

PROGRAMA DE CURSO MECÁNICA DE FLUIDOS

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Civil (DIC)					
Nombre del curso	Mecánica de fluidos	Código	CI3162	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Fluid Mechanics</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal	5
Carácter del curso	Obligatorio	X	Electivo			
Requisitos	FI2003: Métodos Experimentales, MA2002: Cálculo Avanzado y aplicaciones, FI2004: Termodinámica/IQ2212: Termodinámica química					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes comprendan y analicen problemas básicos de mecánica de fluidos mediante su planteamiento conceptual, una formulación analítica, aplicando las leyes de la física y su resolución analítica o numérica, considerando conceptos de cálculo vectorial y ecuaciones diferenciales.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Concebir, formular y aplicar modelos para la resolución de problemas relacionados con obras y sistemas de ingeniería civil.

CE2: Interpretar y evaluar los métodos, herramientas y tecnologías utilizadas y sus resultados, siendo estas computacionales, experimentales, numéricas o analíticas, en la resolución de problemas asociados a obras y sistemas de ingeniería civil.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según

requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Aplica las leyes de la física (conservación de la materia, segunda ley de Newton y primera ley de la termodinámica) del medio continuo a un fluido, a fin de plantear conceptualmente un problema y formularlo analíticamente.
CE2	RA2: Resuelve analítica o numéricamente, según corresponda, ecuaciones derivadas del planteamiento conceptual de un problema de mecánica de fluidos, aplicando conceptos básicos de las leyes físicas.
	RA3: Verifica experimentalmente mediante mediciones u observaciones, conceptos físicos de la mecánica de fluidos.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Elabora, de manera clara, precisa y con lenguaje objetivo, reportes técnicos sobre las actividades de laboratorio, incluyendo resultados, mediciones, análisis y propagación de errores.
CG4	RA5: Trabaja con su equipo, de manera estratégica y colaborativa, para el logro de metas relacionadas con las actividades de laboratorio.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2	Introducción a los conceptos básicos de la Mecánica de Fluidos	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Definición de fluido. 1.2. Sistemas de unidades.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Identifica aplicaciones de la mecánica de fluidos en la naturaleza, la ingeniería y, particularmente, en la Ingeniería Civil. Define el concepto de fluido como estado de la materia (líquido o gaseoso), considerando sistemas de unidades de uso común en la Mecánica de los Fluidos. Calcula las propiedades de los fluidos en distintos sistemas de unidades. 	
Bibliografía de la unidad		Cap. 1: Apuntes del curso. Cap. 1: White. Cap. 1 y 2: Granger.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2	Propiedades de los fluidos	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Propiedades de Transporte. 2.2. Propiedades Termodinámicas. 2.3. Otras Propiedades: presión de vapor, tensión superficial.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Identifica y analiza distintas propiedades de los fluidos, considerando su uso en algunas aplicaciones físicas. Realiza cálculos que involucran las propiedades de los fluidos considerando los sistemas de unidades de distintas variables. Resuelve problemas sobre propiedades de los fluidos, trabajando de manera estratégica en actividades de laboratorio. Elabora reportes, claros y concisos, sobre las actividades de laboratorio, con sus cálculos correspondientes y considerando los sistemas de unidades. <p><i>*(Las actividades de laboratorio comienzan en la cuarta semana).</i></p>	
Bibliografía de la unidad		Cap. 2: Apuntes del curso. Cap. 1: White. Cap. 1 y 2: Granger.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5	Estática de fluidos	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Concepto de Equilibrio Estático. 3.2. Ecuación de Equilibrio Estático. 3.3. Aplicación al Campo Gravitacional. Ley Hidrostática. 3.4. Aplicación a campos distintos al gravitacional. 3.5. Medición de la Presión. 3.6. Fuerzas de presión sobre Superficies.		El/la estudiante: 1. Plantea y resuelve ecuaciones que describen el comportamiento de fluidos no sujetos a deformación, considerando su efecto sobre superficies. 2. Resuelve ecuaciones que permiten describir fenómenos de la hidrostática. 3. Realiza, con su equipo, experimentos, calculando presiones y fuerzas. 4. Elabora reportes, concisos y claros, sobre las actividades de laboratorio en estática de fluidos (presiones y fuerzas). 5. Evalúa en forma continua el cumplimiento de metas y objetivos, en el contexto del trabajo en equipo, realizando ajustes oportunos en las actividades.	
Bibliografía de la unidad		Cap. 3 Apuntes del curso. Cap. 2 White. Cap. 3 Granger.	
Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA2, RA3	Cinemática de fluidos	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Clasificación de Regímenes. 4.2. Métodos de Lagrange y Euler. 4.3. Líneas Características del Flujo. 4.4. Tipos de enfoque diferencial e integral. 4.5. Teorema del Transporte de Reynolds. 4.6. Principio de Conservación de la Materia. 4.7. Ecuación de Continuidad Enfoque Diferencial. 4.8. Ecuación de Continuidad Enfoque Integral. 4.9. Deformación de Fluidos en		El/la estudiante: 1. Identifica y analiza los distintos regímenes del flujo de fluidos, considerando la descripción de su movimiento. 2. Determina y estima algunas de las propiedades cinemáticas del movimiento de los fluidos (velocidad, vorticidad, línea de corriente, trayectoria, etc.) 3. Aplica el principio de conservación de la materia a fluidos, usando la ecuación de continuidad. 4. Resuelve problemas de cinemática de fluidos, definiendo según el tipo de datos el enfoque diferencial o integral que debe usar.	

Movimiento (deformación lineal y angular, vorticidad, etc.).			
Bibliografía de la unidad		Cap. 4 Apuntes del curso. Cap. 3 y 4 White. Cap. 1 y 4 Granger.	
Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5	Dinámica de fluidos	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>5.1. Enfoque Diferencial. Segunda Ley de Newton Aplicada a Fluidos.</p> <p>5.1.1. Ec. Navier-Stokes y aplicaciones a flujo laminar.</p> <p>5.1.2. Ec. Euler y casos particulares. Ecuación de Bernoulli.</p> <p>5.2. Enfoque Integral.</p> <p>5.2.1. Primera Ley de la Termodinámica Aplicada a Fluidos. Ecuación general de la energía.</p> <p>5.2.2. Ecuación de Bernoulli.</p> <p>5.2.3. Extensión de la ecuación de Bernoulli a toda la corriente.</p> <p>5.3. Segunda ley de Newton. Teorema de la cantidad de movimiento.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplica y resuelve las ecuaciones de momentum simplificadas, considerando fluido ideal o flujo irrotacional (ecuaciones de Euler y de Bernoulli). 2. Identifica y determina ventajas y limitaciones de las ecuaciones de Euler y de Bernoulli). 3. Aplica y resuelve la ecuación de la energía, derivada del primer principio de la termodinámica para determinar las características del movimiento de los fluidos. 4. Interpreta el significado de la ecuación de Bernoulli, derivada a partir de la ecuación de la energía. 5. Aplica y resuelve el teorema de la cantidad de movimiento para determinar las características del movimiento de los fluidos y las fuerzas que se generan. 6. Resuelve problemas que involucran el movimiento de los fluidos, definiendo según el tipo de datos qué enfoque de la segunda Ley de Newton (diferencial o integral) es el adecuado. 7. Define en un problema de dinámica de fluidos cuándo ocupar la segunda ley de Newton y cuándo la ecuación de energía. 8. Realiza, con su equipo, experimentos sobre continuidad, energía y teorema de la cantidad de movimiento. 9. Elabora reportes sobre las actividades de laboratorio, con sus cálculos correspondientes, considerando en su análisis los sistemas de 	

		unidades.	
Bibliografía de la unidad		Cap. 5 Apuntes del curso. Cap. 3, 4 y 6 White. Cap. 4, 5 y 11 Granger.	
Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5	Escurrimiento en Tuberías	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>6.1. Nociones sobre Teoría de la Turbulencia. Ecuaciones de Reynolds.</p> <p>6.2. Cierre de la Turbulencia. Teoría de la longitud de mezcla de Prandtl. Distribución de velocidades en régimen turbulento. Perfil logarítmico.</p> <p>6.3. Pérdidas friccionales de energía.</p> <p>6.4. Pérdidas singulares de energía.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza la diferencia de enfoque para el análisis de un problema, considerando flujos en régimen laminar y en régimen turbulento. 2. Formula modelos para describir el cierre de la turbulencia. 3. Aplica la ecuación general de energía al flujo de fluidos reales, incorporando las pérdidas de energía friccionales y singulares. 4. Resuelve problemas de flujo en tuberías, aplicando los conceptos de conservación de masa, momentum y energía. 5. Realiza experimentos sobre continuidad, energía y teorema de la cantidad de movimiento, ejecutando con su equipo actividades de laboratorio. 6. Elabora reportes sobre las actividades de laboratorio, reportando de manera clara sus cálculos correspondientes y los sistemas de unidades. 	
Bibliografía de la unidad		Cap. 6 Apuntes del curso. Cap. 6 White. Cap. 10 y 11 Granger.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
7	RA1, RA2, RA3, RA4	Flujo potencial y capa límite	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
7.1. Nociones del concepto de capa límite. 7.2. Ecuaciones de Prandtl. 7.3. Definición de Flujo Potencial. 7.4. Función Potencial y Función de Corriente. 7.5. Ejemplos de Flujos Potenciales Bidimensionales.		El/la estudiante: 1. Describe el concepto de capa límite, considerando su importancia en la resistencia al flujo. 2. Caracteriza la teoría de flujo potencial o irrotacional y sus aplicaciones básicas. 3. Realiza experimentos sobre capa límite y flujo potencial. 4. Elabora reportes sobre las actividades de laboratorio, reportando los resultados de los cálculos correspondientes y los sistemas de unidades.	
Bibliografía de la unidad		Cap. 7 Apuntes del curso. Cap. 7 y 8 White. Cap. 12 y 14 Granger.	
Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
8	RA1, RA2	Análisis dimensional y teoría de modelos	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
8.1. Análisis dimensional. 8.2. Teoría de modelos.		El/la estudiante: 1. Deduce la necesidad de homogeneidad de dimensiones en cualquier relación que representa un fenómeno físico. 2. Aplica el concepto de semejanza geométrica, cinemática y dinámica a entes físicos. 3. Plantea y resuelve problemas físicos mediante la aplicación del análisis dimensional.	
Bibliografía de la unidad		Cap. 8, Apuntes del curso. Cap. 5 White. Cap. 7 Granger.	

E. Estrategias de enseñanza -aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- **Clases expositivas:** dos clases de cátedra a la semana y una de docencia auxiliar. Esta última se utilizará para resolver problemas que aclaren los conceptos entregados en clases de cátedra o para realizar actividades de evaluación (ejercicios y controles).
- **Experiencias de laboratorio:** el objetivo es trabajar con herramientas que permitan proveer una verificación empírica de la teoría presentada en clases*.

**Las experiencias de laboratorio se inician en la cuarta semana y concluyen en la semana catorce, debiendo el estudiante realizar al menos 6 experiencias de 9 que se ofrecen a lo largo del semestre.*

En las actividades de laboratorio, los y las estudiantes utilizan en promedio una (1) hora del tiempo asignado al trabajo personal.

Los detalles del reglamento de los laboratorios se encuentran en el documento Normas generales de laboratorio que se encuentra en Ucursos.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del curso el cuerpo académico a cargo informará sobre el tipo de evaluación a realizar, la cantidad y ponderaciones correspondientes.

Para esta propuesta se consideran las siguientes instancias de evaluación:

- Controles y examen (50%).
- Ejercicios y Tareas (30%).
- Informes de laboratorios (20%).

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- (1) De la Fuente, A., Tamburrino, A. y Niño, Y. (2011) "Apuntes de Mecánica de Fluidos".
- (2) Granger, R.A. (1995). "Fluid Mechanics", Dover Pub. Inc., New York.
- (3) White, F.M. (2008). "Mecánica de Fluidos", Mc GrawHill, Sexta edición en español.

Bibliografía complementaria:

- (4) Shames, I.H. (1995). "Mecánica de Fluidos", Mc GrawHill, Tercera edición en español.
- (5) Munson, B.R.; Young, D.F; Okiishi, T.H. and Huebsch, W.W. (2010). "Fundamentals of Fluid Mechanics", John Wiley and Sons, Sixth edition.
- (6) Kundu, P.K.; Cohen, I.M. and Dowling, D.R. (2011). "Fluid Mechanics", Academic Press, Fifth Edition.
- (7) Mery, H. (1972). "Mecánica de Fluidos". Departamento de Obras Civiles, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- (8) Sabersky, Acosta y Hauptmann (1964). "*Fluid Flow. A First Course in Fluid Mechanics*", Collier Mac Millan International Edition.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Aldo Tamburrino
Validado por:	Validación general académicos del Departamento de Ingeniería Civil
Revisado por:	Área de Gestión Curricular