



PLAN DE ESTUDIOS 2002

ASIGNATURA: **HIDRÁULICA II**

CÓDIGO **H502**

ESPECIALIDAD/ES: **Ingeniería Hidráulica**

Contenidos Analíticos:

I) Uso del diagrama de Rouse y ecuaciones de Kármán Prandtl (repaso). Introducción al cálculo de tuberías circulares en régimen permanente y uniforme. Tuberías de forma no circular. Aplicación de la ecuación de Bernoulli. Pérdidas de energía friccionales. Coeficiente f para conductos comerciales. Pérdidas locales, curvas, codos, válvulas. Expansiones bruscas. Longitud equivalente. Diseño y verificación de sistemas de conductos para el transporte de agua y otros líquidos. Trazado de líneas de energía. Tuberías en serie y paralelo. Gasto en ruta. Introducción al cálculo de redes.

II) Movimiento impermanente en conductos a presión. Sistemas rígidos, oscilaciones de masas. Vaciado de un depósito. Sistemas elásticos. Golpe de ariete. Hipótesis y desarrollo de las ecuaciones generales de golpe de ariete. Celeridad. Solución simplificada de Allievi. Propagación de ondas de velocidad y de presión. Cierre rápido, lento y límite. Cálculo de sobrepresiones máximas. Diagramas de sobrepresión en sistemas simples. Dispositivos reductores del golpe de ariete, cámaras de aire, chimeneas de equilibrio, válvulas disipadoras (concepto). Funcionamiento hidráulico de una chimenea de equilibrio. Determinación de la posición en una instalación hidroeléctrica.

III) Orificios. Hipótesis y planteo de las ecuaciones básicas. Orificios de pared delgada y pared gruesa. Pequeña y gran altura respecto de la carga. Descarga libre y sumergida. Contracción y pérdidas de energía. Dispositivos aforadores en conductos. Toberas. Placas orificios. Válvulas.

IV) Introducción a los escurrimientos a superficie libre. Definiciones. Chorros, escurrimientos en cauces artificiales y naturales. Definiciones. Comparación escurrimientos a presión y a superficie libre. Influencia de la viscosidad, movimientos laminares, y turbulentos a superficie libre. Coeficiente de fricción para canales. Influencia de la fuerza gravitatoria, movimiento subcrítico, crítico y supercrítico. Celeridad de ondas de pequeña amplitud. Número de Froude. Clasificación de los movimientos unidireccionales.

V) Distribución de presiones en un canal. Influencia de la curvatura del fondo y la pendiente en la distribución vertical de presiones. Aplicación de la ecuación de energía a un canal. Energía propia. Curva H-h. Ecuación de estado crítico. Cálculo del tirante crítico para secciones de forma cualquiera. Caso de secciones rectangulares. Ejemplos de aplicación.

VI) Escurrimientos friccionales. Definición. Cálculo del esfuerzo de corte medio del fondo. Pérdidas de energía. Ecuación de Chézy. Análisis del coeficiente C . Coeficiente n de Manning. Movimiento permanente y uniforme. Cálculo de canales. Diseño y



verificación de canales. Secciones abiertas y cerradas. Secciones compuestas, rugosidades diferentes. Velocidad límite.

VII) Distribución del esfuerzo de corte en la sección de un canal. Capa límite en canales. Distribución vertical del esfuerzo de corte en movimiento uniforme y permanente bidimensional. Ley universal de distribución de velocidades. Velocidad media teórica. Régimen laminar y turbulento. Justificación teórica del coeficiente C de Chézy y del coeficiente de rugosidad n de Manning.

VIII) Resalto hidráulico identificación experimental y relevamiento expeditivo de parámetros. Posibilidades y limitaciones del planteo de las ecuaciones básicas al resalto. Equilibrio macroscópico del resalto. Ecuación de momento para canales de fondo horizontal y forma cualquiera. Ecuaciones del resalto libre. Sección rectangular ecuación de Bélanger. Parámetros medios temporales, tirantes conjugados, presiones en la base, velocidades medias y pérdida de energía. Longitud del resalto. Análisis de parámetros instantáneos presión, velocidad, oleaje generado por el resalto. Uso del resalto como dissipador de energía. Cálculo de un cuenco dissipador. Descripción conceptual del uso de elementos de disipación forzada.

IX) Movimiento permanente gradualmente variado. Ecuación general. Análisis del comportamiento en los límites de la ecuación. Identificación de las zonas donde pueden desarrollarse curvas de remanso. Influencia de la pendiente. Determinación de la forma de los distintos perfiles líquidos posibles. Control de flujo. Tipos de control secciones de control. Trazado conceptual de perfiles líquidos. Ejercicios de aplicación del trazado de perfiles líquidos con cambios de pendiente e inclusión de dispositivos de control, compuertas, vertederos, orificios. Salto hidráulico. Métodos numéricos de cálculo de curvas de remanso para canales y cursos naturales. Aplicación práctica mediante el uso de ordenadores.

X) Movimiento espacialmente variado permanente. Aporte y derivación lateral de gasto en un canal. Vertedero lateral. Planteo de ecuaciones básicas. Trazado de los perfiles líquidos en la zona de derivación. Trazado del perfil líquido general del canal.

XI) Movimiento fuertemente variado permanente. Definición. Obtención de la ley H-Q de dispositivos de control. Compuertas planas y circulares. Cálculo de vertederos. Vertedero perfecto. Aforo. Vertederos triangulares y rectangulares con contracción lateral. Dispositivos de control por flujo crítico. Vertederos de cresta ancha. Canaletas Venturi. Criterios de diseño de vertederos aliviadores de perfil normal (Conceptual). Carga de diseño. Subdimensionado.

XII) Cambios de sección. Transiciones. Escalones, contracciones y expansiones a superficie libre. Trazado conceptual del perfil líquido. Influencia y cálculo de pérdidas locales de energía. Ondas estacionarias. Generación y propagación de ondas de pequeña amplitud en agua quieta. Idem en agua en movimiento permanente y uniforme. Frentes de onda. Ondas generadas por pilares. Frente de onda abrupto en régimen supercrítico por cambio de dirección de la pared (resalto oblicuo). Planteo de las ecuaciones básicas. Visualización experimental de ondas.

XIII) Canales de fuerte pendiente. Principales aspectos a considerar en el diseño de rápidas. Perfil líquido. Velocidades medias. Aireación natural. Cavitación en rápidas.



evaluación del riesgo de cavitación, coeficiente de cavitación de una rápida y coeficiente crítico de cavitación. Métodos de obtención de K_c . Métodos para mitigar los daños de cavitación. Aireación forzada, funcionamiento de un aireador.

XIV) Movimiento impermanente en canales. Movimiento fuerte y gradualmente variado, conceptual. Relación con fenómenos de la naturaleza y con las obras de ingeniería. Propagación de frentes abruptos, cálculo de la celeridad. Hipótesis y desarrollo de las ecuaciones generales del movimiento gradualmente variado a superficie libre (ecuaciones de saint Venant). Derivación de las ecuaciones de los movimientos gradualmente variados y uniformes permanentes como caso particulares de la ecuación general. Análisis conceptual de las soluciones simplificadas hiperbólica y parabólica.

XV) Teoría de modelos. Modelos matemáticos y modelos físicos (concepto). Obtención de las leyes de escala para el diseño de modelos físicos. Identificación e implementación de la infraestructura necesaria para la operación de un modelo físico. Ejemplos de aplicación. Elaboración de un plan de ensayo para un caso simple. Empleo de Instrumentación de laboratorio. Visita a un laboratorio de hidráulica y práctica de mediciones simples y avanzadas de parámetros medios temporales e instantáneos.

Bibliografía General:

ALBINA, H.A.: "Guía de trabajos prácticos de Hidráulica General", dos tomos, C.E.I.L.P., La Plata, 1976.

BRUN, E.A., MARTINOT LAGARDE, A. y MATHIEU, J.: "Mecánica de los fluidos", dos tomos, Editorial Labor, Barcelona, 1980.

DALMATI, D.: "Manual de hidráulica", Centro de Estudiantes de Ingeniería de La Plata, 1961 (y ediciones posteriores).

GRAF, W.H. y ALTINAKAR, M.S.: "Hydrodynamique. Une introduction", Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausana, suiza, 1995.

KAY, J.M.: "Introduction à la mécanique des fluides et la transmission de la chaleur", Dunod, París, 1964.

LOPARDO: R.A.: Apuntes de la materia. Fascículos por tema.

LOPARDO, R.A.: "Propiedades físicas de los fluidos", Notas de clase de Hidráulica I, C.E.I.L.P., La Plata, 1989.

LOPARDO, R.A.: "Introducción al concepto de cavitación", Notas de clase de Hidráulica I, C.E.I.L.P., La Plata, 1988.

POTTER, M.C. y WIGGERT, D.C.: "Mecánica de los fluidos", Prentice Hall, México, 1997.

ROUSE, H.: "Hidráulica", Dossat, Madrid, 1951.

SCHLICHTING, H.: "Boundary layer theory", McGraw Hill, Nueva York, 1968.

SHAMES, I.: "Mechanics of fluids", 3rd ed., McGraw-Hill, Nueva York, 1992

SOTELO AVILA, G.: "Hidráulica general", tomo I, México D.F

STREETER, V.L.: "Mecánica de los fluidos", McGraw-Hill, Nueva York, 1963.

VALLANTINE, H.R.: "Applied hydrodynamics", Butherworths, Londres, 1959.

WILLIE, E.B. y STREETER, V.L.: "Fluid transients in systems", Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1993

Nota: todo el material bibliográfico se encuentra disponible en la Biblioteca del Departamento de Hidráulica.