

# DISEÑO EN INGENIERÍA HIDRÁULICA

## ICYA - 4701

**Semestre 2021-10**

**Profesor:** Juan Saldarriaga  
**Correo Electrónico:** [jsaldarr@uniandes.edu.co](mailto:jsaldarr@uniandes.edu.co)  
**Oficina:** ML 732  
**Horario de Clase:** Lunes 3:30 – 5:00  
Miércoles 3:30 – 5:00  
**Horario de Laboratorios:** Asignado en Banner (Laboratorio de Hidráulica – ML033)  
**Horario de Atención:** Cita previa.

### *FILOSOFÍA DEL CURSO*

El objetivo del curso de DISEÑO EN INGENIERÍA HIDRÁULICA transmitir al estudiante los conceptos y metodologías necesarias para llevar a cabo un buen diseño en estructuras para el manejo del recurso agua. Para lograr este objetivo, a lo largo del curso se establecen los fenómenos físicos que caracterizan los diferentes tipos de flujo que se esperan en las estructuras hidráulicas. Dependiendo de la naturaleza de una estructura particular, determinados fenómenos físicos gobernarán el patrón de flujo, su turbulencia o no, su capacidad de conservación o de disipación de energía, su profundidad media y máxima, etc. El éxito de un diseño hidráulico está en entender aquellos fenómenos físicos que son relevantes para lograr un determinado propósito alrededor de una estructura para manejar el agua. En el curso se pretende cubrir al detalle dichos fenómenos a través de ejemplos representativos de estructuras hidráulicas, sin que estas conformen una lista exhaustiva. Por consiguiente, el curso se basa en la aplicación de las ecuaciones de conservación de masa, momentum y energía, así como en las ecuaciones de resistencia fluida y de capa límite y subcapa laminar viscosa, aprendidas en los cursos de Mecánica de Fluidos y de Hidráulica de Canales Abiertos. El curso de DISEÑO EN INGENIERÍA HIDRÁULICA está basado en clases magistrales, en lecturas complementarias y en la realización, por parte del estudiante, de una serie de ejercicios y proyecto final. El propósito de las clases magistrales es el de establecer los fundamentos físicos y matemáticos de la mecánica del movimiento del agua en los diferentes tipos de estructuras hidráulicas, así como establecer los criterios para entender la relevancia de cada uno de los fenómenos. Para lograr el total entendimiento del curso es necesario acompañar las clases con las lecturas complementarias, en particular las del texto del curso.

### *METAS DE APRENDIZAJE*

El curso de Diseño en Ingeniería Hidráulica es un curso profesional avanzado del área de Recursos Hidráulicos del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, de mucha importancia para las carreras de Ingeniería Civil y de Ingeniería Ambiental en lo referente a las prácticas profesionales de diseño de sistemas de ingeniería. Por consiguiente, las metas de aprendizajes están caracterizadas por facilitar la realización de diseños de ingeniería de avanzada relacionados con el manejo de los recursos hídricos.

Entre dichas metas se incluyen las siguientes: Capacidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería; capacidad de diseñar un sistema para cumplir con necesidades deseadas dentro de restricciones realistas económicas, ambientales, de factibilidad y de sostenibilidad; capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; reconocimiento de la necesidad de desarrollar una capacidad de aprendizaje continuo; y capacidad de usar técnicas, destrezas y herramientas modernas para la práctica de la ingeniería. Adicionalmente se tienen metas de aprendizajes más generales, entre las que se incluyen: Capacidad de comunicación efectiva en ingeniería; capacidad de análisis crítico en ingeniería; capacidad de trabajo en equipo.

### PROGRAMA DEL CURSO

<u>FECHA</u>	<u>TEMA</u>	<u>REFERENCIAS</u>
Enero	25 Introducción. Conceptos de Mecánica de Fluidos, repaso Conservación de energía y de <i>momentum</i> . Resistencia fluida.	A: Capítulos 2 y 3
	27 Repaso: Turbulencia, longitud de mezcla, flujos desarrolla dos. Hidráulica de canales. Flujo uniforme, flujo gradualmente variado, flujo rápidamente variado. Resalto hidráulico.	A: Capítulos 2 y 3

### Planteamiento del proyecto final

### MÓDULO 1. DISIPACIÓN DE ENERGÍA

Febrero	1 Introducción al diseño en Ingeniería Hidráulica. Perspectiva histórica. Desarrollo de la Hidráulica. Proceso convencional del diseño hidráulico. Papel de la optimización en el diseño hidráulico. Papel del análisis de riesgo en el diseño hidráulico.	A: 1.1–1.8 B: 16.3 D: 9.22-9.24
	3 Introducción. Mecanismos de disipación de energía. Métodos de disipación. Límites. Tipos de disipadores de energía. Resalto hidráulico. Piscinas disipadoras.	A: 18.1–18.2 C: 5.1-5.3 D: 9.22-9.24
	8 Piscinas de disipación. Piscinas con bloques de impacto y piscinas de trayectoria libre. Ejemplos de diseño.	A: 18.2–18.5 B: 17.4-17.5 C: 5.4-5.5
	10 Saltos de esquí. Disipación de energía en saltos de esquí. Chorro y socavación es saltos de esquí. Piscinas de impacto. Pequeñas estructuras de disipación. Cascadas dentadas.	A: 18.6–18.10 C: 5.2 C: 9.22-9.24

### MÓDULO 2. DISEÑO HIDRÁULICO Y DISIPACIÓN DE ENERGÍA EN ALCANTARILLAS (BOX CULVERTS)

	15 Introducción. Parámetros de diseño y tipos de flujo. Métodos de Diseño y comportamiento de box-culverts. Materiales y geometría.	A: 15.1-15.7 B: 19.1-19.3
--	---	------------------------------

- |    |  |                              |
|----|--|------------------------------|
|    |  | C: 10.2                      |
| 17 | Localización y alineamiento de alcantarillas. Consideraciones especiales: Erosión, sedimentación, control de basuras.  | A: 15.7-15.8<br>B: 19.1-19.3 |
| 22 | Estructuras de transición de flujo para alcantarillas. Disipación de energía: estructuras por resalto hidráulico, estructuras por resalto hidráulico forzado, estructuras por impacto, estructuras de caída. | A: 20.1-20.2<br>C: 10.3      |
| 24 | Diseño de alcantarillas con pérdida mínima de energía. Definición y consideraciones básicas. Método de diseño.   | B: 19.4-19.5                 |

### **MÓDULO 3. DISEÑO HIDRÁULICO DE SISTEMAS POR BOMBEO**

- |       |    |  |                              |
|-------|----|--|------------------------------|
| Marzo | 1  | Introducción. Definiciones y tipos de bombas. Hidráulica de las bombas. Concepto de velocidad específica. Cabeza neta positiva de succión (NPSH).  | A: 10.1-10.4<br>C: 13.1-13.4 |
|       | 3  | Curvas corregidas de las bombas. Consideraciones hidráulicas en la selección de bombas. Rango de flujo de las bombas centrífugas. Operación de bombas por fuera de rangos permisibles: Causas y Efectos. | A: 10.5-10.6<br>C: 13.1-13.4 |
|       | 8  | Aplicación del análisis hidráulico de bombas al diseño de los componentes de la estación de bombeo. Implicaciones de los transientes hidráulicos en el diseño de la estación de bombeo.                  | A: 10.7-10.8<br>C: 13.5-13.9 |
|       | 10 | <b><i>Primer Examen Parcial</i></b>  |                              |

### **MÓDULO 4. DISEÑO HIDRÁULICO DE REBOSADEROS**

- |       |    |   |  |
|-------|----|---|--|
|       | 15 | Introducción. Tipos de rebosaderos. Clasificación de los Rebosaderos. Funciones y tipos de rebosaderos. Escogencia del Tipo. Partes de un rebosadero. Zona de aproximación. Tipos de rebosaderos (diapositivas).  | A: 17.1-17.3<br>B: 17.1-17.2<br>C: 4.1-4.2<br>D: 9.1-9.5 |
| Abril | 17 | <b><i>Presentación de avance del proyecto final.</i></b>  |  |
|       | 5  | Rebosaderos de flujo libre. Rebosaderos de doble curvatura. Tránsito de crecientes a través de un rebosadero. Determinación de la altura de diseño. Rebosaderos de flujo por encima. Rebosaderos de caída libre. Rebosaderos de orificio. Diseño hidráulico y comportamiento. | A: 17.1-17.5<br>B: 17.2<br>C: 4.7<br>D: 9.6-9.9          |
|       | 7  | Otros tipos de rebosaderos: Morning Glory, en sifón, en túnel. Rebosaderos en canal lateral. Análisis del flujo longitudinalmente Variado. Rápidas lisas en rebosaderos. Aireación de flujos rápidos. Rampas de aireación en rápidas. Ejemplos de diseño.                     | A: 17.6-17.12<br>C: 4.7<br>D: 9.10-9.17                  |
|       | 12 | Cálculo del flujo en rápidas lisas. Rápidas escalonadas. Diseño de la rápida. Flujo saltante en cascadas escalonadas.   | A: 17.10-17.12<br>B: 17.3<br>B: 18.1-18.4                |

### **MÓDULO 5. HIDRÁULICA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES**

- |    |  |              |
|----|--|--------------|
| 14 | Introducción. Aspectos generales: Distribución del flujo. Válvulas y compuertas. Medidores de flujo. Hidráulica de las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP's): Introducción. Consideraciones de diseño hidráulico en el proceso de selección. Esquema de planta y bases para el diseño. | A: 22.1-22.3 |
| 19 | Diseño hidráulico de las PTAP's. Hidráulica de los procesos de tratamiento de agua potable. Tecnologías de membranas.  | A: 22.3-22.4 |
| 21 | Tratamiento de aguas residuales. Planeamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR's). Bases para el diseño hidráulico. Distribución de la planta. Perfil hidráulico y cálculos.  | A: 22.4-22.5 |
| 26 | PTAR's: Hidráulica de los procesos unitarios típicos: Rejillas, tanques de grasas, tanques de sedimentación y aireación. Filtros. Cámaras de contacto. Aireadores de cascada.  | A: 22.4.22.5 |
| 28 | <b><i>Segundo Examen Parcial</i></b>   |              |

### **MÓDULO 6. DISEÑO HIDRÁULICO DE ESTRUCTURAS PARA LA MEDICIÓN DE FLUJO**

- |      |    |  |              |
|------|----|--|--------------|
| Mayo | 3  | Conceptos hidráulicos relacionados con la medición de flujo. Principios básicos de las mediciones hidráulicas. Exactitud de medición.  | A:21.1-21.4  |
|      | 5  | Selección de los elementos primarios para la medición. Selección de los aparatos secundarios de lectura y almacenamiento. Canaletas: Diseño y aplicaciones.  | A: 21.5-21.7 |
|      | 10 | Canaletas de garganta larga. Canales rectangulares y trapecoidales. Estructuras para canales circulares. Técnicas de medición en campo. Canaletas, flotadores, tubos Venturi.<br><b><i>Presentación avance proyecto final.</i></b> | A: 21.7-21.8 |

### **MÓDULO 7. TRANSICIONES Y DISIPADORES DE ENERGÍA PARA CANALES Y ALCANTARILLAS**

- |  |    |  |              |
|--|----|--|--------------|
|  | 12 | Transiciones de flujo en alcantarillas. Estructuras de disipación de energía en culverts y canales. Piscinas de resalto hidráulico forzado y libre | A: 20.1-20.2 |
|  | 19 | Disipación de energía a través de estructuras de impacto. Estructuras de caída y canales rugosos.  | A: 20.2      |
|  | 24 | Otras estructuras de disipación de energía   |              |
|  | 26 | <b><i>Examen Final</i></b>   |              |

## **BIBLIOGRAFÍA**

- A. "HYDRAULIC DESIGN HANDBOOK". Larry W. Mays, Editor. Editorial McGraw-Hill. Primera edición. New York, 1999. **TEXTO DEL CURSO.**
- B. "OPEN CHANNEL HYDRAULICS", Terry W. Sturm. Editorial McGraw-Hill. Segunda edición. New York, 2010.
- C. "HYDRAULIC STRUCTURES". Pavel Novak, et al. Editorial Spon Press. Cuarta edición. Londres, 2001.
- D. "DESIGN OF SMALL DAMS". United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation. Tercera edición; 1987.
- E. "OPEN CHANNEL FLOW". F. M. Henderson. Editorial McMillan. Primera edición; 1966.
- F. "OPEN CHANNEL HYDRAULICS". Ven T. Chow. Editorial McGraw-Hill. Primera edición. New York, 1959.
- G. "DESIGN OF SMALL CANAL STRUCTURES". United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation. Primera edición, reimpresa; 1987. *Recurso digital web*
- H. "APPLIED HYDROLOGY". V. T. Chow, D. R. Maidment, L. W. Mays. Editorial McGraw-Hill. Primera edición; 1988.

## **OTRAS REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- I. "CIVIL ENGINEERING HYDRAULICS", Ron Featherstone, Chandra Narulli. Editorial Blackwell Scientific Publications. Sexta edición. Londres, 2016. *Enlace:* <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.uniandes.edu.co:8443/lib/bibliotecauniandes-ebooks/detail.action?docID=4451499>
- J. "FLUID MECHANICS. FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS". Y. Cengel, J. Cimbala. Editorial McGraw-Hill Education. Fourth Edition. New York, 2018. *Libro digital biblioteca*

## **EVALUACIÓN DEL CURSO**

PRIMER EXAMEN PARCIAL	20 %
SEGUNDO EXAMEN PARCIAL	20 %
EXAMEN FINAL	20 %
TAREAS	15 %
PROYECTO FINAL	25%
	-----
<b>TOTAL</b>	<b>100 %</b>

**NOTA 1:** Para el cálculo de la nota definitiva únicamente se hará una aproximación a la centésima superior.

**NOTA 2:** En caso de que el estudiante considere que existe un error en las calificaciones parciales, podrá hacer el reclamo correspondiente, dentro de las fechas estipuladas en el Reglamento General de Estudiantes.

**NOTA 3:** Una vez establecidas las fechas definitivas para las entregas de tareas e informes de laboratorio (cuando aplique), incluyendo la hora de entrega, éstas se deberán respetar. No se recibirán trabajos entregados posteriormente.

**NOTA 4:** En algunas ocasiones será necesario cambiar las fechas propuestas para tareas o exámenes; estos cambios obedecen a razones de fuerza mayor. De todas formas, los cambios de fechas serán avisados por el profesor con suficiente antelación.

**NOTA 5:** En caso de que un estudiante no pueda, con causa justificada, presentar alguno de los exámenes del curso, para el cálculo de la nota definitiva el porcentaje de peso del examen no presentado se repartirá proporcionalmente entre las demás calificaciones del curso.

### **REGLAS ESPECIALES:**

Debido a la naturaleza de la versión VIRTUAL del curso de Diseño en Ingeniería Hidráulica es necesario cumplir el horario de clases en forma estricta. Las clases iniciarán a la hora en punto, y se espera que ningún estudiante ingrese después de pasados 5 minutos. Las clases terminarán a las 4:50. Durante la clase los alumnos deberán mantener prendida la cámara de su computador.