

MECÁNICA DE FLUIDOS AMBIENTAL

ICYA 2412

Programa Primer Semestre de 2017

Profesor: Luis Alejandro Camacho Botero Oficina ML629, Tel: 3394949 Extensión 1731

la.camacho@uniandes.edu.co

Horario Atención Estudiantes: Miércoles 2 pm –3:20 pm

Clase Magistral Lunes (Z-2013) – Miércoles (LL303) 3:30- 4:50 am

Clase Complementaria Sec. 01 Martes 1:00 – 1:50 pm (AU302)

Clase Complementaria Sec. 02 Miércoles 1:00 – 1:50 pm (O303)

Asistente docente: Natalia Sánchez n.sanchez2060@uniandes.edu.co

Monitores: Carolina Camelo (gc.camelo10@uniandes.edu.co) y Camilo Andrés Moreno

(ca.moreno12@uniandes.edu.co)

Objetivos y metas

El objetivo general del curso es lograr la familiarización del estudiante con conceptos físicos fundamentales, métodos de análisis, y ecuaciones gobernantes de la leyes de conservación de la masa, segunda ley de Newton y primera y segunda leyes de la termodinámica con aplicaciones de mecánica de fluidos ambiental para condiciones de flujo incompresible y flujo compresible en tuberías a presión y canales abiertos. Al final del curso el estudiante estará en capacidad de:

- Reconocer y aplicar los conceptos físicos básicos y ecuaciones gobernantes de las leyes de conservación en aplicaciones de mecánica de fluidos ambiental con énfasis en la solución práctica de problemas mediante el uso de la aproximación del volumen de control
- Formular y plantear ecuaciones gobernantes de problemas de mecánica de fluidos ambiental y solucionarlas mediante métodos analíticos o numéricos haciendo énfasis en la relación de los resultados matemáticos con el comportamiento físico correspondiente.
- Reconocer la importancia de contar con metodologías, protocolos, equipos, estructuras y estaciones de medición de caudal, velocidad, nivel de agua y presión en tuberías a presión y canales abiertos, e identificar las ventajas, limitaciones e incertidumbre en la medición de diversos métodos.
- Diseñar y conducir experimentos relacionados con la toma de datos útiles para el uso, entendimiento del comportamiento, y calibración, de estructuras y modelos físicos y matemáticos en mecánica de fluidos ambiental.
- Reconocer la utilidad y aplicación de las ecuaciones gobernantes en aplicaciones de análisis, diseño, manejo y control de estructuras, conductos, equipos y maquinaria hidráulica.

Metodología

El curso se basará en explicaciones magistrales del material repartido con anterioridad a las clases, lecturas de las referencias y solución de problemas en las clases magistrales y complementarias obligatorias. El curso tendrá un alto contenido de tareas individuales y en grupo y laboratorios experimentales y computacionales guiados que buscarán la comprensión del estudiante de los conceptos básicos de la mecánica de fluidos y los métodos, protocolos, equipos y estructuras de medición de variables hidráulicas. El curso tendrá además una salida de campo a un río en la cual se realizará la aplicación y comparación de diferentes métodos de medición de variables hidráulicas. Finalmente se realizará un Proyecto Final de ingeniería de elaboración de las líneas de gradiente hidráulico y de energía de una planta de aguas residuales o una línea de conducción utilizando datos reales.

Referencias

- Fox, R. W., Pritchard, P. J., McDonald, A. T., (2009) Introduction to Fluid Mechanics, John Wiley & Sons, 7a. Ed., Nueva York
- Roberson, J. A., Crowe, C.T. (1997). Engineering fluid Mechanics, Ed. John Willey and Sons, Inc., 6^a Ed., Chichester, UK.
- Streeter, V. L., Wylie, E. B., Bedford, K. W. (1998). Fluid Mechanics, Ed. McGraw-Hill, 9^a Ed., Nueva York.
- Chanson H. (2004) Environmental Hydraulics of Open Channel Flows, Elsevier Butterworth Heinemann, Amsterdam.
- Shames I. (1995) Mecánica de fluidos, Mc Graw Hill Company. USA
- Munson B., Young, D., Okiishi T., (2002) Fundamentals of Fluid Mechanics, Ed. John Wiley & Sons
- Vennard, J.K., Street R.L. (1993) Elementos de Mecánica de Fluidos, CECSA-México
- White Frank (1998) Mecánica de fluidos, Mc Graw Hill. Book Company. USA
- Cengel, Y. A., Cimbala, J. M. (2006) Mecánica de Fluidos, Fundamentos y Aplicaciones, Mc Graw Hill, México
- Mataix, Claudio (2007) Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas, Alfaomega-México
- Kenneth McNaughton (1992) Bombas, Selección, Uso y Mantenimiento, Ed. McGrawHill, México
- Saldarriaga, J.G., (2007). Hidráulica de Tuberías, Ed. Alfaomega, Bogotá
- Houghtalen, R. J., Akan, A.O., Wwang, H.C. (1996) Fundamentals of Hydraulic Engineering Systems, 4a Ed., Prentice Hall, Boston.

Journals

Water Resources Research, AGU; Journal of Hydrology, Elsevier; Journals de la ASCE, Journal of Hydroinformatics, Journal of Hydraulic Research, IAHR, Environmental Fluid Dynamics (Springer)

Sistema de Evaluación

2 Exámenes parciales (24% cada uno): 48% Examen Final: 25%
Laboratorios experimentales y computacionales: 10% Tareas y Proyecto Final: 15%
Control de ejercicios, lecturas y ejercicios en clase: 2%

Exámenes: contendrán dos partes, una de fundamentos y conceptos físicos y control de lectura sin calculadora ni apuntes, y otra de ejercicios con calculadora y apuntes.

Tareas, Laboratorios: El curso tendrá un componente importante de tareas en grupos de 2 personas, y laboratorios experimentales en grupos de 4 personas de la misma sección de laboratorio. Las tareas y laboratorios **deben entregarse en medio físico impreso únicamente en clase o personalmente al profesor en su oficina los días lunes**. Después de la fecha acordada **no** se recibirán tareas y se recibirán laboratorios, máximo con una semana de retraso y se calificarán sobre 4.0.

Los informes de laboratorio se entregarán siguiendo la estructura, cálculos y contenido especificado. La asistencia a los laboratorios experimentales se considera obligatoria y necesaria, a excepción de la salida de campo. Los informes de laboratorio entregados por las personas que no asistieron personalmente al laboratorio serán calificados sobre 3.0 en caso de causa injustificada.

Proyecto: se desarrollará en grupos de cuatro estudiantes (los mismos grupos de laboratorio) un Proyecto Final de ingeniería de elaboración de las líneas de gradiente hidráulico y de energía de una planta de aguas residuales o potabilización o una línea de conducción de un sistema hidráulico utilizando datos reales. Se entregará un informe de ingeniería y se programará la realización de una sustentación oral calificable al profesor para la cual debe solicitarse cita previa antes del 2 de junio.

Material de clases: en SICUA-PLUS estarán disponibles las presentaciones de clase en PowerPoint. Éstas son para uso exclusivo de los estudiantes del curso. En SICUA-PLUS habrá material de soporte adicional. La filmación o grabación de clases no está autorizada.

Aproximación notas: la Nota Definitiva será la nota final ponderada según los anteriores porcentajes, expresada con décimas y centésimas (por ejemplo, si la la nota final es 3.6783, la nota definitiva será 3.68; si la nota final es 3.6743, la nota definitiva será 3.67). Excusas: se recibirán excusas de acuerdo con el artículo 43 del RGEPr las cuales deberán ser entregadas a la coordinación del Departamento (Secretaria Mayra Delgado) y al profesor para su verificación y aprobación. La nota mínima aprobatoria será 3.00.

Metas ABET incluidas en el programa

- Habilidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería. (a)
- Habilidad para diseñar y conducir experimentos, y para analizar e interpretar datos. (b)
- Habilidad para identificar, formular y solucionar problemas de ingeniería. (e)

**Contenido Detallado y Cronograma – Mecánica de Fluidos Ambiental - Clases
Magistrales**

Clase	Fecha	Tema
1	Enero 23	Introducción. Importancia y utilidad de la mecánica de fluidos y la hidráulica en la formación del ingeniero ambiental. Alcance del curso.
2	Enero 25	Definición de fluido. Dimensiones y sistemas de unidades. Propiedades de los fluidos: ecuación de estado de variación de la densidad, entalpía, calor específico.
3	Enero 30	Propiedades de los fluidos: viscosidad, tensión superficial, elasticidad, presión de vapor
4	Febrero 1	Estática de fluidos. Ecuación fundamental, presión absoluta y manométrica. Manómetros.
5	Febrero 6	Variación de la presión en fluidos estáticos incompresibles y compresibles con temperatura variable y condiciones isotérmicas. Atmósfera estándar.
6	Febrero 8	Conceptos de mecánica de sólidos 1, equilibrio estático y sistemas de fuerzas equivalentes.
7	Febrero 13	Fuerzas de flotación en cuerpos flotantes y sumergidos. Principio de Arquímedes
8	Febrero 15	Fuerzas hidrostáticas sobre superficies planas inclinadas aplicaciones y ejercicios.
9	Febrero 20	Fuerzas hidrostáticas sobre superficies curvas sumergidas aplicaciones y ejercicios.
10	Febrero 22	PARCIAL 1 (24%) Clases 1 – 9
11	Febrero 27	Cinemática de fluidos. Clasificación del flujo. Líneas y tubos de corriente. Métodos de Euler y Lagrange.
12	Marzo 1	Velocidad, aceleración, y caudal. Aforos de caudal y trazadores.
13	Marzo 6	Teorema de Reynolds de la aproximación del volumen de control. Ley de conservación de la masa y ecuación de continuidad.
14	Marzo 8	Aplicaciones de la ley de la conservación de la masa. Agua. Marzo 11 – Sábado Salida de campo Río Teusacá– Mediciones hidráulicas por diferentes métodos (opcional)
15	Marzo 13	Aplicaciones de la ley de conservación de la masa. Especies químicas.
16	Marzo 15	Ley de la conservación de la energía. Ecuación y aplicaciones. Notas 30%
17	Marzo 22	Aplicaciones ecuación de conservación de la energía. Retiros Marzo 24.
18	Marzo 27	Aplicaciones ecuación de conservación de la energía.
19	Marzo 29	Líneas piezométricas y de energía.
20	Abril 3	PARCIAL 2 (24%) Clases 11 – 19
21	Abril 5	Principio de conservación del momentum lineal. Ecuación y aplicaciones.
	Abril 10 - 14	SEMANA DE RECESO
22	Abril 17	Aplicaciones de conservación de momentum lineal. Tuberías y canales abiertos.
23	Abril 19	Flujo en conductos. Número de Reynolds. Flujo laminar en tuberías. Distribuciones de esfuerzo cortante y perfiles de velocidad de flujo laminar.

24	Abril 24	Flujo turbulento en tuberías. Cálculo de la pérdida de energía por fricción y por adimentos. Proyecto Final del Curso
25	Abril 26	Solución de problemas de potencia en tuberías. Bombas y turbinas.
26	Mayo 3	Solución de problemas de análisis hidráulico y diseño en tuberías.
27	Mayo 8	Problemas de turbomaquinaria. Costo de bombeo, selección de bombas y turbinas, cavitación.
28	Mayo 10	Análisis dimensional y teoría de similaridad. Números adimensionales. Ejercicios Introducción a flujo compresible. Revisión de termodinámica. Propagación de ondas de sonido. Estado de referencia: propiedades isotrópicas de estancamiento. Condiciones críticas. Resumen y ecuaciones útiles de flujo incompresible
	Se realiza en la fecha Ex. Final	<i>EXAMEN FINAL (25%)</i>

**Contenido Detallado y Cronograma – Mecánica de Fluidos Ambiental – Clases
Complementarias y Salida de Campo**

Semana	Fecha	Tema
2	Enero 31, Febrero 1	Ejercicios unidades y dimensiones
3	Febrero 7, 8	Ejercicios propiedades de los fluidos
4	Febrero 14, 15	Ejercicios de manómetros y variación de la presión
5	Febrero 21, 22	Ejercicios estática de fluidos. Fuerzas sobre superficies planas
6	Febrero 28, Marzo 1	Solución Parcial 1. Fuerzas sobre superficies curvas
7	Marzo 7, 8	Ejercicios de velocidad, aceleración y caudal y ejercicios y ejemplos de clasificación de flujos: laminar, turbulento, permanente, no permanente, viscoso, no viscoso e ideal.
	Marzo 11 Sab.	<i>Salida de campo Río Teusacá– Mediciones hidráulicas por diferentes métodos (salida opcional)</i>
8	Marzo 14, 15	Aplicaciones y ejercicios de conservación de la masa
9	Marzo 21, 22	Aplicaciones y ejercicios ecuación de conservación de la energía.
10	Marzo 28, 29	Aplicaciones y ejercicios ecuación de conservación de la energía.
11	Abril 4, 5	Solución Parcial 2. Ejercicios de líneas de gradiente hidráulico LGH y de energía LE
12	Abril 18, 19	Aplicaciones y ejercicios de conservación de momentum.
13	Abril 25, 26	Solución problemas de flujo laminar en tuberías
14	Mayo 2,3	Solución problemas de tuberías simples. Problemas de potencia, análisis hidráulico y diseño
15	Mayo 9, 10	Solución de problemas de maquinaria hidráulica

Contenido Detallado y Cronograma – Laboratorios

Labora- torio	Semana /Día	Tema
1	4, / Feb. 13, 17	LABORATORIO AMBIENTAL. Mediciones de densidad, conductividad, oxígeno disuelto y viscosidad en agua dulce, agua de mar, y agua contaminada con alto contenido de SST y sólidos disueltos.
2	7 / Marzo 6, 10 Marzo 11 Sábado	LABORATORIO AMBIENTAL. Preparación salida de campo – Aforo de caudal con molinete y trazadores (Sánado 11) Salida de campo – Aforos de caudal río Arzobispo por diferentes métodos – molinete, flotadores, trazadores, vertederos. Comparación métodos.
3	8, 9 y10 / Mar. 13, 17, 24, 27	Mediciones de velocidad y caudal Tubo Venturi. LABORATORIO HIDRÁULICA. Dos grupos por sección de laboratorio (8 est.)
4	11,13 / Abril 3, 7, 17, 21	Mediciones de caudal y fuerza sobre compuerta. LABORATORIO HIDRÁULICA. Dos grupos por sección de laboratorio (8 est.)
5	14, 15 / Abril 24, 28, Mayo 5, 8	Pérdidas por fricción en tuberías LABORATORIO HIDRÁULICA. Dos grupos por sección de laboratorio