

**PROGRAMA DEL CURSO**

**Profesor:** Jaime Plazas Tuttle, Ph.D.

**Horario de atención:** puertas abiertas o con cita previa

**Clase:** martes y jueves de 2:00 – 3:20 pm

**Complementarias:** martes y jueves 5:00 – 5:50 pm

**Asistente graduado:** Andrés Palacios

**Monitores pregrado:** María Fernanda Tavera

Martín Domínguez Durán

**Email:** [jpplazas@uniandes.edu.co](mailto:jpplazas@uniandes.edu.co)

**Oficina:** ML-220

**Salón:** LL-304

**Salones:** AU-304 y AU-306

**Email:** [ae.palacios@uniandes.edu.co](mailto:ae.palacios@uniandes.edu.co)

**Email:** [mf.tavera10@uniandes.edu.co](mailto:mf.tavera10@uniandes.edu.co)

**Email:** [m.dominguez@uniandes.edu.co](mailto:m.dominguez@uniandes.edu.co)

**DESCRIPCIÓN**

¿Porqué estudiar mecánica de fluidos ambiental (MFA)? Porque en este curso desarrollaremos habilidades no solo para diseñar sistemas que involucran a los fluidos, sino habilidades para aprender en el futuro. Formalmente, la mecánica de fluidos es una rama de la mecánica aplicada que estudia el comportamiento de líquidos y gases en reposo (estática de fluidos) y en movimiento (dinámica de fluidos). Esta disciplina intenta explicar los fenómenos que ocurren en la naturaleza y muchas de las situaciones de la Ingeniería Ambiental que involucran fluidos en la superficie, en el subsuelo y la atmósfera, así como sistemas de tratamiento de aguas para potabilización y aguas residuales, o bioremediación entre otras.

**OBJETIVOS**

*Objetivo general:* entender y saber aplicar los conceptos físicos fundamentales, métodos de análisis, y ecuaciones gobernantes de la 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:

- Reconocerá y aplicará 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.
- Formulará y planteará 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.
- Reconocerá 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.
- Diseñará y conducirá 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.
- Reconocerá la utilidad y aplicación de las ecuaciones gobernantes en aplicaciones de análisis, diseño, manejo y control de estructuras, conductos, equipos y maquinaria hidráulica.

**METAS ABET**

- 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)

## METODOLOGÍA

- Dictaré mis clases de forma magistral y ocasionalmente usaré algunos videos. En estas sesiones se desarrollarán los temas y se resolverán problemas y dudas. Aproveche, pregunte, ¡resuelva sus dudas!
- Usted ganará habilidades para resolver problemas por medio de tareas que se asignarán cada semana. Aprovechélas y familiarícese con problemas típicos de la MFA. Intente resolver por su cuenta los ejercicios propuestos como una forma de entrenarse hacia lo que encontrará en los exámenes.
- En algunas sesiones desarrollaremos talleres en clase y habrá quices que se realizarán a discreción mía sin previo aviso. El mensaje es, siempre estar preparado. No se deje coger del tiempo ni estudie, sólo, para la presentación de los exámenes.
- En los parciales evaluaré una parte conceptual, en la que pretendo valorar su entendimiento de los fundamentos y conceptos físicos vistos, y otra parte práctica en la que evaluaré su capacidad para resolver problemas.
- En la práctica de la MFA es importante que se desarrollen habilidades de toma y análisis de datos. Para esto realizaremos 4 laboratorios prácticos y una práctica adicional en campo, en la cual realizaremos una comparación de diferentes métodos de medición de variables hidráulicas y de calidad del agua.
- Para terminar, desarrollaremos un proyecto de ingeniería de elaboración de las líneas de energía y gradiente hidráulico de una línea de conducción. Ud. deberá utilizar y aplicar los conocimientos adquiridos y deberá demostrar un entendimiento de la MFA.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

Ítem	%
3 exámenes parciales	20 c/u
Tareas, talleres, quices	10
Laboratorios*	15
Proyecto Final*	15

\* Las notas de cada laboratorio y del proyecto se ajustan por medio de una coevaluación grupal.

## REGLAS DEL CURSO

1. Para mí es muy importante la **honestidad**. Por eso la invitación es a que piensen muy bien antes de actuar.
2. Así mismo, considero fundamental que en esta clase exista un **respeto mutuo** y que cada estudiante asuma esta clase con **responsabilidad**.
3. Por favor haga todo lo posible por ser **puntual**. La clase empieza a la hora en punto.
4. El **material** que cubrimos está disponible en SICUA-PLUS. Es para su uso exclusivo. Una de las recomendaciones más importantes en este curso es hacer. Por esto no permito la toma de fotos del tablero. Encienda su mente y tome apuntes. Al final verá como se le queda grabado mucho de ese material.
5. Entiendo perfectamente que existen situaciones en nuestras vidas que se cruzan con nuestro estudio y nuestro trabajo. Por eso, búsqüenme a tiempo. Las **excusas** se reciben de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento General de Estudiantes y son validadas por la Coordinación del Departamento. Después de la validación, le haré saber en que espacio, fecha y hora se realizará un supletorio. Tenga en cuenta que esto solo aplica para los exámenes.
6. Si Ud considera que existe algún error en alguna calificación por favor use el Formato de Reclamos proporcionado en SICUA-PLUS. Sus **reclamos** serán atendidos debidamente de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento General de Estudiantes,
7. Su **nota definitiva** corresponde a la nota final ponderada según el sistema de evaluación (p.ej., si la nota final es 3.678, la nota definitiva será 3.68; si la nota final es 3.674, la nota definitiva será 3.67). No hay aproximaciones adicionales (por ejemplo 2.95  $\neq$  3.00). La nota mínima aprobatoria es 3.00.
8. Las **entregas** de tareas, informes de laboratorio y reclamos se hacen en mi casillero (ML-220) o como sea convenido. Tenga en cuenta que si no alcanza a entregar a tiempo, todavía tiene la posibilidad de obtener crédito parcial sobre una nota máxima de 3.0. Yo trato de monitorear mi buzón cuidadosamente cuando

hay entregas programadas. Si todavía quiere entregar su documento para calificación parcial hágamelosaber.

9. La **asistencia al laboratorio** es muy importante debido a que es un espacio único para el aprendizaje. Por esto, el informe solo lo pueden presentar las personas que participaron en la práctica. No hay supletorios para los informes de laboratorio, por lo que no asistir conlleva a una nota de cero.
10. Para los **trabajos en grupo**, les sugiero que, si se van a dividir las diferentes secciones, por lo menos lean todo el documento final para que las secciones no queden sueltas. Cuando un trabajo no es continuo demuestra poco profesionalismo e interés de su parte. Asegúrense de que los nombres de todos los integrantes del grupo queden plasmados en el documento. Si el nombre de alguien no aparece o es incorrecto, se asume que esa persona no participó en el trabajo y tendrá una nota de cero, así haya participado en el mismo. El grupo además será penalizado y su nota máxima será 4.0.
11. En algunas ocasiones son necesarios **ajustes al programa** y las actividades del curso; estos cambios obedecen a razones de fuerza mayor. Haré lo posible por informar estos cambios con antelación.
12. Si existe algún problema que afecte su **rendimiento y sus notas**, hágamelosaber a mi o al asistente graduado a tiempo. No deje pasar el tiempo.
13. El **correo electrónico** es el medio oficial para comunicaciones por eso espero que me respondan a la mayor brevedad en caso de que se necesite o cuando se esté realizando alguna encuesta.
14. Necesito que tengan a la mano una **calculadora** en todo momento durante la clase. *En los exámenes* no se permiten calculadoras que permitan almacenar formulas, textos, fotos, etc., ni la utilización de teléfonos celulares.
15. Por favor apague su **teléfono celular** durante la clase.
16. Invito a que **referencien adecuadamente** cuando se necesite.

#### RÚBRICA GENERAL DE CALIFICACIÓN

- La mayoría de problemas en las tareas, quices, talleres y problemas en los exámenes son calificados de acuerdo a la siguiente rúbrica general, a menos que existan instrucciones específicas:

Puntos/5	Descripción*
5	Solución correcta metodológica y numéricamente. Usa terminología, notación y unidades adecuadamente.
4	Solución correcta metodológicamente, pero con errores de computo que llevan a una respuesta incorrecta o con algunos problemas menores de terminología, notación y unidades.
3	Presenta algunos errores conceptuales, pero utiliza una buena aproximación para resolver el problema. Presenta errores de terminología, notación y unidades
2	Presenta errores conceptuales mayores.
1	No entiende el problema y los conceptos, pero hace un intento por obtener una solución.
0	No hace un intento por resolver el problema.
<b>Penalizaciones</b>	
-1	Orden, presentación y claridad.
-5	Si el desarrollo no es legible no se calificará.

#### REFERENCIAS

1. Munson, B.R., Okiishi, T.H., Huebsch, W.W., Rothmayer, A.P. (2013). Fundamentals of Fluid Mechanics, 7<sup>th</sup> Ed. Wiley.
2. Pritchard, P.J., Mitchell, J., Fox and McDonald's. (2015). Introduction to Fluid Mechanics, 9<sup>th</sup> Ed. Wiley.
3. Elger, D.F., Williams, B.C., Crowe, C.T., Roberson, J.A. (2012). Engineering Fluid Mechanics, 10<sup>th</sup> Ed. Wiley.

## CALENDARIO, LISTA DE TEMAS Y ACTIVIDADES PROPUESTAS

Día	Fecha	Sesión	Tema/Actividad	Lab
M	7-Ago		<b>Festivo</b>	
J	9-Ago	1	Introducción y alcance del curso. Importancia y utilidad de la mecánica de fluidos y la hidráulica en la formación del ingeniero ambiental. Definición de fluido. Dimensiones y sistemas de unidades.	
M	14-Ago	2	Propiedades de los fluidos: ecuación de estado de variación de la densidad, entalpía, calor específico.	
J	16-Ago	3	Propiedades de los fluidos: viscosidad, tensión superficial, elasticidad, presión de vapor.	
M	21-Ago	4	Estática de fluidos. Ecuación fundamental, presión absoluta y manométrica. Manómetros. (Festivo – 20-Ago)	<b>1 Amb</b>
J	23-Ago	5	Variación de la presión en fluidos estáticos incompresibles y compresibles con temperatura variable y condiciones isotérmicas. Atmósfera estándar.	
M	28-Ago	6	Conceptos de mecánica de sólidos, equilibrio estático y sistemas de fuerzas equivalentes.	
J	30-Ago	7	Fuerzas hidrostáticas sobre superficies planas inclinadas aplicaciones y ejercicios.	
M	4-Sep	8	Fuerzas hidrostáticas sobre superficies curvas sumergidas aplicaciones y ejercicios.	
J	6-Sep	9	Fuerzas hidrostáticas sobre superficies curvas sumergidas aplicaciones y ejercicios.	
M	11-Sep	10	Fuerzas hidrostáticas sobre superficies curvas sumergidas aplicaciones y ejercicios.	
J	13-Sep	11	<b>PARCIAL 1 - Sesión 1 – 10</b>	
M	18-Sep	12	Cinemática de fluidos. Clasificación del flujo. Líneas y tubos de corriente. Métodos de Euler y Lagrange.	
J	20-Sep	13	Velocidad, aceleración, y caudal. Aforos de caudal y trazadores.	
M	25-Sep	14	Teorema de Reynolds de la aproximación del volumen de control. Ley de conservación de la masa y ecuación de continuidad.	
J	27-Sep	15	Día del estudiante	
M	2-Oct		<b>Semana de trabajo individual</b>	
J	4-Oct		<b>Semana de trabajo individual (Entrega del 30% – 5-Oct )</b>	
M	9-Oct	16	Aplicaciones de la ley de la conservación de la masa. Agua.	<b>1 Hid</b>
J	11-Oct	17	Aplicaciones de la ley de conservación de la masa. Especies químicas.	
M	16-Oct	18	Aplicaciones de conservación de momentum lineal. Tuberías y canales abiertos. (Festivo – 15-Oct)	
J	18-Oct	19	<b>PARCIAL 2 - Sesión 12 – 18</b>	
S	20-Oct		<b>Salida de Campo – Asignación laboratorio Aforos, Trazador y Calidad del Agua</b>	<b>2 Amb</b>
M	23-Oct	20	Flujo en conductos. Número de Reynolds. Flujo laminar en tuberías. Distribuciones de esfuerzo cortante y perfiles de velocidad de flujo laminar.	<b>2 Hid</b>
J	25-Oct	21	Ley de la conservación de la energía. Ecuación y aplicaciones.	
M	30-Oct	22	Aplicaciones ecuación de conservación de la energía.	
J	1-Nov	23	LE y LGH	
M	6-Nov	24	Flujo turbulento en tuberías. Cálculo de la pérdida de energía por fricción y por aditamentos. Proyecto Final del Curso. (Festivo – 5-Nov)	<b>3 Hid</b>
J	8-Nov	25	No hay clase – Estaré en una conferencia internacional – Por favor ver el video de la clase en SICUA-PLUS - Solución de problemas de potencia en tuberías. Bombas y turbinas.	
M	13-Nov	26	Solución de problemas de análisis hidráulico y diseño en tuberías. (Festivo – 12-Nov)	
J	15-Nov	27	Problemas de turbomaquinaria. Costo de bombeo, selección de bombas y turbinas, cavitación. (Cumpleaños Uniandes)	
M	20-Nov	28	Análisis dimensional y teoría de similitud. Números adimensionales. Ejercicios.	
J	22-Nov	29	Análisis dimensional y teoría de similitud. Números adimensionales. Ejercicios. (Último día de clases – 24-Nov)	
			<b>PARCIAL 3 – Sesión 20 – 29 (Programado por Registro entre el 26-Nov – 11-Dic)</b> <b>Sustentación de Proyectos Finales</b>	

Amb: Laboratorio ambiental (ML 2 piso), Hid: Laboratorio de hidráulica (ML Sotano 1)