

PROGRAMA DE ESTUDIO DE ASIGNATURA

HIDRAULICA DE RIOS

INGENIERIA HIDRÁULICA

AÑO 2017

EQUIPO DOCENTE

Hector Daniel Farias

Ing. Hidráulico, M.Sc., Profesor Titular

María Teresita Pilán

Ing. Hidráulico, M.Sc., Jefe de Trabajos Prácticos

Francisco José Pece

Ing. Hidráulico, M.Sc., Profesor Adjunto

PLAN 2004

1.- IDENTIFICACIÓN:

1.1- Nombre de la Asignatura : **HIDRAULICA DE RÍOS**

1.2- Carrera : **Ingeniería Hidraulica**

1.3- Ubicación de la Asignatura

1.3.1- Módulo 8 (octavo) – Año 4^o: Obligatoria - Duración del Módulo: 15 (quince) semanas.

1.3.2- Correlativas Anteriores:

Mecánica de los Fluidos (aprobada)
Estabilidad III (aprobada)
Topografía (aprobada)
Mecánica de los suelos (regularizada)
Hidrología (regularizada)

1.3.3- Correlativas Posteriores:

1.4- Objetivos establecidos en el Plan de Estudios para la Asignatura

- Presentar el estado actual del conocimiento en Hidráulica de Ríos.
- Analizar los procesos físicos del transporte de sedimentos, las ecuaciones descriptivas del flujo en ríos y cauces naturales, procesos de erosión y sedimentación, y su incidencia e interacción con obras civiles en ambientes fluviales.
- Enfatizar las aplicaciones prácticas de los conceptos impartidos para la solución de problemáticas tecnológicas que se presentan con asiduidad en la Ingeniería Hidráulica, y en particular, con la Ingeniería Fluvial.

1.5- Contenidos mínimos establecidos en el Plan de Estudios para la Asignatura

Aspectos fundamentales, análisis dimensional de variables en flujos a superficie libre. Comportamiento de cauces naturales. Principios de Morfología Fluvial. Origen y propiedades de los sedimentos fluviales. Iniciación del movimiento de partículas sólidas. Formas de fondo y resistencia al flujo en corrientes aluviales. Mecánica del Transporte de sedimentos. Erosión en cuencas y cauces, y sedimentación en cursos fluviales y cuerpos de agua. Estabilidad de cauces y diseño de canales en régimen. Introducción a la Ingeniería Fluvial y diseño de obras de protección para el control de la erosión y sedimentación.

1.6- Carga horaria semanal y total: 6 horas de clases; 4 de Teoría y 2 de Práctica. Total 90 has. (sobre la base de 15 semanas el módulo)

1.7- Año académico: 2017

2.- PRESENTACIÓN

2.1.- Ubicación de la Asignatura como tramo de conocimiento de una disciplina

Esta asignatura resulta complementaria de aquellas en las que se estudian los procesos hidráulicos y sus aplicaciones ingenieriles y se enmarca dentro de las ciencias hídricas que comprenden el uso, gestión y control de los recursos hídricos superficiales. En particular, se enmarca dentro de la disciplina hidráulica fluvial, encargada de estudiar todos los aspectos relativos a las corrientes líquidas naturales y especialmente el tema de transporte de sedimentos y sus implicancias sobre las estructuras y construcciones emplazadas en áreas de influencias de ríos y lagos.

2.2.- Conocimientos y habilidades previas que permiten encarar el aprendizaje de la Asignatura

Para un adecuado aprendizaje de la asignatura se requieren, como conocimientos y habilidades previas: hidráulica fundamental, ecuaciones fundamentales del movimiento de líquidos, aspectos básicos de mecánica del medio continuo, hidrología de superficie, estimación y medición de caudales, manejo de aplicaciones y técnicas de programación en computadoras personales.

3.- OBJETIVOS

3.1- Objetivos Generales

El objetivo general de la asignatura es el de presentar el estado actual del conocimiento en la Hidráulica de Ríos y la Mecánica Fluvial, analizando los aspectos teóricos y prácticos del movimiento de agua y sedimentos en las corrientes naturales y enfatizando las aplicaciones prácticas de los conceptos introducidos para la solución de problemáticas tecnológicas que se presentan con asiduidad en la Ingeniería Civil, y sus especialidades vías de comunicación y recursos hídricos.

3.2- Objetivos Específicos

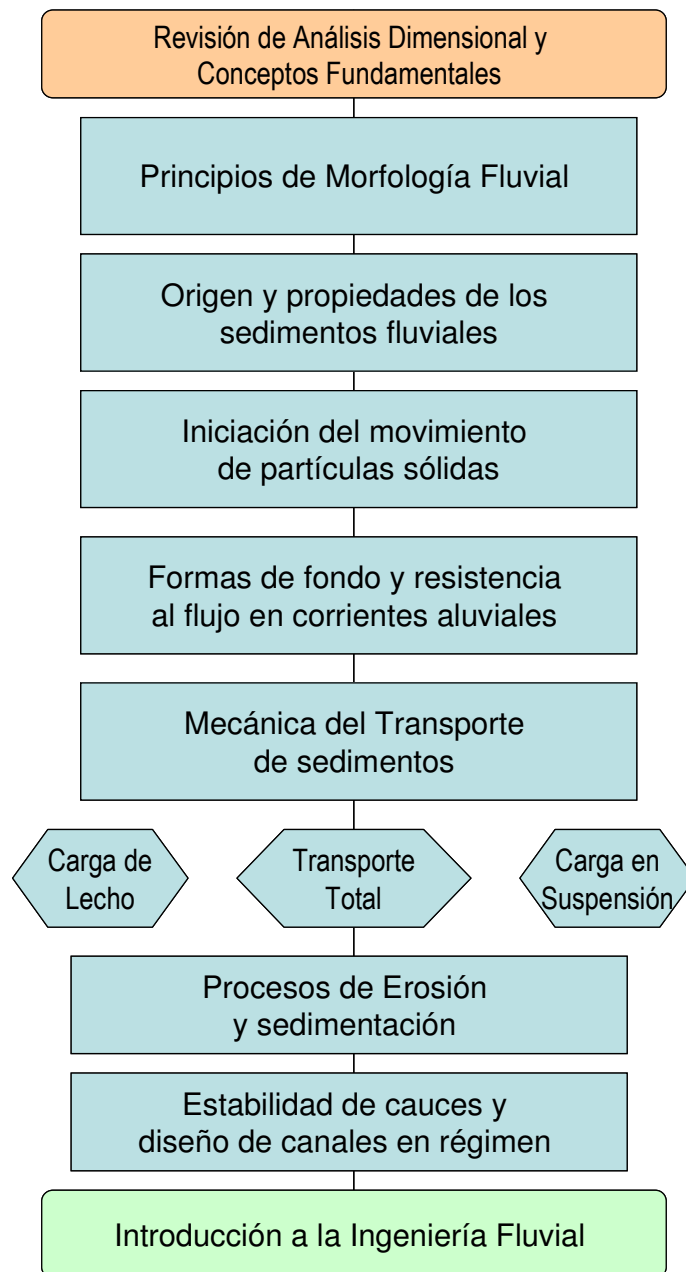
El objetivo específico es capacitar al alumno para que, con el desarrollo del curso, adquiera los conocimientos fundamentales del movimiento del agua y sedimentos en los ríos naturales y desarrolle habilidades para acometer problemas de estudios y diseños relacionados con la ingeniería fluvial.

4.- SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS

4.1.- Programa Sintético sobre la base de los Contenidos Mínimos

1. Revisión de Análisis Dimensional y Conceptos Fundamentales
2. Principios de Morfología Fluvial
3. Origen y propiedades de los sedimentos fluviales
4. Iniciación del movimiento de partículas sólidas
5. Formas de fondo y resistencia al flujo en corrientes aluviales
6. Mecánica del Transporte de sedimentos
7. Procesos de Erosión y sedimentación
8. Estabilidad de cauces y diseño de canales en régimen
9. Introducción a la Ingeniería Fluvial

4.2.- Articulación Temática de la Asignatura



4.3.- Programa Analítico.

CAPITULO I : Fundamentos. Revisión de Análisis Dimensional y Conceptos Fundamentales. Introducción. Desarrollo Histórico de la Hidráulica de Ríos. Variables fundamentales usadas en Hidráulica Fluvial. Dimensiones y Unidades. Teorema de Vaschy-Busckingham. Fundamentos y Métodos de la Hidráulica Fluvial. Parámetros Adimensionales esenciales en flujos a superficie libre. Ejercicios y aplicaciones.

CAPITULO II : Conceptos Básicos de Morfología Fluvial. Propiedades de Cuencas hidrográficas: parámetros físicos y geométricos característicos; sistemas de ordenamiento de la red de drenaje; leyes de bifurcación, longitudes y áreas interfluviales. Componentes básicos del sistema fluvial: procesos fisiográficos dominantes. Clasificación de ríos: alineamiento planimétrico, planicies de inundación, geometría de los cauces, perfiles longitudinales. Evolución natural de un río; condiciones de cuasi-equilibrio. Implicancias prácticas.

CAPITULO III : Propiedades de los sedimentos fluviales. Tamaño y forma de las partículas. Clasificación según tamaño. Distribución granulométrica: diámetros característicos. Leyes de distribución teóricas. Velocidad de sedimentación de partículas sólidas. Parámetros adimensionales característicos. Distintas formulaciones para calcular la velocidad de caída de granos. Aplicaciones prácticas en Ingeniería de Ríos.

CAPITULO IV : Movimiento incipiente de partículas de sedimento. Fuerzas actuantes sobre una partícula depositada en un lecho fluvial. Condiciones de equilibrio. Movimiento incipiente. Análisis cuantitativo de la estabilidad: Diagrama de Shields y variantes. Enfoques basados en tensión de corte. Criterios alternativos basados en la velocidad del flujo. Concepto de velocidad crítica. Aplicaciones prácticas.

CAPITULO V : Formas de fondo y resistencia al flujo en corrientes aluviales. Formación de ondas de sedimentos. Formas de fondo: rizados, dunas, antidunas. Clasificación de formas de fondo. Estudios experimentales y teóricos. Predicción de formas de fondo. Resistencia al flujo en corrientes con contornos móviles. Separación de los componentes de fricción aluvial. Enfoques basados en la resistencia global. Metodologías para la evaluación cuantitativa del factor de fricción. Aplicaciones prácticas.

CAPITULO VI : Mecánica del Transporte de sedimentos. Generalidades. Definiciones, convenciones y conceptos básicos. Distintas modalidades de transporte de material de lecho: arrastre en la capa de fondo, saltación y suspensión. Caudal sólido total de un río. Métodos, instrumentos y procedimientos para la medición del gasto sólido en ríos. Formulaciones para la cuantificación del caudal sólido en ríos. Fórmulas prácticas: ventajas, limitaciones y rangos de validez. Ejemplos y aplicaciones prácticas.

CAPITULO VII : Erosión en cuencas y cauces. Sedimentación en cuerpos de agua. El proceso de erosión hídrica: factores que controlan la erosión en una cuenca. Producción de sedimentos en un área: métodos de estimación. Socavación en cauces fluviales. Erosión general y erosiones locales. Procesos de degradación y agradación. Sedimentación en embalses. Aplicaciones.

CAPITULO VIII : Estabilidad de cauces y diseño de canales en régimen. Generalidades. Grados de libertad de un sistema fluvial. Geometría hidráulica de cauces naturales. Enfoques empíricos. Teoría del régimen. Criterios semi-empíricos. Métodos racionales y analíticos. Diseño de canales sin revestir. Aplicaciones prácticas.

CAPITULO VIII : Introducción a la Ingeniería Fluvial. Obras civiles en ambientes fluviales. Aspectos básicos de la hidráulica de puentes. Control de la erosión en elementos estructurales de puentes. Software de cálculo. Obras para la protección de márgenes: distintas tipologías y materiales. Obras para la adecuación hidráulica y alineamiento de cauces: espigones y protecciones continuas. Control de erosión aguas debajo de obras hidráulicas. Obras para mitigación de efectos de inundaciones. Aplicaciones. Estudios de casos.

4.4.- Programa y cronograma de Trabajos Prácticos

| Trabajos Prácticos | Duración Estimativa |
|--|----------------------------|
| T.P.No. 1: Fundamentos y Propiedades de Sedimentos | 1 semanas |
| T.P.No. 2: Análisis Cuantitativo de las Formas de Erosión | 2 semanas |
| T.P.No. 3: Iniciación del Movimiento de Partículas Sólidas | 2 semanas |
| T.P.No. 4: Mecánica del Transporte de Sedimentos | 3 semanas |
| T.P.No. 5: Procesos de Erosión y Sedimentación | 2 semanas |
| T.P.No. 6: Estabilidad de Cauces / Canales Estables | 2 semanas |
| T.P.No. 7: Ingeniería Fluvial | 1 semanas |

4.5.- Programa y cronograma de Laboratorio: Nómina de Trabajos en Laboratorio con la temática a tratar.

Prácticas en base a los capítulos VI, VII y VIII del Programa Analítico

| Capítulo | Tema | Trabajo Práctico |
|-----------------|--|---|
| V | Análisis Cuantitativo de las Formas de Erosión | Identificación de formas de fondo |
| VI | Transporte de Sedimentos | Calibración de ecuaciones de Transporte de Sedimentos |
| VII | Erosión y Sedimentación | Socavación general y localizada |
| VIII | Estabilidad de Cauces | Determinación de la Sección Estable de un canal |

La duración de estas prácticas es de 2 semanas.

4.6.- Otros: Nómina de Trabajos de campo, Talleres, Residencia, etc., con la temática a tratar

Trabajo de campaña: Transporte de sedimentos en ríos naturales. Estimación con distintas fórmulas. Se prevé un relevamiento de campaña de un río natural de la región que incluye topografía (perfil longitudinal y secciones transversales), determinación de parámetros morfométricos, muestreo de sedimentos y análisis de laboratorio y cálculos complementarios en gabinete.

5.- BIBLIOGRAFÍA

5.1.- Bibliografía General

Aguirre Pe, J. (1981) . *Hidráulica de Sedimentos*, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT), Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela.

Chang, Howard H. (1988). *Fluvial Processes in River Engineering*. J. Wiley & Sons. NY, USA.

Julien, P. Y. (1995). *River Mechanics*. Cambridge University Press. New York, United States of America.

Maza Alvarez, J.A. y García Flores, M. (1996) . *Transporte de Sedimentos. Manual de Ingeniería de Ríos*. Series del Instituto de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.

Martín Vide, J. P. (1997). *Ingeniería Fluvial*. Edicions UPC, Universidad Politècnica de Catalunya. Barcelona, España.

Leliavsky, Serge (1966). *Introducción a la Hidráulica Fluvial*. Dover Publications. USA.

5.2- Bibliografía Específica Marco con rojo los que cargo en esta asignatura

Chow, V. T. 1982: *Hidráulica de los Canales Abiertos*, Editorial Diana, México D.F., México.

French, R. H. 1988: *Hidráulica de Canales Abiertos*, McGraw Hill, México D.F., México.

Henderson, F. M. 1966: *Open Channel Flow*, Macmillan Publishing, London, United Kingdom.

Chaudhry. M. Hanif. 1993: *Open Channel Flow*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey .

Aguirre, J. 1974: *Hidráulica de Canales*, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, Mérida, Venezuela.

Pujol, A. y Menendez, A. N. 1987: *Análisis Unidimensional de Escurrimiento en Canales*, Ed. EUDEBA, Bs.As., Argentina.

Julien, P. Y. (1995). *Erosion and Sedimentation*. Cambridge University Press. New York, United States of America.

Yang, Chih Ted (1996). *Sediment Transport: Theory and Practice*. McGraw-Hill. New York, USA.

Garde, R. & Ranga-Raju, K. (1985). *Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems*. Second Edition. Haested Press-Wiley, New Delhi, India. 1985.

Jansen, P. ; De Vries, M. (1987). *Principles of River Engineering*. Nedeco. Delft, The Netherlands.

Yalin, M. S. & Ferreira da Silva, A. M. (2001). *Fluvial Processes*. IAHR Monograph. Delft, The Netherlands.

Leopold, L.B., Wolman, M.G., and Miller, J.P. (1964). *Fluvial Processes in Geomorphology*. W.H. Freeman and Co., San Francisco, USA, 522 pp.

Graf, W. H. (1971). *Hydraulics of Sediment Transport*. Mc Graw Hill, New York, USA.

Simons D.B. & Sentürk, F. (1992). *Sediment Transport Technology. Water and sediment dynamics.* Water Resources Publications, Littleton, CO, USA

González del Tánago, M. y G. de Jalón, D. (1995). *Restauración de Ríos y Riberas.* Escuela T.S. de Ingenieros de Montes, Madrid, España.

Strahler, A. N. & Strahler, A. H. (1989). *Geografía Física.* 3ra Edición. Editorial Omega. Barcelona, España.

5.3.- Publicaciones Periódicas

Journal of Hydraulic Engineering, American Society of Civil Engineers, New York, U.S.A.

Journal of Hydraulic Research, International Association for Hydraulic Research, Delft, The Netherlands.

Journal of Fluid Mechanics, Oxford University Press, Oxford, England.

HydroSoft, Computational Mechanics Group, London, England.

Hydro Delft, Delft Hydraulics, Delft, The Netherlands.

Danish Hydraulics, Danish Hydraulic Institute, Horsholm, Denmark.

Journal of Irrigation and Drainage Engineering, American Society of Civil Engineers, New York, U.S.A.

Water Resources Research, American Geophysical Union, Washington, D.C., U.S.A.

6.- ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

6.1.- Aspectos pedagógicos y didácticos.

Las clases teóricas se desarrollan en forma magistral, implementándose para cada concepto un ejemplo concreto para una mejor comprensión del alumno. Para cada tema impartido se presentan las referencias bibliográficas recomendadas para la consolidación y ampliación de los conceptos en forma personal. Para la exposición de algunos temas, tales como los referidos a las aplicaciones informáticas y paquetes de software para la solución de problemas de hidráulica de ríos, se emplean elementos visuales computarizados. En estos casos, se presentan en tiempo real los paquetes de software y su aplicación a distintos temas de la asignatura.

Desde las clases prácticas, se introduce a los alumnos en el uso de paquetes de software específicos para la resolución de las guías. En especial, se incentiva el empleo de sistemas de hojas de cálculo y paquetes matemáticos simbólicos. El alumno cuenta con el asesoramiento permanente del equipo docente a cargo de la asignatura y con los recursos informáticos del Departamento de Recursos Hídricos.

6.2.- Actividades de los Alumnos y de los Docentes.

El alumno debe resolver diferentes guías confeccionadas por los docentes en base a la teoría, bibliografía y apuntes elaborados por el equipo docente. Asimismo, a lo largo de la asignatura se desarrollan trabajos prácticos especiales que incentivan la destreza de los estudiantes en el empleo de herramientas informáticas para la solución de problemas de la asignatura. Finalmente, en la etapa final de la asignatura los estudiantes desarrollan los informes de los trabajos de campaña y laboratorio realizados.

6.3.- Cuadro sintético

| Clase | Carga Horaria | Asistencia exigida (%) | Nº de alumnos estimado | A cargo de | Técnica más usada | Énfasis en | Actividad de los alumnos | Otros |
|----------------------|---------------|------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|------------|--------------------------|-------|
| Teórica | 4 | ----- | 15 | Farias | Magistral | Conceptos | | |
| Práctica | 2 | 80 | 15 | Pilán | Dirigida | Técnicas | Resolución | |
| Teórico/ Práctica | | | | | | | | |
| Labora_ torio | 6 | 80 | 15 | Pece - Pilán | Grupal | Conceptos | Medición | |
| Otros | | | | | | | | |

6.4.- Recursos Didácticos

1. Métodos visuales (proyector de PC, retroproyector)
2. Material elaborado por la Cátedra para las distintas temáticas
3. Empleo de la Bibliografía específica en las clases Prácticas
4. Empleo de Software específico.
5. Equipos para trabajos de campaña
6. Autoevaluación en la clase

7.- EVALUACIÓN

7.1.- Evaluación Diagnóstica.

La Cátedra, en la confección de los distintos Trabajos Prácticos, evalúa el nivel que el alumno ha alcanzado hasta el presente en la carrera de Ingeniería Hidráulica, en función de su desempeño en la realización de los mismos (manejo de bibliografía, herramientas informáticas y recursos de Internet; capacidades para desarrollos matemáticos, métodos numéricos y elaboración de algoritmos de cálculo; destreza para la recolección de datos de campo y elaboración en gabinete de los mismos).

7.2.- Evaluación Formativa.

Se realiza un seguimiento personal del rendimiento de cada alumno mediante las consultas de los trabajos practicos a presentar en fecha establecida por la Cátedra. Cada trabajo será aprobado cuando cumpla con la temática requerida y mediante una expsición oral del contenido del mismo.

7.3.- Evaluación Parcial

No corresponde

7.3.1- Programa y Cronograma de Evaluaciones Parciales.

No corresponde

7.3.2- Criterios de Evaluación.

El alumno será evaluado en su capacidad de asimilar los conceptos que involucran a esta materia y su destreza para aplicarlos frente a diferentes casos, asumiendo que las herramientas previas necesarias para esta instancia están adquiridas por el alumno en una instancia anterior.

7.3.3- Escala de Valoración.

El tipo de escala adoptada es numérica.

7.4.- Evaluación.

Como los trabajos requieren la interacción de los conceptos impartidos en clase, la presentación del trabajo implica una aplicación concreta de los mismos y casi por consecuencia la aprobación del mencionado trabajo. La Cátedra propone una defensa oral del mismo a fin de fijar y defender los conceptos empleados.

7.5.- Autoevaluación

Se realizan en el marco de las clases Prácticas y en los horarios de consulta.

7.6.- Evaluación.

7.6.1- Condiciones para lograr la Promoción sin Examen Final de la Asignatura.

El régimen de promoción no se aplica a esta asignatura.

7.6.2- Condiciones para lograr la Regularidad de la Asignatura

- Asistencia al 80% de las clases prácticas
- Aprobación del 100% de los trabajos prácticos y de laboratorio
- Para reválida: se debe aprobar un examen integral

7.7- Examen Final.

El alumno que se encuentre en condición de regular estará en condiciones de presentarse a un examen final. La Cátedra le propone tres temas de los cuales el elegirá uno para desarrollar. Posterior a su exposición se le preguntará sobre los otros dos temas, reservándose la mesa la posibilidad de requerir algún otro tema del programa analítico.

7.8.- Examen Libre.

Para acceder a un examen libre, el alumno deberá rendir un examen escrito sobre la práctica (4 hs.) y si aprueba un exámen oral.