PRESENTACIÓN:

En la actualidad, la capacitación profesional alcanzada por un titulado en Ingeniería Civil, denominación ampliamente reconocida en el ámbito de la Unión Europea para lo que conocemos como Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, no debería atender exclusivamente a los objetivos de acceso al mercado laboral y a la movilidad académica, sino también a la calidad del servicio que la Ingeniería Civil presta a la sociedad a la que pertenece y a la que sirve. El ingeniero civil debe poder satisfacer las actuales demandas de nuestra sociedad con acierto y responsabilidad, y la obligación de saber transmitir estas cualidades a los futuros ingenieros civiles reside principalmente en la universidad, en su formación académica y en su correcta concepción del ingeniero. Éste debe tener capacidad gestora, debe hacer propuestas técnicamente perfectas, económicamente viables, políticamente correctas y socialmente aceptables, debe ser respetuoso y proteger el medio ambiente, salvaguardándolo y valorando su sostenibilidad y, además, debe transmitir seguridad y fiabilidad en su trabajo.

Dado que la Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos tiene, entre otras capacitaciones profesionales, las de la regulación fluvial, el adecuado diseño y gestión de las cuencas fluviales (así como las infraestructuras asociadas) y el control de las afecciones que se puedan producir sobre otros elementos de interés (p. ej.: afecciones sobre la costa), se muestra como un elemento primordial para satisfacer las capacitaciones anteriores el adquirir cierto nivel de especialización y conocimiento sobre estas temáticas. Así, en el ámbito de las competencias hidráulicas de un ingeniero civil, se considera necesario tener conocimientos de Hidráulica Fluvial. Por ello, el objetivo general de esta asignatura es incrementar las capacitaciones hidráulicas de un ingeniero de caminos en el nuevo marco del EEES. Su ubicación dentro del plan de estudios (optativa de 4º) permite que los alumnos la cursen habiendo tenido la oportunidad de adquirir la formación previa adecuada (p. ej.: conocimientos de hidráulica o ecuaciones diferenciales).

Esta asignatura posee un marcado carácter presencial, aunque se desarrollan diferentes actividades que se enmarcan dentro del trabajo autónomo del alumno. Su contenido tratará de abarcar todos aquellos conocimientos que el profesor considera que es necesario que el alumno adquiera para desarrollar adecuadamente sus competencias profesionales.

## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

### OBJETIVOS:

Cuando concluya el desarrollo de esta asignatura se espera que usted sea capaz de:

1. Aplicar las ecuaciones del movimiento de un fluido a un río, identificando y cuantificando cuáles son los fenómenos físicos que tienen mayor importancia.
2. Caracterizar hidráulicamente un tramo de un cauce, estimando y evaluando las variables más importantes desde un punto de vista ingenieril.
3. Calcular el inicio de movimiento en un lecho granular, identificando las variables que intervienen y cuantificando su valor, así como las características geométricas de las formas de lecho asociadas.
4. Calcular, tanto cualitativa como cuantitativamente, el transporte de sedimentos que se produce en un tramo de cauce fluvial (TCF).
5. Caracterizar morfológicamente un TCF.
6. Evaluar la estabilidad y el comportamiento dinámico previsible de un TCF.
7. Diseñar y calcular las estructuras más significativas que se emplean en Ingeniería Fluvial.
8. Conocer cuáles son los efectos de los procesos de advección - difusión en ríos y cómo intervienen en el comportamiento de vertidos.

### SISTEMA DE EVALUACIÓN:

Durante el curso cada alumno puede obtener tres notas diferentes: de examen, de curso y una final.

#### NOTA DE EXAMEN (NE)

- Es la nota obtenida en el examen final, que se realiza el día, hora y lugar indicados por la ETSICCP
- El examen será de respuesta libre.
- Se compondrá de un mínimo de 5 y un máximo de 10 preguntas.
- El examen será exclusivamente teórico (no se harán cálculos).
- Se podrán preguntar aspectos teóricos sobre las diferentes prácticas realizadas en clase.

#### Comentario:

- En caso de que los alumnos lo soliciten se puede realizar un examen parcial durante la segunda quincena del mes de noviembre.
- El formato de examen (contenido y puntuación) sería el mismo que para el examen final.
- Aquellos alumnos que obtuviesen una puntuación mínima en dicho examen (30%) pueden presentarse al final sólo con la parte restante de la asignatura.
- La nota final del examen (Ne) sería la media del examen parcial y del examen final, en caso de haber aprobado el examen parcial, o la nota del examen final, en caso de acudir únicamente a este último.

#### NOTA DE CURSO (NC)

- Es la nota obtenida como resultado del trabajo realizado por el alumno durante el curso (prácticas).
- La nota será el resultado de hacer la media de las diferentes notas parciales obtenidas.
- Cada práctica se puntuará sobre 10.
- Durante el curso se propondrán además prácticas adicionales para aquellos alumnos que deseen mejorar la nota o ampliar conocimientos.

#### NOTA FINAL (NF)

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

$$Nf = 0.7 Ne + 0.3 Nc$$

### PROGRAMA RESUMIDO:

1. Introducción. Conceptos Generales. Concepto de Ingeniería fluvial. Ecosistema fluvial. Obras fluviales.
2. Revisión de mecánica de fluidos. Ecuaciones del movimiento. Turbulencia: descripción física y matemática. Ecuaciones de Reynolds.
3. Flujo en Canales. Revisión de flujo en lámina libre.
4. Flujo en Canales Anchos. Ecuaciones del movimiento aplicadas al caso de canales anchos. Estudio del perfil de velocidades, presiones, tensiones tangenciales, rugosidad, coeficientes de fricción y capa límite.
5. Procesos de transporte y mezcla en ríos. Advección - difusión - dispersión. Aplicación a la dilución y movimiento de vertidos en ríos.
6. Inicio de movimiento: lecho plano, pendiente longitudinal y pendiente transversal. Parámetro de Shields. Formas de lecho para flujo uniforme y unidireccional.
7. Transporte de sedimentos. Modos de transporte. Formulaciones y modelos para la cuantificación tanto del transporte por fondo como en suspensión.
8. Morfología fluvial. Revisión general de la morfología fluvial, atendiendo a las distintas clasificaciones. Predicciones sobre la forma de un cauce.
9. Estabilidad de ríos. Ecuaciones y formulaciones sobre la forma en planta y la sección transversal de un cauce en equilibrio.
10. Dinámica fluvial. Procesos que afectan al cambio en la forma del cauce. Relación con la estabilidad.

## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

11. Estabilización de cauces. Métodos de protección. Cálculo de la escollera de protección. Diques longitudinales y transversales.
12. Hidráulica de puentes. Cálculo hidráulico de la sección. Fenómenos de erosión alrededor de estructuras. Cálculo de la erosión y diseño de protecciones.
13. Encauzamientos. Conceptos generales. Diseño y cálculo de encauzamientos.
14. Obras de protección frente a inundaciones.

---

### PROGRAMA DETALLADO: (*contenidos y distribución en créditos de la carga lectiva*)

---

Tema 1 [1 h ~ ECTS 2.5 h]: Introducción y conceptos generales

Objetivos: (1) aprender los conceptos básicos de la Ingeniería Fluvial; (2) conocer los objetivos de la asignatura y lo que se espera hacer y desarrollar a lo largo del curso; (3) conocer las capacitaciones que adquirirá el alumno.

Contenido:

1. Introducción
2. Definiciones generales:
  - a. Concepto de Ingeniería Fluvial
  - b. Concepto de ecosistema fluvial
  - c. Concepto y tipologías principales de las obras fluviales
3. Ejemplos

Tema 2 [5 h ~ ECTS 12.5 h]: Revisión de mecánica de fluidos

Objetivos: (1) recordar los conceptos básicos de mecánica de fluidos necesarios para el desarrollo de la asignatura y aprender conceptos novedosos de gran importancia (p. ej.: flujo bidimensional, flujo estacionario...); (2) aprender el uso de las escalas del movimiento y cómo estimar el orden de magnitud de los diferentes términos de las ecuaciones de gobierno; (3) aprender el fenómeno físico de la turbulencia y derivar las ecuaciones de Reynolds; evaluar su importancia en el estudio de los fenómenos fluviales; (4) aplicar las ecuaciones del movimiento a un río.

Contenido:

1. Ecuaciones del movimiento
  - a. Ecuaciones de Navier-Stokes
  - b. Ecuaciones de Euler
  - c. Ecuación de Bernouilli
2. Movimiento turbulento
  - a. Generación de la turbulencia
  - b. Descripción matemática de los flujos turbulentos
  - c. Ecuaciones de Reynolds
  - d. Problema del cierre turbulento
3. Aplicación de las ecuaciones del movimiento a un río
4. Ecuaciones de Saint Venant

Tema 3 [1 h ~ ECTS 2.5 h]: Flujo en canales abiertos

Objetivos: (1) recordar los conceptos básicos de flujo en lámina libre y canales; (2) estudiar los números adimensionales y cuantificar su importancia; (3) calcular caudales y/o velocidades empleando la fórmula de Manning; (3) deducir y aplicar la ecuación de la energía.

Contenido:

1. Clasificación del flujo en canales abiertos
2. Flujo uniforme
  - a. Fórmula de Chézy
  - b. Ecuación de Manning
3. Ecuación de la energía
  - a. Energía específica
4. Flujo crítico, subcrítico y supercrítico
5. Resalto hidráulico

Tema 4 [4 h ~ ECTS 10 h]: Flujo permanente y uniforme en canales anchos

Objetivos: (1) aplicar los conceptos expuestos en los temas anteriores al estudio de los flujos en canales anchos; (2) calcular el perfil de velocidades y de tensiones tangenciales; (3) analizar la forma de la sección ideal desde un punto de vista hidráulico; (4) comparar las semejanzas y las diferencias entre los conceptos anteriores aplicados a canales anchos y a entornos fluviales.

Contenido:

1. Planteamiento y resolución de las ecuaciones
  2. Estudio del perfil de velocidades
    - a. Régimen laminar
    - b. Régimen turbulento
-

## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

3. Descarga para lecho fijo
4. Descarga para lecho móvil
  - a. Distribución de tensiones en una sección
  - b. Sección ideal estable

Tema 5 [8 h - ECTS 20 h]: Procesos de advección - difusión en ríos.

Objetivos: (1) conocer los procesos relacionados con la mecánica de fluidos ambientales y evaluar su importancia; (2) capacitar al alumno en el manejo de los conceptos y de las herramientas que le permitan analizar y cuantificar cómo se producen los procesos de mezcla en ríos.

Contenido:

1. Introducción. Ecuación de la difusión
  - a. Definición de mecánica de fluidos ambientales
  - b. Conceptos previos
  - c. Difusión
2. Ecuación de advección - difusión
  - a. Derivación de la ecuación de advección - difusión
  - b. Soluciones a la ecuación de advección - difusión
  - c. Aplicaciones
3. Mezcla en ríos: difusión turbulenta y dispersión
  - a. Turbulencia y mezcla
  - b. Dispersión longitudinal
4. Calidad de aguas

Tema 6 [3 h - ECTS 7.5 h]: Inicio de movimiento y formas de lecho

Objetivos: (1) evaluar las propiedades más significativas del sedimento desde el punto de vista de la hidráulica fluvial; (2) aplicar los conceptos desarrollados durante la primera parte de la asignatura al estudio del inicio de movimiento del lecho granular; (3) calcular cuándo y cómo se producirá dicho inicio de movimiento; (4) calcular las formas de lecho asociadas y analizar su influencia en la rugosidad.

Contenido:

1. Propiedades del sedimento
2. Inicio de movimiento
  - a. Variables que intervienen
  - b. Análisis experimental: parámetro de Shields
  - c. Solución analítica
3. Formas de lecho
  - a. Clasificación y dimensiones
  - b. Rugosidad equivalente

Tema 7 [4 h - ECTS 10 h]: Transporte de sedimentos

Objetivos: (1) comprender la importancia del transporte de sedimentos y conocer aquellas situaciones en las que es necesario su cálculo; (2) conocer los diferentes modos y tipos de transporte; (3) calcular el transporte de sedimentos para un flujo uniforme, estacionario y unidireccional.

Contenido:

1. Introducción. Aplicaciones
2. Modos de transporte
3. Datos necesarios para su cálculo
4. Transporte de sedimentos en flujo uniforme y estacionario
  - a. Transporte por fondo
  - b. Transporte en suspensión
  - c. Transporte total

Tema 8 [2 h - ECTS 5 h]: Morfología fluvial

Objetivos: (1) repasar conceptos de morfología fluvial; (2) aprender a clasificar morfológicamente un tramo de un río; (3) evaluar los parámetros geométricos más importantes y extraer la máxima información a partir de la morfología.

Contenido:

1. Clasificación básica de los ríos (tramos)
  2. Geometría de un río
    - a. Perfil longitudinal
    - b. Parámetros geométricos
  3. Caudal dominante
  4. Tipología de cauces
  5. Clasificación de los cauces en Ingeniería
-

## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

### 6. Leyes de Fargue

Tema 9 [3 h ~ ECTS 7.5 h]: Estabilidad de ríos

Objetivos: (1) calcular la estabilidad de una partícula en el talud de un cauce; (2) analizar cuándo se puede considerar que un cauce es estable; (3) determinar de forma aproximada cómo será la geometría longitudinal de un cauce; (4) calcular cuándo, cómo y por qué se moverá lateralmente un cauce.

Contenido:

1. Introducción
2. Estabilidad de una partícula en un talud
3. Estabilidad del cauce
4. Equilibrio en curvas
5. Geometría longitudinal
6. Migración lateral de un cauce: meandros

Tema 10 [3 h ~ ECTS 7.5 h]: Dinámica de ríos

Objetivos: (1) aprender cuáles son los parámetros más importantes que, de forma general, afectan a las variaciones morfológicas de un cauce; (2) conocer diferentes técnicas para prever y evaluar dichas variaciones; (3) caracterizar la influencia de los procesos erosivos y deposicionales en cauces.

Contenido:

1. Efectos del caudal en la morfología
2. Analogía de la balanza de Lané
3. Método de la predicción de la respuesta
4. Relaciones cuantitativas
5. Procesos erosivos en cauces
  - a. Profundización de la sección
  - b. Armado del lecho
7. Procesos deposicionales en cauces

Tema 11 [3 h ~ ECTS 7.5 h]: Estabilización de cauces

Objetivos: (1) aprender las técnicas que se pueden emplear para incrementar la estabilidad de un cauce; (2) evaluar sus ventajas y desventajas; (3) conocer cual debe emplearse en cada caso.

Contenido:

1. Finalidad
2. Revisión de la estabilidad del cauce
3. Métodos de protección
  - a. Protecciones con escollera
  - b. Protecciones con gaviones
  - c. Protecciones rígidas
  - d. Diques transversales
  - e. Diques longitudinales

Tema 12 [1 h ~ ECTS 2.5 h]: Obras de protección frente a inundaciones

Objetivo: conocer las obras que se pueden emplear para proteger frente a las inundaciones y sus características más importantes.

Contenido:

1. Consecuencias de las inundaciones
2. Condicionantes económicos de las obras de defensa
3. Acciones estructurales para evitar o reducir las inundaciones
  - a. Diques
  - b. Tipología de diques

Tema 13 [3 h ~ ECTS 7.5 h]: Hidráulica de puentes

Objetivos: (1) aprender los aspectos más importantes que se deben considerar en el diseño hidráulico de un puente; (2) conocer y calcular los efectos de la erosión local; (3) analizar las medidas que se pueden adoptar para disminuir su efecto.

Contenido:

1. Cálculo hidráulico de puentes
  2. Efectos de los puentes en las llanuras de inundación
  3. Erosión en puentes
    - a. Erosión general
    - b. Erosión localizada
    - c. Erosión local
  4. Otros ejemplos de erosión local
-

## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

- a. Flujo sobre una estructura
  - b. Flujo bajo una estructura
- 

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- García, M.H. 1996. Sediment Transport: Lecture Notes. University of Urbana-Champaign (Illinois)
  - Graf, W.H. 1998. Fluvial Hydraulics: Flow and Transport Processes in Channels of Simple Geometry. John Wiley and Sons.
  - Vide, J.P. 1998. Ingeniería de Ríos. Universidad Politécnica de Cataluña.
  - Yulien, P.Y. 2002. River Mechanics. Cambridge University Press.
- 

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Knighton, D. 1998. Fluvial Forms and Processes: a new perspective. Arnold
  - Seminara, G. and Blondeaux, P. 2001. River, Coastal and Estuarine Morphodynamics. Springer-Verlag.
  - Thorne, C.R., Hey, R.D. and Newson, M.D. 1997. Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management. John Wiley and Sons.
  - Yalin, M.S. and Ferreira da Silva, A.M. 2001. Fluvial processes. Monograph. IAHR.
- 

### OTROS RECURSOS: *(páginas web que ofrezcan información sobre la asignatura)*

<http://www.ugr.es/local/migueltos>  
<http://www.hidraulicaambiental.es>

---