



# Planificaciones

8910 - Aprovechamientos Hidráulicos

Docente responsable: AROSTEGUI MARCELO PABLO

## OBJETIVOS

La enseñanza de la asignatura tiene como objetivo que los alumnos comprendan, analicen resuelvan y valoren, en los diferentes niveles de avance de un proyecto, problemas de la ingeniería civil relacionados con los diferentes usos del recurso, tales como:

- a) Interpretar el sentido económico - social - ambiental - cultural del recurso hídrico;
- b) Desarrollar sistemas agrícolas bajo riego, determinando dotación, y resolviendo problemas de salinidad y drenaje;
- c) Analizar los conceptos básicos sobre presas de embalses, sus funciones y las diferentes estructuras que las forman;
- d) Ídem respecto a las presas de derivación y nivelación;
- e) Estudiar los sistemas de transporte y distribución del recurso;
- f) Diseñar sistema de desagües y drenajes urbanos;

## CONTENIDOS MÍNIMOS

### PROGRAMA SINTÉTICO

Análisis de los diferentes usos del recurso hídrico, especialmente desde el punto de vista económico - social, como herramienta de generación de riqueza, tomando en cuenta las características de sus prioridades, la colisión entre los diferentes usos, sean o no consuntivos, y la forma en que influyen sobre la planificación hídrica regional, sin alterar el medio ambiente natural y humano. Entre los diferentes usos se enfatizará el correspondiente al riego, estudiando las condiciones de la economía de la agricultura bajo riego, en especial en estos años en que ha adquirido un mercado internacional de elevado valor. Analizar la magnitud del área a regar con un cierto volumen de agua, los avances tecnológicos en cuanto a los métodos de riego y la manera más adecuada para mantener la productividad de las tierras agrícolas en función de los niveles freáticos. Se estudiarán las diferentes estructuras hidráulicas que son indispensables para lograr la captación, almacenamiento, conducción y distribución del recurso, procurando ejemplificar dicho análisis sobre la base de obras construidas en la Argentina. Por último se analizará la manera en que dichas obras (incluida su explotación) influyen sobre los ambientes físico y humano, y la serie de medidas que deberán tomarse para el control o mitigación de los efectos que pudieren ocasionar.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### UNIDAD I – INGENIERÍA DEL RECURSO

Usos del recurso hídrico, abastecimiento a poblaciones e industrial, navegación, recreación, pesca industrial, riego y energía. Aprovechamientos de propósitos múltiples. Historia del uso del recurso, especialmente con destino a riego y energía. Leyes de la demanda. Análisis del “derecho natural al agua”. Características de la demanda en cada uno de los usos del recurso, influencia de la geografía, de la actividad productiva, de las condiciones sociales, del grado de desarrollo económico, etc. Colisiones entre los distintos usos.

#### UNIDAD II – FORMULACIÓN DE PROYECTOS

Características de los aprovechamientos hidráulicos, evolución de los estudios: identificación de la idea, inventario o perfil, prefactibilidad, factibilidad, proyecto básico, proyecto ejecutivo, ingeniería de detalle durante la ejecución de la obra y explotación (incluye operación y mantenimiento).

#### UNIDAD III - RIEGO AGRÍCOLA

Tipos de suelos y tierras agrícolas. Calidad del agua para riego: materiales en suspensión, peligrosidad salina, peligrosidad sódica, elementos nocivos. Evapotranspiración: conceptos generales, métodos experimentales de medición, métodos empíricos: Thornthwaite, Blaney y Criddle, Christensen y Grassi. Modelos de cultivos.

Oportunidad de riego. Eficiencia del riego. Métodos de riego. La demanda para riego, evolución del consumo de los productos agrícolas, evolución de los precios, elasticidad de la demanda.

Apéndice N° 1: tolerancia de los cultivos a la calidad del agua.

Apéndice N° 2: procedimientos de cálculo de la evapotranspiración.

Apéndice N° 3: cálculo del área a irrigar en función del déficit de los cultivos.

#### UNIDAD IV - CRITERIOS GENERALES SOBRE PRESAS

Conceptos generales de las obras transversales en los cauces: obras de regulación, de derivación y nivelación. Definición de las obras de regulación. Clasificación desde el punto de vista de su utilización. Cálculo de la capacidad de regulación de un embalse. Descripción sumaria de las estructuras constitutivas de una presa de embalse. Tomas, aliviaderos, disipadores de la energía, amortiguadores de cuencos, de trampolín sumergido, de trampolín no sumergido, aireación de la rápida, esclusas de navegación, transferencia de peces, etc. Condiciones geomorfológicas para su implementación. Determinación de las curvas capacidad - área - altura

correspondientes al emplazamiento de un embalse. Disminución de la capacidad por efecto de la sedimentación, criterio del "Area Increment Method". Niveles de un embalse: máximo normal, mínimo normal, etc. Revancha, acción del viento, altura de la ola, fórmulas de Zuider - Zee y Molitor. Sismicidad inducida por efectos de un embalse.

#### UNIDAD V - DISEÑO DE PRESAS DE EMBALSE

Tipos de presas: por la forma de transmitir a la fundación las cargas externas; por los materiales que las constituyen; por la diferencia de funciones. Selección del tipo de presa, criterios utilizados. Presas de gravedad: tipo de perfil, fuerzas que actúan sobre la presa, factores de seguridad, análisis de estabilidad, fenómenos térmicos, juntas, drenes. Presas de contrafuertes, evolución del perfil, características generales, criterios constructivos, compactación a rodillo dimensionamiento del perfil transversal. Presas de materiales sueltos: de tierra y de escolleras, evolución del perfil, taludes, presas homogéneas y heterogéneas, tipos de núcleos impermeables, cálculo de la estabilidad, detalles constructivos. Presas de arco: perfil tipo, criterios de cálculo.

#### UNIDAD VI - ESTRUCTURAS DE LAS PRESAS

Tipos de aliviaderos: perfil guiado, de conducto, sifón. Aireación de la rápida. Colchón o cuenco de amortiguación. Salto de sky. Obras de toma y descargadores de fondo. Conductos y transiciones. Tipos de compuertas: planas y circulares (sector y segmento). Válvulas: mariposas, esféricas, de cono hueco, etc. Necesidad de amortiguación. Estructuras de transferencia de peces: escalera, rampa, ascensor, tubo de Borland. Eficacia. Dársenas de navegación, funcionamiento, ubicación en planta respecto al eje de la presa y al resto de las estructuras.

#### UNIDAD VII - DISTRIBUCIÓN DEL RECURSO

Tema 1): Azudes

Conceptos generales sobre azudes. Esquema general de un azud. Elementos constitutivos: aliviadero, disipadores de la energía, amortiguadores de cuencos, de trampolín sumergido, de trampolín no sumergido, obra de toma, diferentes disposiciones. Efectos de los azudes y su ubicación. Clasificación de los azudes: por la disposición planimétrica, por la forma del remanso, por la naturaleza de los materiales, por la naturaleza de la fundación. Azudes en terrenos permeables: leyes de Bligh y Lane. Criterios de distribución de la subpresión. Azudes móviles: tipos de compuertas.

Tema 2): Canales y obras de arte

Diversos usos de los canales. Trazado general de los canales. Diversos tipos de secciones transversales (taludes, revancha, banquinas, etc.). Características del coeficiente de rugosidad. Pérdidas en canales. Secciones estables. Tipos de revestimientos: revestimientos arcillosos, suelos cemento, hormigones, etc. Tipos de juntas en canales. Pendiente longitudinal, velocidades máximas y mínimas, problemas de erosión y sedimentación. Trazado general de un sistema de canales de distribución: canales aductores o matrices, primarios, secundarios, terciarios, etc. Obras de toma y regulación. Aliviaderos. Canales en régimen no permanente: transiciones, curvas, perturbaciones, etc. Transiciones de entrada y salida. Depósitos de sedimentación, ubicación, cálculos de capacidad, elementos constructivos. Sifones, acueductos, aforadores, tomas de derivación, compuertas planas y automáticas, partidores, etc.

#### UNIDAD VIII - DESAGÜES PLUVIALES URBANOS

Criterios para la determinación del área de aporte de una cuenca urbana. Análisis expeditivos de los modelos lluvia - caudal aplicables a áreas urbanas. Revisión de los de los conceptos referidos al régimen de transporte del agua: movimientos permanentes e impermanentes, uniformes y variados. Revisión de los conceptos referidos a la circulación de ondas en canales. Análisis de soluciones estructurales y no estructurales. Su relación con la planificación urbana. Criterios de diseño y cálculo de las conducciones hidráulicas de desagüe urbano. Obras de arte, materiales de construcción. Soluciones típicas utilizadas para sumideros, cámaras de inspección, tapas de registro, etc. Problemas ambientales derivados de las conducciones a cielo abierto. Conducciones a gravedad (a superficie libre), y por bombeo (a presión).

### BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS:

UNIDAD I – INGENIERIA DEL RECURSO

- "Ingeniería de los recursos hidráulicos", (1974) Linsley Francini (C.E.C.S.A.);
- "Ingeniería de sistema hidráulicos", (1974) Hall and Dracop;
- "Historia de la Ingeniería Argentina", (1981) Centro Argentino de Ingenieros;
- "El nacimiento del hombre", (1980) Roberto Clarke;
- "Proyectos hidroeléctricos de propósitos múltiples", (1988) Antonio Viladrich Moreira;
- "Técnicas de utilización y conservación de los recursos hídricos para usos domésticos e industriales y para la agricultura y la energía", (1989) Alberto Calcagno;

## UNIDAD II - FORMULACIÓN DE PROYECTOS

- "Apuntes de las Unidades del Curso", Armando Sánchez Guzmán;

## UNIDAD III - RIEGO

- "Principios y aplicaciones del riego", (1965) Israelsen - Hansen (Reverte);
- "El riego", (1971) Domínguez García-Tejero (Dossat);
- "Riego y drenaje", (1961) I.N.T.A.;
- "Métodos de riego", (1972) Carlos Grassi (CIDIAT);
- "Riego y drenaje", (1990) Johan Berlijn - Cor Brouwer (Trillas);

## UNIDAD IV - CRITERIOS GENERALES SOBRE PRESAS

### UNIDAD V - DISEÑO DE PRESAS DE EMBALSE

### UNIDAD VI - ESTRUCTURAS DE LAS PRESAS

- "Saltos de agua y presas de embalses" tomos I Y II, (1958) Gómez Navarro - Aracil Segura (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - España);
- "Design of Small Dams", (1965) Bureau of Reclamation (U.S.A.);
- "Handbook of Applied Hydraulics", (1969) Davis - Sorensen (Mc Graw Hill);
- "Design of Gravity Dams", (1976) Bureau of Reclamation (U.S.A.);
- "Design of Arch Dams", (1977) Bureau of Reclamation (U.S.A.);
- "Engineering and Design Stability of Earth and Rock-Fill Dams", (1970). Corps of Engineers (U.S.A.);
- "Low-Head Power Plants", (1987) Emil Mosonyi;
- "Tratado Básico de Presas", (1991) Eugenio Vallarino (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - España);
- "Development of Dam Engineering in the United States", (1988) Kollgaard and Chadwik;
- "Ingeniería de Presas: Obras de toma y descarga", (1978) I. M. Suárez Villar;
- "Davis' Handbook of Applied Hydraulics", (1993) Ziparro and Hasen;

## UNIDAD VII - DISTRIBUCIÓN DEL RECURSO

- "Saltos de agua y presas de embalses" tomos I Y II, (1958) Gómez Navarro - Aracil Segura (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - España);
- "Design of Small Channel Structures", (1974) Bureau of Reclamation (U.S.A.);
- "Pequeñas obras hidráulicas", (1976) D.B. Kraatz y Mahajan;

## UNIDAD VIII - DESAGÜES URBANOS

- "Open Channel Hydraulics", (1959) Ven Te Chow (Mc Graw Hill);
- "hidráulica de los canales", (1974) Julián Aguirre Pe;
- "Manual de drenaje y productos de construcción", ARMCO International;

## APUNTES

- "Turnados de riego", Ing. Luis María Calvo;
- "Cálculos hidráulicos en el diseño de un vertedero", Ing. Sergio Adef;f;
- "Transporte de sedimentos", Ing. Sergio Adef;f;
- "Presiones fluctuantes", Ing. Luis María Calvo;
- "Métodos de riego", Ing. Armando Sánchez Guzmán;
- "Eficiencia de riego", Ing. Rodolfo Dalmati;
- "Canales de asbesto cemento", Ing. Luis Pérez Farráz;
- "La energía y el ambiente", Ing. Armando Sánchez Guzmán;
- "De las Unidades del curso", Ing. Armando Sánchez Guzmán e Ing. Marcelo Aróstegui;

## RÉGIMEN DE CURSADA

### Metodología de enseñanza

La enseñanza de la asignatura se realizará mediante clases teórico - prácticas, procurando que los alumnos tengan la mayor participación posible, razón por la cual al final de cada clase los alumnos recibirán un adelanto sobre los conceptos que se tratarán en las siguientes.

### Modalidad de Evaluación Parcial

Las evaluaciones parciales serán dos, convenientemente distribuidas en el cuatrimestre. Los alumnos que tengan un promedio superior a 8 entre las dos evaluaciones parciales y ninguna por debajo de siete, podrán optar entre rendir el coloquio integrador o bien presentar un informe sobre temas de la asignatura tratados con mayor profundidad que el enseñado durante las clases regulares, los que deberán ser debidamente expuestos por los mismos.

## CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 27/08 al 01/09	UNIDAD VIII: Desagües Pluviales Urbanos.	TP N°1: Desagües pluviales urbanos.			En fecha 1ra oportunidad 1er Parcial.	
<2> 03/09 al 08/09	UNIDAD I: Ingeniería del Recurso.	TP N°1: Desagües pluviales urbanos.				
<3> 10/09 al 15/09	UNIDAD I: Ingeniería del Recurso.	TP N°1: Desagües pluviales urbanos.				
<4> 17/09 al 22/09	UNIDAD II: Formulación de Proyectos. UNIDAD III: Riego agrícola.	TP N°1: Desagües pluviales urbanos.				
<5> 24/09 al 29/09	UNIDAD III: Riego agrícola.	TP N°2: Turnado de Riego.			En fecha 1ra oportunidad 1er Parcial.	
<6> 01/10 al 06/10	UNIDAD III: Riego agrícola.	TP N°2: Turnado de Riego.				
<7> 08/10 al 13/10	UNIDAD IV: Criterios generales sobre Presas.	TP N°2: Turnado de Riego.				
<8> 15/10 al 20/10	UNIDAD IV: Criterios generales sobre Presas.	TP N°3: Altura óptima de Presa.			En fecha 1ra oportunidad 2do Parcial.	
<9> 22/10 al 27/10	UNIDAD V: Diseño de Presas de Embalse.	TP N°3: Altura óptima de Presa.				
<10> 29/10 al 03/11	UNIDAD V: Diseño de Presas de Embalse.	TP N°4 - Parte A: Diseño de la Estructura de Alivio.			En fecha 1ra oportunidad 2do Parcial.	
<11> 05/11 al 10/11	UNIDAD V: Diseño de Presas de Embalse.	TP N°4 - Parte A: Diseño de la Estructura de Alivio.				
<12> 12/11 al 17/11	UNIDAD VI: Estructuras de las Presas.	TP N°5: Análisis de ejemplos.			En fecha 1ra oportunidad 2do Parcial.	
<13> 19/11 al 24/11	UNIDAD VI: Estructuras de las Presas.	TP N°4 - Parte B y TP N°5: Diseño de la Estructura de Alivio (mediciones en laboratorio)/Análisis de ejemplos.	Práctica en el modelo físico de vertedero de perfil guiado, en el Laboratorio Docente del Departamento de Hidráulica.	Análisis de ejemplos de aprovechamientos hidráulicos en nuestro país mediante la observación de videos en clase.		
<14> 26/11 al 01/12	UNIDAD VI: Estructuras de las Presas.	Consulta y corrección de TP's.				
<15> 03/12 al 08/12	UNIDAD VII: Distribución del Recurso.	Consulta y corrección de TP's.		Visita al Laboratorio de Hidráulica Aplicada del INA (Instituto Nacional de Agua).		
<16> 10/12 al 15/12	UNIDAD VII: Distribución del Recurso.	Consulta y corrección de TP's.				

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	8	25/04	17:00	
2º	12	23/05	17:00	
3º	15	13/06	17:00	
4º				
Otras observaciones				
La 3ra oportunidad para rendir el 1er Parcial coincidirá con la 1ra oportunidad para rendir el 2do Parcial. Los recuperatorios del 2do Parcial se acordarán oportunamente entre alumnos y docentes.				