

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE ASIGNATURA**

# **HIDRAULICA**

**INGENIERIA HIDRAULICA**

**AÑO 2017**

**EQUIPO DOCENTE**

**Hector Daniel Farias**

Ing. Hidráulico, M.Sc., Profesor Titular

**María Teresita Pilán**

Ing. Hidráulico, M.Sc., Profesor Adjunto

**Francisco Jose Pece Azar**

Ing. Hidráulico, Esp., Profesor Adjunto

**Juan Cruz Alvarez Padilla**

Ing. Civil Auxiliar de Primera

**Plan 2004**

## 1.- IDENTIFICACIÓN:

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

1.2- Carrera : **Ingeniería Hidráulica**

1.3- Ubicación de la Asignatura

1.3.1- Módulo – Año: 6° (Sexto) módulo, 3<sup>er</sup> año - Duración del Módulo: 15 (quince) semanas.

1.3.2- Correlativas Anteriores:

**Análisis Matemático III** (aprobado)

**Física III** (aprobado)

**Estabilidad I** (aprobado)

**Estudio de Materiales** (aprobado)

**Inglés Técnico** (aprobado)

**Taller de Informática** (aprobado)

**Mecánica de los Fluidos** (regularizada)

1.3.3- Correlativas Posteriores:

**Hidráulica Aplicada I**

**Riego y Drenaje**

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

- Presentar el estado actual del conocimiento en tópicos de Hidráulica de Canales, Mediciones de Caudal Líquidos, Flujo a través de orificios, compuertas, alcantarillas y vertederos, y Escurrimiento en Medios Porosos.
- Analizar las ecuaciones generales que gobiernan el movimiento tanto en régimen permanente como no permanente de los líquidos, en conducciones a cielo abierto y a presión.
- Enfatizar las aplicaciones prácticas de los conceptos impartidos para la solución de problemas tecnológicos que se presentan en la ingeniería hidráulica.

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

Revisión de conceptos de mecánica de fluidos e hidráulica fundamental. Flujo en canales: movimiento uniforme y variado. Diseño de canales revestidos y sin revestir. Flujo no-permanente en cauces naturales. Flujo transitorio en conductos a presión: golpe de ariete. Ecuaciones fundamentales del flujo en estructuras hidráulicas: orificios, compuertas, vertederos, alcantarillas. Mediciones de caudales en canales y en otras estructuras. Flujo en Medios Porosos.

1.6- Carga horaria semanal y total: 6 horas de clases; 4 de Teoría y 2 de Práctica. Total 90 hs. (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**

La asignatura desarrolla los aspectos esenciales de la hidráulica de conducciones (tanto flujos a presión como escurrimientos a superficie libre) a partir de los fundamentos básicos de la mecánica de fluidos. Se desarrollan las ecuaciones generales que describen el movimiento de los líquidos, tanto para condiciones de flujo permanente como no permanente (variabilidad temporal). Se analizan las soluciones de las ecuaciones y se aplican para caracterizar el flujo a través de distintas estructuras hidráulicas. También se desarrollan los principios del flujo a través de medios porosos y se llevan cabo múltiples aplicaciones a problemas típicos de ingeniería hidráulica.

### **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: los fundamentos de la mecánica de fluidos que incluyen las ecuaciones diferenciales que describen el movimiento de fluidos viscosos (líquidos). Para ello, es necesario aplicar conocimientos de física, análisis matemático, matemáticas aplicadas, además de conceptos de estabilidad y resistencia de materiales.

## **3.- OBJETIVOS**

### **3.1- Objetivos Generales**

El objetivo general de la asignatura es el de presentar el estado actual del conocimiento en tópicos de Hidráulica de Canales, Mediciones de Caudal Líquidos, Flujo a través de orificios, compuertas, alcantarillas y vertederos, y Escurrimiento en Medios Porosos, de modo de proporcionar las herramientas esenciales para la solución de problemáticas tecnológicas que se presentan con asiduidad en la Ingeniería Hidráulica.

### **3.2- Objetivos Específicos**

Analizar las ecuaciones generales que gobiernan el movimiento tanto en régimen permanente como no permanente de los líquidos, en conducciones a cielo abierto y a presión.  
Enfatizar las aplicaciones prácticas de los conceptos impartidos para la solución de problemas tecnológicos que se presentan en la ingeniería hidráulica.

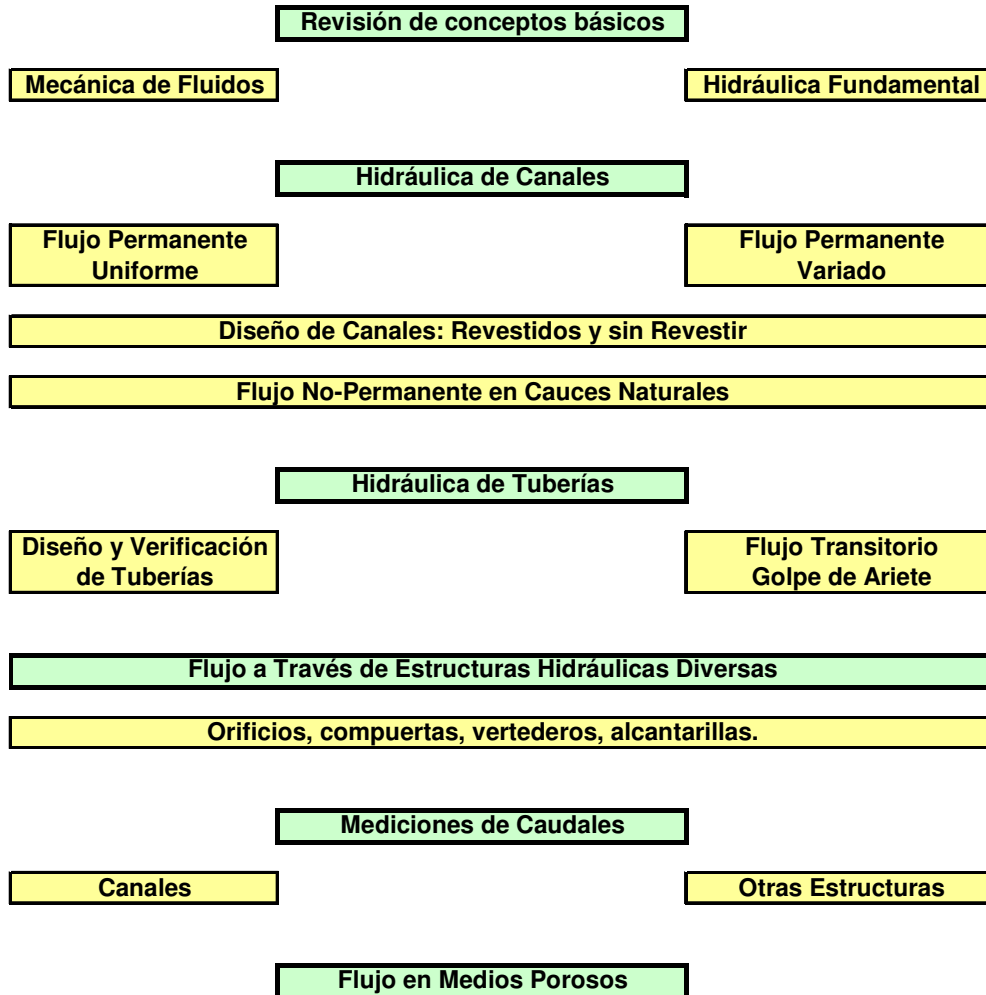
## **4.- SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS**

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

- Revisión de conceptos de mecánica de fluidos e hidráulica fundamental.
- Flujo en canales: movimiento uniforme y variado.
- Diseño de canales revestidos y sin revestir.
- Flujo no-permanente en cauces naturales.
- Flujo transitorio en conductos a presión: golpe de ariete.

- Ecuaciones fundamentales del flujo en estructuras hidráulicas: orificios, compuertas, vertederos, alcantarillas.
- Mediciones de caudales en canales y en otras estructuras.
- Flujo en Medios Porosos.

#### 4.2.- Articulación Temática de la Asignatura



#### 4.3.- Programa Analítico.

**CAPITULO I: Revisión de conceptos de Mecánica de Fluidos e Hidráulica Fundamental.** Ecuaciones fundamentales de la Hidráulica. Principios de Conservación. Ecuación de Continuidad. Ecuaciones de Euler. Conservación de la Energía: Ecuación de Bernoulli. Ecuaciones de Navier-Stokes. Dinámica de Flujos Viscosos. Conceptos teóricos de capa límite, rugosidad superficial, distribución de velocidades e inestabilidad de flujo uniforme. Teoría y análisis. Métodos de cálculo. Aplicaciones Sencillas.

**CAPITULO II: Flujo en Canales: Movimiento Uniforme y Variado.** Flujo en canales abiertos y su clasificación. Canales abiertos y sus propiedades. Principios de energía y momentum. Flujo crítico: su cálculo y sus aplicaciones. Desarrollo del flujo uniforme y de sus ecuaciones. Cálculo de flujo uniforme. Flujo Uniforme Gradualmente Variado: Ecuación Fundamental. Perfiles de Flujo: Análisis y Métodos de Cálculo. Flujo Rápidamente Variado. Resalto Hidráulico. Momentum y Fuerza Específica, definición y aplicación a secciones de forma cualquiera. Análisis de la relación momentum-tirante. Resalto en secciones rectangulares y fondo horizontal. Ecuación de Belanger. Parámetros medios temporales del resalto, tirantes conjugados, longitud, presiones, velocidades, pérdidas de energía. Usos del resalto como dissipador de energía. Aplicaciones.

**CAPITULO III: Diseño de canales revestidos y sin revestir.** Diseño y verificación de canales. Utilización de las ecuaciones de Chezy y Manning. Parámetros adimensionales. Condición de mínima resistencia. Secciones hidráulicas óptimas. Proyecto de canales de rugosidad compuesta. Criterios de proyecto y verificación. Proyecto de canales con velocidades admisibles. Método de la Fuerza Tractiva. Teoría del Régimen. Aplicaciones.

**CAPITULO IV: Flujo no-permanente en cauces naturales.** Flujo no permanente gradualmente variado. Flujo no permanente rápidamente variado. Movimiento y clasificación de ondas en cauces naturales. Métodos de Cálculo. Tránsito de crecientes. Aplicaciones.

**CAPITULO V: Flujo transitorio en conductos a presión: golpe de ariete.** Movimiento impermanente en tuberías. Ecuaciones Fundamentales. Métodos de Cálculo. Golpe de Ariete. Descripción del fenómeno. Velocidad de propagación de la onda. Métodos aproximados. Fórmulas de Allievi. Métodos analíticos. Métodos Numéricos. Aplicaciones.

**CAPITULO VI: Ecuaciones fundamentales del flujo en estructuras hidráulicas: orificios, compuertas, vertederos, alcantarillas.** Flujo a través de orificios: Definiciones. Tipos de orificios. Cálculo del gasto. Coeficientes de gasto. Orificio ideal o perfecto. Orificios en pared horizontal. Orificio en pared gruesa o en tubos adicionales. Escurrimientos bajo compuertas. Escurrimientos en vertederos: Definiciones. Tipos de vertederos. Cálculo del gasto. Coeficientes de gasto. Vertedero ideal o perfecto, correcciones. Vertederos de aforo. Vertedero de pared gruesa. Perfil de lámina vertiente. Vertedero de perfil normal. Carga de diseño. Ley H-Q. Efecto de pilas y estribos. Flujo a través de alcantarillas. Clasificación de los tipos de Flujo. Diseño y Verificación. Aplicaciones de Software. Problemas.

**CAPITULO VII: Mediciones de caudales en canales y en otras estructuras.** Medición de Caudales en cauces naturales. Clasificación de metodologías. Aforo con Molinete: generalidades y procedimientos. Medición con perfiladores Doppler-Acústicos. Trazadores. Medición de caudal en canales artificiales. Uso de estructuras especiales: aforadores por contracción y de resalto. Canales tipo Parshall y otras variantes. Aplicaciones.

**CAPITULO VIII: Flujo en Medios Porosos.** Generalidades: Propiedades físicas de los medios porosos. Reseña Histórica. Implicaciones prácticas. Caracterización de los medios porosos: Heterogeneidades, escalas, modelos continuos y modelos discretos. Morfología de los medios porosos: Porosidad, Tortuosidad, Rugosidad, Superficie Específica. Hidráulica del Flujo: Introducción. Ley de Darcy. Permeabilidad, Conductividad y Difusividad. Relación entre la Permeabilidad y la Conductividad. Mojabilidad, Flujo Multifásico. Formación de Patrones. Ejemplos. Simulación de Flujo en Medios Porosos.

#### 4.4.- Programa y cronograma de Trabajos Prácticos

<b>Trabajos Prácticos</b>	<b>Duración Estimativa</b>
T.P.No. 1: Revisión de Conceptos Fundamentales	1 semanas
T.P.No. 2: Flujo Uniforme en Canales	2 semanas
T.P.No. 3: Flujo Variado en Canales	1 semanas
T.P.No. 4: Flujo No Permanente	2 semanas
T.P.No. 5: Transitorios Hidráulicos en Tuberías	1 semanas
T.P.No. 6: Flujo en Orificios, Vertederos y Alcantarillas	2 semanas
T.P.No. 7: Mediciones de Flujos en Estructuras	2 semanas
T.P.No. 8: Flujo en Medios Porosos	2 semanas

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

<b>Nº</b>	<b>Tema</b>	<b>Trabajo Práctico</b>
1	Flujo en Canales	Derivación de la Ecuación de Energía Específica
2	Flujo en Tuberías	Flujo viscoso en Tuberías. Flujo Laminar y Turbulento
3	Orificio	Descarga por un Orificio. Teorema de Torricelli.
4	Vertedero de pared delgada	Descarga por vertederos Triangular y Rectangular
5	Vertederos hidrodinámicos	Descarga por vertedero triangular y rectangular
6	Aforo	Aforo de un canal del sistema de Riego del Río Dulce

La duración de estas prácticas es de 2 semanas intercaladas en el cronograma de las clases prácticas.

Antes de iniciar la clase práctica se evaluará al alumno sobre los conceptos teóricos que involucran el trabajo de laboratorio y los pasos para llevar adelante la práctica en cuestión. Esta evaluación permitirá conocer el nivel de aprendizaje de los alumnos a fin de realizar las acciones necesarias para que el nivel de comprensión sea el óptimo.

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

El trabajo de campaña prevee el aforo de un canal del Sistema de Riego del Río Dulce y la visita a diferentes estructuras de aforo dentro de dicho sistema.

Solo se consigna como trabajo practico el aforo de un canal pues es lo que seguro se puede realizar con los medios que se cuentan.

## 5.- BIBLIOGRAFÍA

### 5.1.- Bibliografía General

**Sotelo Avila, G.** 1974 . *Hidráulica General*, Vol.1: "Fundamentos", Editorial Limusa S.A., México.

**Rouse, H.** (Editor) 1950: *Engineering Hydraulics*, John Wiley & Sons, Inc., New York, United States of America.

**Giles, R. V.** 1978: *Mecánica de los Fluidos e Hidráulica*, Serie de Compendios Schaumm, McGraw Hill de México S.A., México.

**Balloffet, A. y otros** 1953: *Hidráulica*, Ediciones Ediar, Buenos Aires, Argentina.

**Dominguez, F. J.** 1952: *Hidráulica*, Editorial Universitaria, Santiago, Chile,

### 5.2- Bibliografía Específica

**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.

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

**King, H. W. & Brater, E. F.** 1962: *Manual de Hidráulica*, Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana (UTEHA), México DF, México, 1962, (XIV+536) p.

**Robertson, J. A. , Cassidy, J. J. & Chaudhry, M. H.** 1988. *Hydraulic Engineering*. Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts, USA.

**Novak, P.** (Editor) 1988. *Developments in Hydraulic Engineering* (5. Development Series), Elsevier Applied Science Publishers Ltd., Barking, Essex, U.K.

**Forchheimer, P.** 1950: *Tratado de Hidráulica*, Editorial LABOR S.A., Barcelona, España, (XIV+628) p.

### 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 Resarch, Delft, The Netherlands.

Journal of Irrigation and Drainage Engineering, American Society of Civil Engineers, New York, 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. Cada tema se referencia a la bibliografía correspondiente para que se puedan reafirmar 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 hidráulicos, 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 de la planta docente.

### 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 la planta 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 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. Visualización en el canal de Laboratorio
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 tercer año de Ingeniería., en función de su desempeño en la realización de los mismos (herramientas informáticas, manejo algebraico, conceptos físicos y de resistencia de materiales).

### 7.2.- Evaluación Formativa.

Se realiza un seguimiento personal del rendimiento de cada alumno mediante la presentación semanal de los prácticos desarrollados.

### 7.3.- Evaluación Parcial

Prueba escrita en forma individual. Permite determinar el grado de conocimiento y la destreza alcanzada por el alumno en la resolución de problemas teórico prácticos.

#### 7.3.1- Programa y Cronograma de Evaluaciones Parciales.

<b>Parcial</b>	<b>Mes</b>	<b>Temática</b>
<b>I</b>	Septiembre	Revisión de Conceptos Fundamentales – Flujo en Canales: Uniforme, Variado y No permanente
<b>Rec. I</b>	Septiembre	Revisión de Conceptos Fundamentales – Flujo en Canales: Uniforme, Variado y No permanente
<b>II</b>	Noviembre	Transitorios Hidráulicos en Tuberías - Flujo en Orificios, Vertederos, Alcantarillas y en medios porosos
<b>Rec II</b>	Noviembre	Transitorios Hidráulicos en Tuberías - Flujo en Orificios, Vertederos, Alcantarillas y en medios porosos

#### 7.3.2- Criterios de Evaluación.

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

#### 7.3.3- Escala de Valoración.

El tipo de escala adoptada es numérica. Se considera aprobado un parcial a partir de los 6 puntos.

### 7.4.- Evaluación.

Si se desaprueba cualquiera de los dos recuperatorios. Se tendrá derecho a un Integral al finalizar el módulo. Esta evaluación es individual y abarca todos los temas estudiados a lo largo del módulo.

#### 7.5.- Autoevaluación

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

#### 7.6.- Evaluación.

Además de las evaluaciones parciales. el alumno debe presentar y aprobar los trabajos prácticos en tiempo y forma según se establezca. La aprobación de los prácticos esta sujeta a la buena resolución de los mismos.

##### 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
- Aprobación de los dos exámenes parciales (cada uno de ellos tendrá recuperatorio)
- 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 Teórico oral, un examen escrito sobre la práctica e implementar una clase de laboratorio sobre un tema específico.