

## PROGRAMA DE ASIGNATURA PREGRADO

### I.- ANTECEDENTES GENERALES

<b>Nombre Asignatura</b>	Mecánica de fluidos computacional y estadística		
<b>Sigla</b>	CIV 556		
<b>Facultad / U. Académica:</b>	Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil		
<b>N° Créditos PUCV:<sup>1</sup></b>	4	<b>N° Créditos SCT:</b>	6
<b>Tipo de Asignatura</b>	Optativo		
<b>Modalidad dictación</b>	Presencial		
<b>Semestre</b>	Noveno		
<b>Información Plan de Estudios</b>			
<b>Nombre Programa</b>	<b>N° de Decreto</b>	<b>Pre- requisitos</b>	
Ingeniería Civil	DRA 2/2020	CIV3031 - Métodos Numéricos CIV3025 - Probabilidad y Estadística CIV3023 - Mecánica de Fluidos CIV3022 - Mecánica de Sólidos	
Ingeniería Civil	DRA 178/2004 modificado por DRA 72/2010	CIV371 - Análisis Numérico CIV472 - Probabilidad y Estadística CIV316 - Mecánica de Fluidos CIV314 - Mecánica de Sólidos	
<b>Carga Académica <sup>2</sup></b>			
<b>Actividad</b>	<b>Horas PUCV</b>	<b>Cupo</b>	
<b>Cátedra</b>	4	40	
<b>Taller</b>	2	40	
<b>Laboratorio</b>	-	-	
<b>Ayudantía</b>	-	-	
<b>Total de horas de docencia presencial Semanal/ Semestral PUCV</b>	6 horas pedagógicas PUCV semanales 108 horas pedagógicas PUCV semestrales		
<b>Total de tiempo de estudio personal autónomo Semanal/ Semestral PUCV</b>	10 horas pedagógicas PUCV semanales 180 horas pedagógicas PUCV semestrales		
<b>Total de Horas de dedicación Semanal/ Semestral PUCV</b>	16 horas pedagógicas PUCV semanales 288 horas pedagógicas PUCV semestrales		
<b>Académico/a responsable de la Elaboración</b>	Felipe Galarce Marín (11-10-2024)		
<b>Académico/a responsable/s Última Modificación</b>	N.A.		

<sup>1</sup> El artículo N°10 del RGE establece "El crédito PUCV es la unidad de medida de carga académica del alumno(a). Un crédito PUCV es el equivalente a cuatro (4) horas PUCV semanales de trabajo académico semestral. La hora PUCV de trabajo académico comprende una duración de 35 minutos."

<sup>2</sup> En DRA 38/2023 para pregrado se establece que "la carga académica máxima a cumplir por el estudiante, dividida entre 40% presencial y 60% de estudio personal autónomo", la carga académica presencial estará compuesta por las horas de dedicación realizadas en las actividades declaradas en el programa de asignatura.

### CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA:

La asignatura provee una formación de carácter avanzado, centrado en el estudio de todo tipo de fluidos. Se espera que el estudiante logre dominar aspectos de modelación y simulación computacional aplicables a la industria. La naturaleza del curso permite relacionarlo con competencias fundamentales, disciplinares y profesionales, como se expande en la siguiente sección. Los contenidos del curso emulan las necesidades curriculares de un ingeniero hidráulico experto en modelación matemática y simulación computacional.

## II.- ANTECEDENTES ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Aporte de la Asignatura a las Competencias del Perfil de Titulación/Graduación

#### Competencias Formación Fundamental

3. Comunica de manera clara y coherente sus ideas a través del castellano, su lengua materna, en un contexto académico.
5. Demuestra capacidad científica; de análisis, abstracción, síntesis y reflexión crítica con el objetivo de resolver problemas, construir conocimiento y desarrollar autoaprendizaje, tanto a nivel individual como en el trabajo en equipos interdisciplinarios.
6. Comunica en forma oral y escrita en idioma Inglés, con el fin de facilitar su inserción y participación en contextos multiculturales e interdisciplinarios.

#### Competencias Disciplinarias

9. Utiliza los conocimientos de las ciencias básicas para comprender, plantear y resolver modelos matemáticos asociados a fenómenos y procesos físicos relacionados con el campo de la ingeniería civil.
  10. Demuestra un pensamiento lógico-deductivo que le permite enfrentar metódicamente problemas multidisciplinarios que requieren la capacidad analítica del ingeniero.
  11. Domina la base conceptual y las herramientas de análisis del área de las ciencias de la ingeniería para estudiar y resolver problemas de ingeniería civil y aquellos que trascienden el ámbito de la especialidad.
- Profesionales

#### Competencias Profesionales

16. Diseña obras civiles aplicando principios y metodologías de análisis, criterios de diseño y normativas vigentes, para dar respuesta a las necesidades de la sociedad, con visión innovadora.

### Programación Enseñanza – Aprendizaje

RESULTADOS DE APRENDIZAJE:	CRITERIOS DE EVALUACIÓN:
RA1: Deriva ecuaciones de conservación gobernantes a partir de principio mecánicos clásicos integrados en softwares de mecánica de fluidos computacional para aplicaciones realistas.	1. Programa scripts de nivel de usuario e intermedio para la resolución de simulaciones dinámicas para fluidos incompresibles
	2. Comprende las hipótesis tras las ecuaciones gobernantes usadas para describir fluidos y medios continuos en general
	3. Enseña apropiadamente el contenido aprendido en documentos escritos.
RA2: Elabora reportes numéricos, comunicando los resultados computacionales provenientes del método de elementos finitos, en el marco de aplicaciones numéricas realistas, utilizando elementos del idioma inglés.	4. Logra documentar sus conocimientos con un nivel técnico suficientemente bueno, incluyendo anglicismos y expresiones de la “jerga” asociada a mecánica computacional
	5. Expresa en inglés (opcionalmente) sus conocimientos con la articulación y gramática apropiada para darse a entender ante pares técnicos.
RA3: Aplica diversos modelos de turbulencia y técnicas de reconocimiento de patrones estadística, evaluando su pertinencia según la aplicación bajo análisis.	6. Identifica apropiadamente modelos adecuados para aplicaciones propias de la práctica ingenieril en los cuales la turbulencia tiene un rol relevante.
	7. Maneja una batería de herramientas estadísticas para el análisis de sistemas complejos (turbulentos o no) modernos.

## PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN:

### Descripción de los procedimientos de evaluación y requisitos de eximición

**Evaluación 1:** Trabajo semestral en donde los estudiantes, en grupos de trabajo, aborden una aplicación de mecánica de fluidos en la cual se diseñe un plan de trabajo factible y se programe un solver de elementos finitos para el estudio analítico del problema en cuestión.

Se contemplan entregas parciales cuya evaluación positiva añade bonificaciones a la nota del informe final.

**Evaluación 2:** Prueba escrita con contenidos fundamentales del curso, incluyendo leyes de conservación, técnicas de ciencia de datos y fundamentos de turbulencia.

Ambas evaluaciones son obligatorias

#### Requisito de aprobación:

- Nota final = 0.5 Evaluación 1 + 0.5 Evaluación 2
- Asistencia 80%

No hay examen.

Instrumento o Medio de evaluación	Resultados de Aprendizaje	Porcentaje de relevancia
<i>Evaluación 1: Trabajo semestral</i>	<p>RA1: Deriva ecuaciones de conservación gobernantes a partir de principio mecánicos clásicos integrados en softwares de mecánica de fluidos computacional para aplicaciones realistas.</p> <p>RA2: Elabora reportes numéricos, comunicando los resultados computacionales provenientes del método de elementos finitos, en el marco de aplicaciones numéricas realistas, utilizando elementos del idioma inglés.</p>	50 %
Evaluación 2: Prueba escrita	<p>RA2: Elabora reportes numéricos, comunicando los resultados computacionales provenientes del método de elementos finitos, en el marco de aplicaciones numéricas realistas, utilizando elementos del idioma inglés.</p> <p>RA3: Conoce y aplica diversos modelos de turbulencia y técnicas de reconocimiento de patrones estadística, evaluando su pertinencia según la aplicación bajo análisis.</p>	50 %

UNIDAD:	CONTENIDOS:
Fundamentos y ecuaciones gobernantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repaso de Mecánica de Fluidos I. Campos de velocidad y presión. Reología de fluidos.</li> <li>• Teorema de Transporte de Reynolds.</li> <li>• Conservación de masa y cantidad de movimiento.</li> <li>• Las ecuaciones de Cauchy y de Navier-Stokes.</li> <li>• Algunas soluciones analíticas: Fluido de Poiseuille, de Couette, etc.</li> </ul>
Algunos problemas de CFD típicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicaciones de CFD en la industria.</li> <li>• Set-up de problemas para proyecto semestral: estelas de Von-Karman, cavidad cuadrada, tuberías.</li> <li>• Cierre de ecuaciones de gobierno y acoplamiento 3D-0D.</li> <li>• Cálculo de algunas variables de interés: drag, lift, saltos de presión, esfuerzo de corto en las paredes.</li> <li>• Solución numérica mediante volúmenes y elementos finitos (FEM).</li> <li>• Enfoques monolítico y de paso fraccionado.</li> <li>• Discretización en tiempo mediante diferencias finitas.</li> <li>• Implementación computacional. Cálculo de arrastre.</li> <li>• Estimación indirecta de arrastre mediante método variacional.</li> </ul>
Turbulencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicaciones de modelado de turbulencia en obras hidráulicas</li> <li>• La simulación numérica directa (DNS), la cascada de Kolmogorov y la naturaleza estadística de la turbulencia.</li> <li>• Métodos tradicionales: RANS y LES.</li> <li>• Enfoque variacional multi-escala.</li> </ul>

Reconocimiento de patrones en fluidos

- Introducción a los sistemas dinámicos.
- Análisis de componentes principales y máxima covarianza.
- La descomposición modal dinámica.
- Asimilación de datos de velocimetría.

#### METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE:

La metodología principal que se empleará es el aprendizaje en problemas (ABP), específicamente los alumnos desarrollarán un proyecto de duración semestral donde resolverán un problema prototípico de modelación numérica en ingeniería hidráulica. Se busca a través de este proyecto fortalecer el conocimiento del alumno en varios niveles. En primer lugar, en un nivel pragmático enfocado a resolver problemas, en segundo lugar, a nivel teórico como alumno capaz de explicar la física de los problemas, y a nivel de gestión asociado a la capacidad de gestionar el tiempo y las personas del grupo durante los meses que dura el curso.

#### RECURSOS DE APRENDIZAJE:

Los recursos didácticos de aprendizaje a utilizar son:

- Slides de las temáticas a tratar.
- Guías de trabajo.
- Software de simulación computacional.
- Artículos de revistas científicas

#### BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA:

- [1] Pope, S. (2011). *Turbulent Flows*. Cambridge University Press. 11<sup>th</sup> edition. 2011.
- [2] Jhon, V. (2016). *Finite Element Methods for Incompressible Flow Problems*. Springer Series in Computational Mathematics.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- [3] White, F. *Fluid Mechanics*. (2015). McGraw Hill; 8th edition.
- [4] Codina, R. & Badia, S. & Baiges, J. & Principe, J. (2002) *Variational Multiscale Methods in Computational Fluid Dynamics*. Universidad Politécnica de Cataluña, España.
- [5] Schmidt, P. (2022). *Dynamic Mode Decomposition and Its Variants*. Annual review of fluid mechanics. Volume 54.
- [6] White, F. (1991). *Viscous Fluid Flow*. McGraw Hill; 2nd edition.

#### INTEGRIDAD ACADÉMICA

*La integridad académica es un valor. El Modelo Educativo releva un conjunto de principios y comportamientos éticos de los estudiantes en sus procesos formativos. La integridad académica se expresa en todas las actuaciones que las personas realizan en la Universidad, dentro y fuera del aula.*

*Todos los estudiantes de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso tienen la responsabilidad de conocer el Reglamento de Disciplina. Se espera que los estudiantes se comprometan adecuadamente en los procesos académicos de acuerdo con los valores como la honestidad, el respeto, la veracidad, la justicia y la responsabilidad.*

*Cualquier falta a la integridad académica en una actividad de evaluación, daña profundamente la confianza que siempre debe existir en la relación de aprendizaje entre profesor y estudiante, afectando el proceso formativo.*

*Igualmente, constituye una falta de integridad académica usar las ideas, la información o las expresiones de otro, sin el adecuado reconocimiento y cita de su autor. Los profesores de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, atendida su responsabilidad en la formación de sus estudiantes, deben transmitir el valor de la integridad académica y, ante una falta a ésta, proceder conforme lo dispone la normativa universitaria.*