



## PLAN DE ESTUDIOS 2002

ASIGNATURA: **HIDRÁULICA FLUVIAL**  
CÓDIGO **H516**  
ESPECIALIDAD/ES: **Ingeniería Hidráulica**

### Contenidos Analíticos:

1. El sistema fluvial. Descripción de los componentes y funciones del corredor fluvial. Propósito de la hidráulica fluvial. Importancia del paisaje fluvial y de la preservación del río y sus costas para satisfacer usos diversos. Descripción de los componentes y funcionamiento del corredor fluvial (La cuenca y los distintos sectores funcionales). El río como un medio continuo. Morfología y tipología del hábitat fluvial: Riberas y llanuras de inundación. Identificación de las diferentes escalas temporal y espacial en el estudio de los sistemas fluviales. Introducción al conocimiento de las comunidades fluviales (Distribución y zonificación longitudinal del río). Concepto de Régimen de caudales ecológicos.

2. Morfología de ríos. Concepto de río aluvial. Perfil longitudinal de un cauce. Tramos diferenciables: cabeceras, conos de deyección y abanico aluvial, valle fluvial, llanura aluvial de inundación, deltas. Otras formas: albardones y depresiones. Humedales. Ríos de montaña, torrentes. Variables relacionables con la forma de los cauces. Formas fluviales: cauces rectos, trenzados y meandrosos. Relaciones morfológicas y de geometría del cauce, Pendiente-grado de sinuosidad, formas fluviales-transporte de sedimentos.

3. Introducción a la mecánica fluvial. Rugosidad en cauces naturales. Flujo en cauces naturales. Ecuaciones del escurrimiento permanente y uniforme. Coeficiente de Chezy y rugosidad equivalente en lechos granulares. Influencia de los diversos factores: Tipos de lechos y márgenes, vegetación, irregularidades y obstrucciones, niveles, curvas, erosión y sedimentación. Método de Cowan. Método fotográfico de Barnes. Aplicación del criterio de Strickler. Cauces con rugosidad compuesta.

4. Sedimentología. Fuentes de producción de los sedimentos y características. Fenómenos de erosión superficial de suelos y de remoción en masa. Fórmulas USLE, Gavrilovic, etc. Rendimientos. Conocimiento de la problemática de los principales ríos nacionales, tasa anual de sedimentos. Características y propiedades de los sedimentos: Caracterización y clasificación: origen, tamaños, forma, densidad, velocidad de caída, porosidad. Determinación de la densidad aparente de depósitos de embalse.

5. Condiciones críticas para inicio de movimiento en lechos granulares. Condiciones críticas para inicio de movimiento: Equilibrio de partículas en el lecho, planteo teórico, fuerzas actuantes. Fuerza de arrastre. Experiencias de Shields. Criterio de la velocidad crítica. Diagrama de Hjulström. Influencia de diversos factores (forma de la partícula, granulometría uniforme o extendida, relación tirante -tamaño del grano, efecto de la cohesión).



6. Formas de fondo y resistencia al flujo. Interpretación de la existencia de las formas de fondo, criterios de clasificación. Lecho plano, Rizos y dunas, transición, antidunas. Estimaciones predictivas: diagrama de Albertson-Liu, Simons, Engelund & Fredsoe. Influencia de las formas del lecho en la resistencia al flujo. Evaluación de la rugosidad. métodos de Yalin y van Rijn. Determinaciones en los canales del laboratorio. Mediciones en corrientes naturales (río Paraná).

7. Erosión de lechos cohesivos. Generalidades. Variables que gobiernan el fenómeno. Factores físicos, factores químicos, y características del escurrimiento. Erosión en suelos cohesivos. Erosión en barros cohesivos. Suspensión, floculación y decantación. Investigaciones de campo y de laboratorio. Análisis de dos tipologías básicas: a) arcillas consolidadas de media a alta resistencia, b) suelos blandos cohesivos (lodos de baja resistencia).

8. Transporte de Sedimentos. Modalidades del transporte Sólido. Las fórmulas de transporte de sedimentos. Aplicaciones de la tensión de arrastre y otros métodos al acarreo de fondo. Fórmula de Du Boys. Fórmulas empíricas. Ecuaciones adimensionales, para transporte de fondo (Meyer-Peter & Müller, Einstein, Einstein-Brown); estimación del acarreo por movimiento de las formas de fondo; transporte en suspensión y transporte total, criterios de Engelund-Hansen, Einstein, etc.

9. Consecuencias del transporte de sedimentos. Caudal formativo. Aplicaciones del transporte de sedimentos. Criterio cualitativo de Lane. Desarrollo de un modelo morfológico simple para evaluar procesos de evolución del cauce. Concepto de caudal dominante o formativo. Métodos para su estimación. Ejemplos: Cambio del caudal dominante; Rectificación de cauces (corta); Efecto de la eliminación de brazos secundarios en zonas de islas; Consecuencias de las obras de dragado: a) construcción de brechas transversales, b) evolución del lecho por canalización de un tramo extenso.

10. Degradación de lechos y Sedimentación en embalses. Formación de depósitos en cabeceras de embalses. Características morfológicas. Evaluación de la sedimentación en embalses: pronósticos, estimación del transporte sólido entrante, eficiencia de retención, peso específico aparente de los depósitos, distribución de los sedimentos en el embalse. Efectos secundarios y ambientales debido a la presencia de sedimentos. Retiro de sedimentos por dragado. Procesos fluviales aguas abajo de presas. Determinación del nuevo perfil de equilibrio por corte del suministro de sedimentos. Tendencias a largo plazo. Estudio de la dinámica de confluencias, consecuencia de los regímenes variables del afluente principal y el tributario. Obras de derivación de caudales, incidencia en el estado de equilibrio del río, para diferentes manejos de los volúmenes sólidos. Estudios de caso mediante modelos físicos y modelación matemática.

11. Suspensión. Generalidades e interés práctico sobre el conocimiento del transporte en suspensión. Estimación de la carga en suspensión. La difusión en el movimiento turbulento. Aproximación general de la ecuación diferencial. Distribución de concentraciones en la vertical (solución de Rouse). Método de Einstein Modificado. Limitaciones del método; problemas prácticos y observaciones de campo. Características del gasto sólido medido en ríos. Aforos sólidos.



12. Carácter tridimensional del escurrimiento. Leyes de Fargue. Generalidades sobre el carácter tridimensional del escurrimiento fluvial. Principio del no Paralelismo. Formación de Meandros, experiencias de Friedkin y Leliavsky, solución de Schoklitsch derivada de la teoría de Sternberg. Consecuencias en los trabajos de corrección de cauces. Correlación entre Profundidad y Curvatura: Leyes empíricas de Fargue. Flujo en curvas: Corrientes secundarias de Thomson y ensayos de Engels, ecuación de Grashof. Orígenes de los Meandros. Principio de la Reflexión de Velocidades y estudios de los Meandros. Consecuencias prácticas de los efectos de las corrientes Secundarias. Ejemplos: obras de toma, etc.

13. Estabilidad de cauces naturales. Concepto de estabilidad y equilibrio de cauces. Teoría del régimen. Métodos empíricos para resolución de la estabilidad de los cauces (Teoría de Régimen). Teoría de la fuerza tractiva. Distribución del arrastre y resistencia al movimiento. Criterio de Lane. El método de la fuerza tractiva para el diseño de canales estables. Sección transversal mínima estable. Comparación y discusión de los criterios. Factores que afectan la estabilidad de los taludes. La geometría de los cauces aluviales. Comportamiento general del equilibrio dinámico. Modelos empíricos, semi-empíricos y analíticos. Relaciones morfológicas. Criterios de mínima energía. Diagrama de Chang.

14. Mejora y estabilización de ríos. Estudios específicos en ríos de montaña y torrentes: conos aluviales. Sistematización de torrentes. Estudios en ríos aluviales. Ríos navegables: mejoras y alcance de la regulación. Pasos en alto fondos o barras (estudios en el río Paraná y Uruguay). Características hidráulicas de los cauces. Relaciones fundamentales e influencia de factores hidráulicos: ancho, tirante, pendiente, rugosidad, sedimentos y meandrosidad. Gasto determinante de la configuración del lecho.

15. Obras Fluviales. Protección de márgenes fluviales. Corrección, rectificación, y canalización de ríos. Definiciones y Generalidades. Obras de defensa de márgenes, obras de encauzamiento, longitudinales y transversales. Criterios de diseño. Evaluación de las distintas acciones (arrastre, oleaje, deslizamiento del talud). Estructuras y materiales empleados. Aplicaciones.

16. Interferencias de obras de infraestructura. Socavación general y local. Erosión en secciones de emplazamiento de Puentes. Erosión generalizada. Método de Litchvan-Lebediev. Erosión transversal, Erosión local en pilas y estribos de puentes. Definición de la cota de fundación de puentes. Estimación de la socavación máxima probable. Extensión de los fenómenos de erosión a otros tipos de obra de cruce (gasoductos, etc). Obras de protección y muros de encauzamiento.

#### **Bibliografía General:**

- Picandet, P, Josch, I., Bianchi, G., Mugetti, A., y Porro, G. Apuntes de Hidráulica Fluvial, CEILP, La Plata, 1992 y ediciones posteriores. (Biblioteca del Departamento de Hidráulica).
- Vanoni, V.A. (ed.) Sedimentation Engineering, ASCE Manual and Report of Engineering Practice No.54, 1977. (Biblioteca del Departamento de Hidráulica).
- Shen, S.W. (editor), Rivers Mechanics, Fort Collins, Colorado, 1971. (Biblioteca del



Depto de Hidráulica).

- Aguirre Pé, J. Hidráulica de Sedimentos. Universidad de Los Andes, Cidiat, Mérida, 1983. (Biblioteca del Departamento de Hidráulica).
- Simons, D. & Senturk, F. Sediment Transport Technology. Water Resources Publications, Colorado, 1977. (Biblioteca del Departamento de Hidráulica).
- Ven te Chow, Hidráulica de los Canales Abiertos, Editorial Diana, Mexico 1983, (Biblioteca del Depto de Hidráulica).
- Henderson, F. M. Open Channel Flow. 1966. (Biblioteca del Departamento de Hidráulica).
- Raudkivi, A.J. Loose Boundary Hydraulics, 1992. (Biblioteca del Departamento de Hidráulica).
- Martin Vide, J.P. Ingeniería Fluvial. Edicions UPC, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 1997. (Biblioteca del Departamento de Hidráulica).
- Thorne, Bathurst & Hey (ed), Sediment Transport in Gravel Bed Rivers, John Wiley & Sons, 1992 (Biblioteca del Depto de Hidráulica).
- Petts, G.E. & Amoros, C. Fluvial Hydrosystems., Chapman & Hall, 1998. (Biblioteca Depto Hidráulica).
- González del Tanago, M et al, Restauración de Ríos y Riveras. Fundación Conde del Valle de Salazar y Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1998. (Biblioteca de Depto de Hidráulica).