

# MECÁNICA DE FLUIDOS

## ICYA - 2401

### Semestre 201610 – Sección 1

<b>Profesor:</b>	Juan Saldarriaga
<b>Correo Electrónico:</b>	<a href="mailto:jsaldarr@uniandes.edu.co">jsaldarr@uniandes.edu.co</a>
<b>Oficina:</b>	ML 732
<b>Horario de Clase:</b>	Lunes 11:30 – 12:50 (ML 511) Miércoles 11:30 – 12:50 (Y 101) Lunes 17:00 – 17:50 (S 101)
<b>Horario de Complementarias:</b>	Martes 17:00 – 17:50 (LL 101) Martes 18:00 – 18:50 (S 101) Miércoles 17:00 – 17:50 (AU 306)
<b>Horario de Laboratorios:</b>	Asignado en Banner (Laboratorio de Hidráulica – ML033)
<b>Horario de Atención:</b>	Cita previa.

### Filosofía del Curso

El objetivo del curso de Mecánica de Fluidos es introducir al estudiante al tema de los fluidos desde el punto de vista de sus propiedades físicas y su comportamiento mecánico, con el fin de que posteriormente esté en capacidad de entender el comportamiento de los fluidos, particularmente del agua, en las diferentes aplicaciones de la Ingeniería Civil y Ambiental, haciendo énfasis en el abastecimiento de agua potable y a la recolección y evacuación de aguas residuales en el medio ambiente urbano. Otras aplicaciones en las que el estudiante hará uso intensivo de los conceptos de este curso son la hidráulica de canales abiertos, la hidrología, la hidráulica de ríos, las estructuras hidráulicas, las aguas subterráneas, entre otros. Estas conforman el área de Recursos Hidráulicos, una de las más importantes dentro de las Ingenierías Civil y Ambiental. Durante el curso se introducirán los conceptos de ecuaciones de conservación de masa, momentum y energía aplicadas al caso de fluidos, estableciendo las suposiciones básicas que ha hecho la Física Clásica para este tipo de problemas, así como las limitaciones y la precisión de los cálculos hidráulicos que puede hacer un ingeniero.

### Metas de Aprendizaje

Al estar situado en la frontera entre los cursos básicos y los cursos de Ingeniería, se consideran las siguientes metas de aprendizaje del curso de Mecánica de Fluidos:

- (A) Habilidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.
- (B) Habilidad para diseñar y desarrollar experimentos, así como para analizar e interpretar datos.
- (E) Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- (K) Habilidad para usar técnicas, destrezas y herramientas modernas de ingeniería, necesarias para la práctica de la ingeniería.

### Objetivos de Aprendizaje

Los objetivos de aprendizaje del curso de Mecánica de Fluidos son:

1. Entender las propiedades físicas de los fluidos y cómo estas afectan su comportamiento mecánico.
2. Entender las leyes físicas que rigen la estática de fluidos.

3. Aplicar los conocimientos de estática de fluidos a problemas de la Ingeniería Civil y Ambiental.
4. Entender las leyes físicas que rigen la cinemática de fluidos.
5. Aplicar los conocimientos de cinemática de fluidos a problemas de la Ingeniería Civil y Ambiental.
6. Entender las leyes físicas que rigen el comportamiento de fluidos reales.
7. Aplicar los conocimientos relacionados con el comportamiento de fluidos reales a problemas de la Ingeniería Civil y la Ingeniería Ambiental.
8. Entender y aplicar el análisis dimensional como una herramienta de deducción de ecuaciones físicamente basadas.
9. Entender y aplicar las leyes físicas que rigen la hidráulica de tuberías presurizadas.
10. Diseñar, realizar y validar experimentos de laboratorio relacionados con la dinámica de fluidos, particularmente el agua.
11. Analizar los resultados obtenidos en experimentos de laboratorio para identificar fortalezas y debilidades prácticas de las leyes de la Mecánica de Fluidos.

El curso de Mecánica de Fluidos está basado en clases magistrales, en lecturas complementarias y en la realización, por parte del estudiante, de una serie de ejercicios y laboratorios de hidrodinámica. El propósito de las clases magistrales es el de establecer los fundamentos físicos y matemáticos de la mecánica del movimiento de los fluidos en diferentes tipos de ductos. Para lograr el completo entendimiento del curso es necesario complementar las clases con las lecturas complementarias, en particular las del texto del curso.

### Programa del Curso

Fecha	Tema	Referencias
18 de Enero	Introducción. Aspectos Históricos. Propiedades de los fluidos.	T: 1.1-1.5 / A: 2.1-2.5 / B: 1.1-1.5 / C: 1.1-1.10
20 de Enero	Propiedades físicas de los fluidos.	T: 2.1-2.7 / A: 2.1-2.5 / B: 2.4-2.8 / C: 1.1-1.10 / D: 1.2-1.10
<b>PARTE 1: ESTÁTICA DE FLUIDOS</b>		
25 de Enero	Propiedades físicas de los fluidos.	T: 2.1-2.7 / A: 2.1-2.5 / B: 2.4-2.8 / C: 1.1-1.10 / D: 1.2-1.10
27 de Enero	Relación presión-densidad-altura en fluidos estáticos.	T: 3.1-3.2 / A: 3.1-3.3 / B: 3.1-3.2 / C: 2.1-2.3 / D: 3.1-3.4
01 de Febrero	Medidas de presión. Piezómetros y manómetros.	T: 3.2-3.3 / A: 3.3-3.5 / B: 3.3 / C: 2.4 / D: 3.1-3.4
03 de Febrero	Fuerzas sobre superficies sumergidas planas y curvas.	T: 3.4-3.7 / A: 3.5-3.8 / B: 3.4-3.8 / C: 2.5-2.8 / D: 3.5-3.11
08 de Febrero	Flotación. Equilibrio de cuerpos flotantes.	T: 3.4-3.7 / A: 3.5-3.8 / B: 3.4-3.8 / C: 2.5-2.8 / D: 3.5-3.11
10 de Febrero	Distribución de presiones en fluidos en movimiento sin velocidad relativa entre capas.	T: 3.8 A: 3.7
19 de Febrero	<b>TAREA 1</b>	
<b>PARTE 2: CINEMÁTICA DE FLUIDOS</b>		
15 de Febrero	Introducción. Tipos de flujo. Conceptos de línea de corriente y de tubo de corriente. Velocidad y aceleración. Flujo irrotacional.	T: 4.1-4.3 / A: 2.6;4.1 / B: 4.1-4.3 C: 3.1-3.3 / D: 4.1 / E: 3.1-3.2 C: 4.2-4.4 / E: 3.3
17 de Febrero	Volumen de control. Teorema del transporte de Reynolds. Ecuación de continuidad. Ley de la conservación de la masa.	T: 4.5;5.2 / A: 4.2-4.3 / B: 4.4-4.6 C: 3.4 / D: 4.7; 5.1-5.2 E: 4.1-4.2
22 de Febrero	Ecuación de Euler. Ecuación de Bernoulli. Efecto Coanda.	T: 5.4 / A: 4.4 / B: 5.3-5.4 C: 3.4-3.5; D: 7.1-7.6
24 de Febrero	Aplicaciones de la ecuación de Bernoulli.	T: 5.5 / A: 6.1-6.5 / B: 5.4 / E: 5.4
<b>29 de Febrero</b>	<b>PARCIAL 1</b>	

02 de Marzo	Ley de la conservación del momentum.	T: 6.1-6.4 / A: 4.4-4.5 / B: 6.1-6.2 C: 3.6-3.7 / D: 5.3-5.4 / E: 6.1
07 de Marzo	Aplicaciones de la ley de la conservación del momentum.	T: 6.4 / A: 4.4-4.5 / B: 6.3-6.4 C: 3.6-3.7 / D: 5.5 / E: 6.2-6.3
18 de Marzo	<b>TAREA 2</b>	
<b>PARTE 3: COMPORTAMIENTO DE FLUIDOS REALES</b>		
09 de Marzo	Relaciones diferenciales en el flujo de fluidos. Ecuaciones de Navier-Stokes.	T: 9.5 / A: 5.4 / B: 6.6 / C: 6.1 / D: 10.1-10.3 E: 7.1; 7.15
14 de Marzo	Introducción. Experimento de Reynolds. Flujo laminar. Flujo turbulento.	T: 8.1-8.2 / A: 8.1-8.2 / B: 10.1- 10.3 / C: 6.1 / D: 9.1-9.2 / E: 7.1; F: Capítulo 1
16 de Marzo	Flujo laminar y turbulento. Viscosidad de remolino. Longitud de mezcla.	T: 8.3-8.5 / A: 8.1-8.2 / B: 9.3-9.5 / C: 6.1 / D: 10.1-10.3 / C: 6.4 / F: Capítulo 1
21 – 25 de Marzo	<b>SEMANA DE TRABAJO INDIVIDUAL</b>	
28 de Marzo	Interacción fluidos-paredes sólidas. Capa límite. Subcapa laminar viscosa.	T: 8.5 / A: 9.1-9.2 / B: 9.6 / C: 7.2 / E: 7.3-7.6 / F: Capítulo 1
30 de Marzo	Distribución de esfuerzos y velocidades.	T: 8.4-8.5 / A: 8.3-8.5 / B: 10.4 D: 9.15-9.16 / E: 7.7-7.8 / F: Capítulo 1
04 de Abril	Flujos internos. Desarrollo del flujo. Capa límite y subcapa laminar. Flujos externos. Capa límite. Flujos secundarios. Separación. Arrastres.	T: 8.5-8.6 / A: 8.3-8.5 / B: 10.4 D: 9.13-9.16 / E: 7.9-7.10 C: 7.1-7.5 / E: 7.5-7.6 F: Capítulo 1
15 de Abril	<b>TAREA 3</b>	
<b>PARTE 4: ANÁLISIS DIMENSIONAL</b>		
06 de Abril	Introducción. Análisis dimensional. Tipos de similitudes físicas. Teorema de $\pi$ Buckingham.	T: 7.1-7.4 / A: 7.1-7.6 / B: 8.1-8.4 C: 5.1-5.3 / D: 8.1-8.5
11 de Abril	Relación de fuerzas relevantes para el análisis dimensional. Ley de Froude. Leyes de Reynolds, Weber y Mach. Aplicaciones.	T: 7.4-7.5 / A: 7.1-7.6 / B: 8.5-8.6 C: 5.3 / D: 8.6-8.8 / E: 8.1
13 de Abril	<b>PARCIAL 2</b>	
18 de Abril	Aplicaciones del análisis dimensional.	T: 7.4-7.5; 11.3 / A: 7.1-7.6 / B: 8.9 E: 8.1-8.2
<b>PARTE 5: FLUJO EN TUBERÍAS</b>		
20 de Abril	Solución. Ecuaciones fundamentales. Flujo laminar en tubos circulares. Ley de Hagen-Poiseuille.	T: 8.4 / A: 8.6-8.8 / B: 10.4 C: 6.3; D: 7.6-7.8; 9.4 E: 9.1-9.2 / F: Capítulo 1
25 de Abril	Ecuación de Darcy-Weisbach. Flujo turbulento en tubos lisos. Ecuación de Blasius. Flujo turbulento en tubos rugosos. Ecuación de Colebrook-White.	T: 8.5 / A: 8.6-8.8 / B: 10.4 C: 6.5-6.7 / D: 9.3-9.8 E: 9.3-9.4 / F: Capítulo 1
27 de Abril	Ecuación de Colebrook-White. Tipos de problemas en tuberías: comprobación de diseño, cálculo de potencia, diseño en sí, calibración de tuberías.	T: 8.5 / A: 8.6-8.8 / B: 10.4 C: 6.5-6.7 / D: 9.3-9.8 E: 9.3-9.4 / F: Capítulo 1
<b>PARTE 6: DISEÑO DE TUBERÍAS</b>		
02 de Mayo	Diseño de tuberías simples. Tipos de problemas en tuberías simples.	T: 8.5-8.6 / A: 8.6-8.8 / B: 10.4-10.5 / C: 6.7; 12.1 / D: 9.10 E: 9.10 / F: Capítulo 2
04 de Mayo	Métodos computacionales. Diseño de sistemas de tuberías. Bombas en sistemas de tuberías.	T: 8.6-8.7 / A: 8.6-8.8 / B: 10.6 F: Capítulo 5
13 de Mayo	<b>TAREA 4</b>	
<b>EXAMEN FINAL</b>		
10 – 23 de Mayo	<b>ENTREGA DEL PROYECTO FINAL</b>	

## Referencias

- T: "Fluid Mechanics – Fundamentals and Applications". Yunus A. Cengel and John M. Cimbala. Editorial McGraw-Hill. Third Edition, 2013. **TEXTO DEL CURSO**. Primera edición (disponible en español), 2006.
- A: "Introduction to Fluid Mechanics". Robert W. Fox, Alan T. McDonald, Philip J. Pritchard. John Wiley & Sons editors. Seventh Edition, New York. 2009.
- B: "Mecánica de Fluidos". C. W. Crowe, D. F. Elger, J. A. Roberson. Editorial CECSA Compañía Editorial Continental. Séptima edición. México. 2002.
- C: "Fluid Mechanics". V. Streeter, E. B. Wylie, K. W. Bedford. Editorial McGraw-Hill. Novena edición. New York, 1998.
- D: "Mechanics of Fluids". I. H. Shames. Editorial McGraw-Hill. Tercera edición. New York, 1992.
- E: "Elementary Fluid Mechanics". R. L. Street, G. Z. Watters, J. K. Vennard. Editorial Wiley. Séptima edición. New York, 1996.
- F: "Hidráulica de Tuberías. Abastecimiento de Aguas, Redes, Riegos". J. G. Saldarriaga. Editorial Uniandes. Editorial Alfaomega. Primera edición. Santafé de Bogotá, 2007.

## Evaluación del Curso

Los porcentajes de evaluación del curso serán los siguientes:

Parcial 1	22.5%
Parcial 2	22.5%
Complementaria	5%
Laboratorios y Tareas	10%
Proyecto Final	10%
Examen Final	30%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

**NOTA 1:** 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 2:** Una vez establecidas las fechas definitivas para las entregas de tareas e informes de laboratorio, incluyendo la hora de entrega, éstas se deberán respetar. No se recibirán trabajos entregados posteriormente.

**NOTA 3:** 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 4:** En caso de que un estudiante no pueda, con causa justificada, presentar alguno de los exámenes del curso, será criterio del profesor realizar un examen supletorio o repartir proporcionalmente las notas del examen no presentado entre las demás calificaciones del curso.

## Reglas Especiales

Debido a la naturaleza del curso de Mecánica de Fluidos, y en especial por el hecho de ser un curso con el formato de clase magistral con un alto número de alumnos, 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.

Por otro lado, durante el desarrollo de la clase no se pueden utilizar medios electrónicos de comunicación tales como celulares (aun en modo de silencio), computadores, iPads, tablets, etc.