

**Carrera: INGENIERIA CIVIL**

**Plan de Estudio: Plan 1995**

**Área: HIDRÁULICA**

**Asignatura: HIDROLOGIA Y OBRAS HIDRÁULICAS**

**Carga horaria semanal: 4 horas.**

**Horarios: Lunes 18-21:15 hs y Miércoles 16:15-17:45h**



**Carga horaria total de la asignatura: 128 hs. Cátedra**

**Nivel: cuarto año**

**Anual:**



**1er. Cuatrimestre:**

**2do. Cuatrimestre:**



**Equipo docente:**

Profesor Titular: Ing Eduardo Zamanillo

Profesora Adjunta: Ing Maria Eugenia Garat

Ayudantes Alumnos: Sergio Gonfiotti

Docentes invitados: Ing Diego Arévalo – Ing Juan Martín Fernandez

**Requisitos:** conocimientos básicos de hidráulica general, topografía, geología, mecánica de suelos, estructuras, estadística y otras disciplinas.

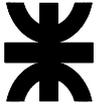
Correlativas para cursar:

Cursadas: Hidráulica general y aplicada  
Tecnología de la construcción  
Geotopografía

Aprobadas: Análisis matemático II  
Ingeniería civil II  
Física II  
Estabilidad  
Probabilidad y Estadística  
Tecnología de los Materiales

Correlativas para rendir:

Aprobadas: Hidráulica General y Aplicada  
Geotopografía  
Tecnología de la construcción



## PLANIFICACIÓN DE CÁTEDRA

### **Fundamentación de la asignatura:**

El uso, control y aprovechamiento de los recursos hídricos es y seguirá siendo en el futuro un tema de interés y de conflictos, presentando cada vez mayor demanda el uso de los cursos de agua como fuente de provisión de aguas, como vía de comunicación y como medio de generación de energía.

El graduado tecnológico deberá ejercer profesionalmente, sujeto a estos aspectos relacionados con los usos del agua, para lo cual deberá desarrollar sentido crítico y capacidad de respuesta en esta área teniendo en cuenta la realidad en la cual convive.

Dada la importancia que el agua y su uso correcto, representa no solo para el ser humano sino para todos los seres vivos, se entiende que es de importancia que el graduado tecnológico posea una buena formación en los fundamentos de la hidrología e hidráulica aplicada, la hidráulica fluvial, la protección de costas y los conceptos básicos del proyecto de presas de embalse y sus obras anexas.

### **Objetivos:**

Con base en el Perfil del Ingeniero Tecnológico, se propone dar la siguiente orientación:

- 1.- conocimiento de la problemática vinculada al área temática en el medio de inserción futuro;
2. – Conocer los conceptos físicos fundamentales de la hidrología e hidráulica fluvial;
3. - obtención de los conocimientos básicos para la resolución de problemas de ingeniería hidrológica y fluvial, protección de costas y defensa contra inundaciones;
4. - conocer la función y el funcionamiento de las obras hidráulicas;
- 5.- adquirir los elementos básicos para el diseño hidráulico, especificación y control de embalses y sus obras anexas, obras de conducción y derivación de aguas.
- 6.- presentación de problemas prácticos, utilizando las herramientas proporcionadas por las disciplinas involucradas;
- 7.- estudio de casos, donde se aprecie la importancia y el grado de aplicación de la materia.

### **Contenidos:**

#### **Unidad 1: Introducción. Procesos hidrológicos.**

Ciclo Hidrológico. Radiación. Circulación general. Humedad. Vientos Concepto de sistema. Procesos Hidrológicos. Precipitación. Intercepción. Evaporación y Evapotranspiración. Infiltración. Generación de escurrimiento superficial. Cuenca vertiente. Curvas e índices representativos.

#### **Unidad 2: Infiltración y exceso de lluvia**

Importancia de los procesos en la zona no-saturada. Ecuación de Horton. Estimación de la capacidad de infiltración. Generación de escurrimiento superficial. Determinación del escurrimiento directo de una precipitación por el método del servicio de conservación de suelos (SCS) de los EEUU.

#### **Unidad 3: Mediciones Hidrológicas**

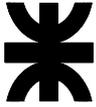
Medición del agua atmosférica. Medición del agua superficial. Aforos de cursos naturales. Relaciones H-Q. Sistemas de monitoreo. Procesamiento básico de Información hidrometeorológica.

#### **Unidad 4: Introducción a la Ingeniería Hidrológica**

Problemas del diseño hidrológico. Hidrología estadística. Análisis de frecuencia de datos hidrológicos. Distribuciones de valores extremos. Determinación de las relaciones i-d-f. Interiores de tormentas. Tormentas de diseño. Análisis de frecuencia de niveles y caudales máximos. Análisis de frecuencia regional

#### **Unidad 5: Análisis de Hidrogramas. Cálculo de hidrogramas de proyecto**

Hidrogramas. Análisis y forma de los Hidrogramas. Separación de los componentes. Relaciones elementales entre lluvia y descarga. Fórmulas empíricas. Método racional. Introducción a los sistemas lineales. Teoría del hidrograma unitario. Derivación y aplicación de hidrogramas unitarios. Hidrogramas unitarios sintéticos: Snyder, SCS, Clark. Introducción a la modelación matemática hidrológica.



#### **Unidad 6: Propagación de crecidas.**

Ecuaciones de flujo impermanente en canales. Métodos numéricos de solución de las ecuaciones. Condiciones de contorno. Calibración y verificación. Crecidas en canales naturales. Métodos basados en el almacenamiento. Propagación de crecidas por lagos y embalses. Métodos basados en soluciones simplificadas y completas de las ecuaciones. Modelos hidrodinámicos.

#### **Unidad 7: Drenaje Urbano**

Conceptos básicos. Impactos de la urbanización. Planes directores de drenaje urbano. Hidrología urbana. Microdrenaje urbano. Elementos físicos de proyecto. Dimensionamiento hidráulico. Macrodrenaje urbano. Etapas de proyecto. Determinación de posibles trazados de la red de desagües pluviales. Características de los conductos. Conducciones entubadas. Distintas formas de sección. Conducciones a cielo abierto. Sumideros. Cámaras de inspección y de empalme. Alcantarillas. Factores que condicionan el diseño hidráulico. Flujo con control de entrada y de salida.

#### **Unidad 8: Hidráulica Fluvial**

Propiedades del sedimento. Iniciación del movimiento. Velocidad crítica y tensión de corte crítica para materiales cohesivos y no-cohesivos. Curva de Shields. Modalidades del transporte de sedimentos. Fórmulas de evaluación del transporte. Einstein. Erosión de sedimentos: Erosión local y generalizada. Erosión en pilas y estribos de puentes.

#### **Unidad 9: Obras de Regularización Fluvial**

Métodos de regularización fluvial. Obras de corrección, protección y regularización. Ventajas y desventajas de cada tipo de obra. Espigones. Forma, localización, separación y pendiente. Materiales. Sistemas constructivos. Protecciones continuas: localización, talud de protección. Criterios de diseño. Materiales. Proyecto y cálculo. La interacción entre las obras hidráulicas y el ambiente.

#### **Unidad 10: Obras de Control de Inundaciones**

Medidas estructurales y no-estructurales para el control de inundaciones. Obras de defensa contra inundaciones. Ventajas y desventajas de cada tipo de obra. Diques longitudinales y perimetrales. Tipos. Variables y criterios de diseño. Materiales. Estructuras de cierre fluvial. Desvíos temporarios o permanentes. Combinaciones usuales de medidas estructurales.

#### **Unidad 11: Obras de derivación, conducción y regulación**

Elementos que constituyen las obras de derivación. Obras de toma y descarga. Las conducciones según el tipo de servicio. Conducciones a presión y a superficie libre. Canales. Características de funcionamiento. La regulación de un curso de agua. Efecto regulador de un embalse. Esquema general de las obras de embalse. Determinación de capacidad de embalse. Probabilidad de falla. Simulación. Presas de gravedad, de arco y de contrafuertes. Presas de materiales sueltos. Distintos tipos. Obras de toma en los embalses. Vertederos. Equipamiento hidromecánico. Impactos ambientales que producen las presas. Valoración económica ambiental de los impactos.

#### **Unidad 12: Obras Terminales**

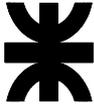
Disipadores de energía en canales, vertederos y en conductos en presión. Cuencos amortiguadores. Ubicación. Cálculo hidráulico.

#### **Unidad 13: Obras de Riego**

Red de riego. Esquemas generales de los sistemas de riego y drenaje. Sistema de riego. gravitacional, aspersión y por goteo. Drenaje superficial.

#### **Unidad 14: Aprovechamientos Hidroeléctricos**

Turbinas hidráulicas. Clasificación. Turbinas de reacción: Francis y Kaplan. Turbinas de acción: Turbina Pelton. Curvas características de funcionamiento. Distintos tipos de centrales hidroeléctricas. Centrales con acumulación por bombeo. Centrales encadenadas.



### **Estrategias metodológicas<sup>1</sup>:**

#### **Estrategias de enseñanza:**

##### **a) Exposición Teórica.**

Presentaciones conceptuales y descriptivas, para lo cual la Cátedra indicará la bibliografía adecuada para cada tema. En las mismas se harán referencias a ejemplos reales con énfasis en la problemática local, regional y nacional.

##### **b) Técnica de resolución de problemas.**

A partir de los fundamentos teóricos se propondrá a los alumnos problemas y trabajos prácticos para que apliquen las herramientas disponibles (formulas, tablas, software) lo que permitirá llegar a comprender y adquirir criterios ante situaciones problemáticas reales.

##### **c) Monografías y Presentaciones**

Se asignan temas del programa de la asignatura, con bibliografía básica y de consulta para que el alumno prepare una monografía y su exposición para sus colegas y para los integrantes de la cátedra.

##### **d) Visitas Técnicas**

Teniendo en cuenta las diversas obras vinculadas a la temática de la materia que se encuentran en la región (obras hidroeléctricas, defensa de costas, presas de embalse, puertos, etc.) se efectuaran visitas a los efectos que el alumno comprenda, evalúe y discuta las soluciones adoptadas.

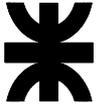
#### **Materiales curriculares (recursos):**

- Trabajos prácticos:

- TP N° 1: Características físicas de una cuenca
- TP N° 2: Tratamiento de datos de precipitación
- TP N° 3: Evaporación y evapotranspiración
- TP N° 4: Infiltración
- TP N° 5: Hidrometría
- TP N° 6: Relaciones Intensidad-duración-frecuencia
- TP N° 7: Determinación de Hidrogramas de Proyecto – Método Racional
- TP N° 8: Análisis de Frecuencia de Caudales
- TP N° 9: Determinación de Hidrogramas de Proyecto – Hidrogramas Unitarios
- TP N° 10: Determinación de Hidrogramas de Proyecto – Hidrogramas Unitarios sintéticos
- TP N° 11: Propagación de crecidas en ríos
- TP N° 12: Propagación de crecidas por embalses
- TP N° 13: Drenaje Urbano
- TP N°14: Problemas de Hidráulica Fluvial
- TP N°15: Protección de Márgenes
- TP N°16: Análisis de proyectos existentes
- TP N° 17: Determinación de capacidad de embalse
- TP N° 18: Determinación de oleaje para embalses.
- TP N° 19 Diseño hidráulico de vertederos
- TP.N° 20 Informes visita a Obras.

- Visitas Técnicas

- N° 1: Presa de Salto Grande – visión general de la presa y la central hidroeléctrica - – sistema de auscultación
- N° 2: Defensa Sur de Concordia. Obras de defensa de márgenes.
- N° 3: Presas de embalse y obras hidráulicas regionales.
- N° 4: Obras de drenaje Urbano
- N° 5: Obras de Riego



- Temas propuestos en 2019 para Monografías:
  - Modelo hidrológico HEC-HMS - aplicación simple
  - Modelo hidrodinámico HEC-RAS- aplicación simple
  - Aprovechamientos hidroeléctricos – centrales hidroeléctricas
  - Aprovechamientos hidroeléctricos – Turbinas
  - Necesidades de agua de los cultivos – métodos de riego convencional
  - Necesidades de agua de los cultivos – métodos de riego mecanizado
  - Aguas subterráneas - Hidráulica de pozos – diseño de pozos.
  - Ingeniería fluvial –mantenimiento de vías fluviales y recintos portuarios - dragado.
  - Hidrología Urbana - modelo SWMM: aplicación simple.
  - Evaluación del cambio climático en áreas urbanas.
  - Estructuras fluvio-marítimas. Diseño de escolleros.
  - Hidráulica de puentes.
  - Ingeniería de presas - obras de disipación de energía.
  - Diseño de estaciones de bombeo para riego.
  - Ingeniería de presas – Presas de Hormigón compactado a rodillo (HCR)
  - Ingeniería de presas – Presas de materiales sueltos

### **Evaluación:**

Se consideran necesarias las siguientes evaluaciones:

**Evaluación Formativa:** Determinando en que forma se ha logrado el aprendizaje en cada uno de los segmentos en que se ha dividido el programa de estudio. Durante el desarrollo del curso, en las clases teóricas mediante el planteamiento de problemas utilizando conceptos ya explicitados, fomentando discusiones y debates sobre distintos temas, buscando la participación y opinión del alumno.

En los trabajos prácticos realizando las ejercitaciones, informes, etc. presentando una Carpeta de Trabajos Prácticos y de Informes sobre los trabajos aplicados.

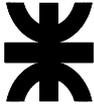
**Evaluación sumativa o de síntesis:** Para la estimación de los logros obtenidos al final de un proceso de enseñanza aprendizaje representado por una o varias unidades temáticas. En el período de enseñanza de la materia, mediante cuatro parciales teórico-prácticos, con el objetivo final de la regularización y/o promoción del curso. Para aquellos alumnos que hayan regularizado el curso se tomará examen final de carácter teórico práctico.

**Promoción:** Para promocionar la asignatura se deberá cumplir:

- 1.- Asistencia a las clases teóricas y prácticas como lo establece el reglamento de estudios de la UTN (75 %).
- 2.- La aprobación de los parciales en su totalidad con nota no inferior a ocho (8) puntos.
- 3.- La presentación y aprobación de los trabajos prácticos en las fechas determinadas por la cátedra.
- 4.- La presentación y aprobación de los Informes de visita a obras.
- 5.- Consideración conceptual que tendrá en cuenta la participación en las clases teóricas y prácticas realizadas durante el desarrollo de la materia y el trabajo de monografía.
- 6.- Aprobación de examen teórico oral al finalizar la materia (coloquio).

**Regularización:** La condición de alumno regular se hará constar con la firma de la libreta de trabajos prácticos, que se obtiene por el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- 1.- Asistencia a las clases teóricas y prácticas como lo establece el reglamento de estudios de la UTN (75 %).
- 2.- La aprobación de los parciales en su totalidad con nota no inferior a seis (6) puntos.
- 3.- La presentación y aprobación de los trabajos prácticos en las fechas determinadas por la cátedra.
- 4.- La presentación y aprobación de los Informes de de visita a obras.
- 5.- Participación en las clases teóricas y prácticas realizadas durante el desarrollo de la materia.

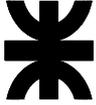


#### **Bibliografía básica:**

- Hidrología Aplicada. Chow-Maidment-Mays. Ed. Mac Graw Hill.
- Fundamentos de Hidrología de Superficie. F.J.A.Mijares. Ed. Limusa.
- Hidrología Procesos y Métodos (tercera edición). Orsolini-Zimmermann-Basile. Editora de la Universidad Nacional de Rosario.
- Hidráulica de los Canales Abiertos Chow. Ed. Mac Graw Hill.
- Estructuras Hidráulicas. Novak, Moffat y Nalluri. Mc Graw Hill.
- Tratado básico de Presas, sexta edición, 2 tomos, E. Vallarino. Colegio de Ingenieros, Canales, Caminos y Puertos, Colección Señor nº11.
- Aprovechamientos Hidroelectricos, 2 tomos, D. Cuesta y E. Vallarino. Colegio de Ingenieros, Canales, Caminos y Puertos, Colección Señor nº13.
- Aliviaderos y Desagues. Comité español de Grandes Presas. Colegio de Ingenieros, Canales, Caminos y Puertos.
- Ingeniería de los Recursos Hidráulicos. Linsley –Franzini. Ed. CECSA
- Diseño de presas Pequeñas. USDI - Bureau of Reclamation Ed. CECSA
- Obras Fluviales y Marítimas. Cardini . UTN Facultad Regional. CdU Universidad del Litoral.
- Manual de Ingeniería de Ríos. Maza Alvarez – Flores. Instituto de Ingeniería. UNAM.
- Presas de Tierra y Enrocamiento. Marsal y Reséndiz. Ed Limusa
- Ingeniería de Presas. Obras de Toma, Descarga y Desviación. Suarez Villar. Ediciones Vega.
- Ingeniería de Ríos. J. P. M. Vide. Editorial Alfaomega. Edicions UPC.
- Bombas Sumergibles y Estaciones de Bombeo. Manual FLYGT. ITT industries.

#### **Bibliografía Adicional:**

- Hidrologia, Ciencia y Aplicação. Tucci.ABRH, Editora da UFRGS.
- El cambio climático Global. Vicente Barros. Libros del Zorzal.
- Engenharia Hidrológica, Ramos et al. ABRH, Editora da UFRJ.
- Modelos Hidrológicos. Tucci.ABRH, Editora da UFRGS.
- Drenagem Urbana Tucci et al.ABRH, Editora da UFRGS.
- Arquitectura Hidráulica Schoklitsch. Ed. Gili.
- Pequeñas Obras Hidráulicas. Mattos. Unesco - PHI.
- Mecánica de fluidos y Maquinas hidráulicas. Mataix. Oxford university press.
- Maquinas Hidráulicas. Rodríguez. Ed. CEILP



- **Hydraulic Design Handbook. Mays. Ed. Mac Graw Hill.**
- **Design of flood control Structures. U.S.D.I., Bureau of Reclamation. Bureau of Reclamation**
- **Salto de agua y presas de embalse. Gómez Navarro. Escuela de Ingenieros de caminos, canales y puertos.**
- **Shore Protection Manual. US Army Corps of Engineers**
- **Handbook of Applied Hydraulics. Davis-Sorensen. Ed. Mac Graw Hill.**
- **Drenagem e controle da erosao urbana. Fendrich-Obladen. Instituto de Saneamiento Ambiental, Universidade Católica de Paraná.**
- **Principles of River Engineering. Jansen-Van Bendegom. Ed. Pitman**
- **Gestión e Impacto Ambiental. Una visión introductoria. Heinz, M; Casarotto, J: UTN-FRSF/CERIDE.**
- **Normativa de la Comisión Internacional de Grandes Presas - ICOLD.**
- **Economía Ambiental. Field, B. Mc Graw Hill. Colombia.**
- **"Dams and development. A new framework for decision- making", The Report of the World Commission on Dams, WORLD COMMISSION ON DAMS**