

PROGRAMA DE CURSO

MECÁNICA DE FLUIDOS APLICADA A LA GEOCIENCIA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geofísica (DGF)					
Nombre del curso	Mecánica de fluidos aplicada a la geociencia	Código	GF4022	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Fluid Mechanics Applied to Geoscience</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	GF4005: Matemáticas aplicadas a la geociencia					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes utilicen conceptos de la mecánica de fluidos para modelar los flujos en la astenósfera y atmósfera.

Comprender los flujos astenosféricos es primordial para entender el funcionamiento de la tectónica de placas, que es la causa de grandes procesos geofísicos tales como terremotos, erupciones volcánicas y orogénesis.

Asimismo, entender el comportamiento de los flujos atmosféricos es de gran relevancia para inferir el funcionamiento del clima y de fenómenos meteorológicos de distintas escalas.

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

CE1: Modelar cuantitativamente procesos geofísicos tales como terremotos, dispersión de contaminantes en la atmósfera y cambio climático, mediante modelos físico-matemáticos.

CE2: Evaluar y caracterizar peligros naturales y amenazas geofísicas tales como riesgo sísmico, deslizamientos de tierra, riesgo climático, entre otros, para cuantificar y planificar medidas de adaptación y mitigación.

CE5: Interpretar los modelos obtenidos con el fin de ubicar y cuantificar las amenazas geofísicas y la disponibilidad de los recursos naturales.

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

<p>fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.</p> <p>CE2: Comunicación en inglés</p> <p>Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.</p> <p>CG4: Trabajo en equipo</p> <p>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.</p>
--

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Deriva, a partir de los principios fundamentales de conservación, las ecuaciones que describen la dinámica de fluidos geofísicos.
CE5	RA2: Utiliza la mecánica de fluidos para modelar flujos geológicos a escala cortical y litosférica.
CE1, CE5	RA3: Modela el ángulo de subducción, utilizando conceptos de la mecánica de fluidos a fin de comparar los resultados de la modelación con observaciones geofísicas.
CE1, CE5	RA4: Modela el flujo atenosférico, proponiendo hipótesis para explicar la física de ciertas fuerzas tectónicas.
CE1, CE2	RA5: Determina los efectos de la rotación terrestre y de la estratificación en la dinámica de fluidos geofísicos para explicar cómo se produce la circulación atmosférica.
CE1, CE5	RA6: Aplica modelos físicos y modelos numéricos para determinar los flujos geofísicos afectados por la rotación terrestre y las fuerzas boyantes.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA7: Produce reportes y un informe sobre los resultados de la modelación de flujos atenosféricos y de cómo las fuerzas tectónicas afectan la configuración del sistema tectónico terrestre, utilizando criterios de claridad y precisión científica en su redacción.

CG1, CG2	RA8: Lee comprensivamente textos y artículos, en español e inglés, sobre aspectos teóricos de la mecánica de fluidos aplicada a la geodinámica, relacionando información que permita discutir diversas hipótesis y teorías propuestas sobre esta disciplina.
CG4	RA9: Ejecuta las actividades del trabajo de laboratorio, intercambiando información con su equipo, en un proceso de escucha activa y respetuosa para cumplir con las tareas solicitadas.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Fluidos newtonianos	1,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Derivada Material. 1.2. Ley constitutiva para fluidos newtonianos. 1.3. Conceptos de: tasa de deformación, viscosidad dinámica y cinemática. 1.4. Ecuación de continuidad. 1.5. Ecuación de Navier-Stokes. 1.6. Número de Reynolds (flujo laminar y turbulento). 1.7. Ecuación de Stokes.		El/la estudiante: 1. Identifica las leyes físicas de conservación que rigen la dinámica de fluidos. 2. Distingue y describe las propiedades físicas que afectan la dinámica de fluidos newtonianos. 3. Examina las diferencias entre la derivada material y las derivadas comunes del cálculo diferencial. 4. Discrimina entre los flujos laminares y turbulentos. 5. Resuelve problemas, utilizando ecuaciones de continuidad y Navier-Stokes.	
Bibliografía de la unidad		[1] Turcotte & Schubert, Geodynamics 2nd Edition, 2002.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA6, RA8	Flujos canónicos (laminares) en geodinámica	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Flujo Couette 2.2. Flujo de Poiseuille. 2.3. Flujo en tuberías. 2.4. Flujo de Stokes. 2.4.1. Coeficiente de arrastre. 2.4.2. Velocidad Terminal (aplicaciones a Diapiros, Xenolitos y ascenso magmático).		El/ la estudiante: 1. Deriva a partir de la ecuación de Stokes diferentes flujos con aplicaciones a tuberías y cuellos volcánicos. 2. Deriva la velocidad terminal del ascenso/descenso de xenolitos en un ambiente, utilizando valores de los parámetros físicos obtenidos a través de mediciones empíricas. 3. Lee en inglés textos, relacionando la información con conceptos de la mecánica de fluido aplicada a la	

	geociencia. 4. Utiliza lo aprendido en los textos en un nuevo contexto de aplicación del conocimiento especializado.
Bibliografía de la unidad	[1] Turcotte & Schubert, Geodynamics 2nd Edition, 2002.

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3, RA4, RA7	Problemas geodinámicos de escala litosférica	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Funciones de corriente. 3.2. Rebote postglacial. 3.3. Flujo en cuña astenosférica de subducción. 3.4. Flujo en centro de expansión oceánica. 3.5. Problemas de estabilidad (Nociones de convección termal).		El/la estudiante: 1. Expande la ecuación de Stokes, usando funciones de corriente para estudiar los flujos astenosféricos. 2. Plantea las condiciones de borde en el problema de convección termal y resuelve el sistema de ecuaciones, usando funciones de corriente. 3. Analiza los parámetros utilizados para la obtención de flujos astenosféricos. 4. Produce reportes o informes, sobre problemas geodinámicos de escala litosférica, considerando claridad y coherencia en su exposición.	
Bibliografía de la unidad		[1] Turcotte & Schubert, Geodynamics 2nd Edition, 2002. [2] Richards M.A, Geodynamics Notes, University of Berkeley.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2	Problemas geodinámicos de escala cortical	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Diapirismo. 4.2. Pliegamiento.		El/la estudiante: 1. Visualiza la geometría de los flujos para interpretar la formación de diapiros y deformación cortical. 2. Resuelve problemas geodinámicos de escala cortical.	
Bibliografía de la unidad		[1] Turcotte & Schubert, Geodynamics 2nd Edition, 2002. [2] Richards M.A, Geodynamics Notes, University of Berkeley. [3] C. M. R. Fowler, The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics, 2004.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1	Conceptos básicos de dinámica de la atmósfera y el océano	3,5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Fenómenos y escalas. 5.2. Ecuaciones de estado. 5.3. Ecuaciones de conservación de masa y de momentum. 5.4. Fuerzas inerciales. 5.5. Advección, Vorticidad y divergencia. 5.6. Ecuación termodinámica. 5.7. Ecuaciones de Boussinesq.		El/la estudiante: 1. Distingue las distintas escalas espaciales y temporales de los diversos fenómenos de circulación atmosférica y oceánica. 2. Examina la forma en que las ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos se aplican para describir la cinemática y la dinámica de la atmósfera y del océano. 3. Aplica las ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos para describir la cinemática y la dinámica de la atmósfera y del océano.	
Bibliografía de la unidad		[4] Cushman-Roisin y Beckers, 2011. [5] Marshall y Plumb, 2008.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA5, RA6, RA7, RA8, RA9	Problemas básicos de dinámica atmosférica	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
6.1. Balance hidrostático y energía potencial disponible. 6.2. Viento geostrófico y viento térmico. 6.3. Estabilidad y convección. 6.4. Ondas de aguas someras.		El/la estudiante: 1. Utiliza el balance hidrostático para establecer la relación presión - altura. 2. Define el concepto de energía potencial disponible. 3. Determina el balance geostrófico y sus conceptos asociados: viento térmico, viento de gradiente, flujos ciclostróficos y flujo inercial. 4. Reconoce y analiza la importancia del concepto de estabilidad para los movimientos verticales. 5. Modela el fenómeno de convección de manera simplificada. 6. Examina y analiza la importancia de las ondas para la propagación de perturbaciones y el ajuste a condiciones de equilibrios dinámicos. 7. Establece vínculos entre lo leído en diversos textos con conocimientos sobre dinámica atmosférica. 8. Produce reportes o informes problemas de dinámica atmosférica, considerando precisión en sus escritos.	

	9. Respeta las ideas y opiniones de otros para definir acuerdos sobre la actividad a cumplir por el equipo, en un proceso de escucha activa de sus compañeros.
Bibliografía de la unidad	[4] Cushman-Roisin y Beckers, 2011. [5] Marshall y Plumb, 2008.

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clase expositiva.
- Resolución de problemas
- Laboratorios.
- Lectura crítica.

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera distintas instancias de evaluación de proceso:

- Controles.
- Tareas.
- Reportes e informes.

Al inicio del semestre, se informará sobre las evaluaciones del curso, considerando tipos, cantidad y ponderaciones correspondientes.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria

- [1] Turcotte & Schubert (2012). *Geodynamics*. 2nd Edition.
- [2] Richards M.A, *Geodynamics Notes*, University of Berkeley.
- [3] Fowler, C. M. R. (2004). *The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics*.
- [4] Cushman-Roisin y Beckers (2011). *Introduction to Geophysical Fluid Dynamics* (2a Ed.). Elsevier.

Bibliografía complementaria

- [5] Marshall y Plumb (2008). *Atmosphere, Ocean, and Climate Dynamics*. Academic Press.

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

Vigencia desde:	Otoño, 2021
Elaborado por:	Eduardo Contreras R. y Ricardo Muñoz M.
Validado por:	CTD de Geofísica
Revisado por:	Área de Gestión Curricular