

## Guía docente

# 295451 - 295TM012 - Tecnologías Avanzadas en Ciencia e Ingeniería de Fluidos

Última modificación: 02/10/2025

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería de Barcelona Este  
**Unidad que imparte:** 729 - MF - Departamento de Mecánica de Fluidos.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS MECÁNICAS (Plan 2024). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2025      **Créditos ECTS:** 6.0      **Idiomas:** Castellano

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** JAN MATEU ARMENGOL - FRANCESCO CAPUANO

**Otros:** Primer quadrimestre:  
JOAN CALAFELL SANDIUMENGE - Grup: T1  
FRANCESCO CAPUANO - Grup: T1  
JAN MATEU ARMENGOL - Grup: T1  
RICARDO JAVIER PRINCIPE RUBIO - Grup: T1

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE

---

#### Conocimientos:

- K.01. Interpretar críticamente los principios físicos que gobiernan el comportamiento de sistemas y aplicaciones avanzadas en los ámbitos de diseño mecánico, procesos de fabricación, resistencia de materiales, mecánica de fluidos, termodinámica y transferencia de calor.
- K.08. Identificar herramientas de análisis de datos para caracterizar, sintetizar, explicar y predecir el comportamiento de sistemas físicos en el ámbito de la ingeniería mecánica.
- K.04. Interpretar correctamente documentación técnica asociada al diseño de instalaciones, procesos y productos, en el contexto de proyectos de investigación y desarrollo en el ámbito mecánico.
- K.05. Identificar tecnologías emergentes (tanto del ámbito mecánico como en el de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación) aplicables en el desarrollo de proyectos mecánicos.
- K.02. Identificar las ecuaciones fundamentales que gobiernan los fenómenos físicos asociados a problemas complejos en el ámbito de la ingeniería mecánica.
- K.07. Definir modelos analíticos, experimentales y/o computacionales apropiados para el estudio de problemas relevantes en el ámbito de la ingeniería mecánica.

#### Habilidades:

- S.02. Aplicar correctamente las técnicas analíticas, computacionales y/o experimentales que mejor se adecúen al análisis de un caso o proyecto en el ámbito mecánico.
- S.08. Integrar conocimientos de diferentes áreas del ámbito mecánico en el diseño y desarrollo de proyectos, sistemas y soluciones de ingeniería.
- S.05. Analizar críticamente los resultados del análisis de un proceso o producto, teniendo en cuenta las limitaciones de las técnicas aplicadas.
- S.03. Aplicar el uso de técnicas avanzadas de simulación numérica y prototipado virtual en la solución de problemas mecánicos complejos.
- S.01. Aplicar de forma global las técnicas experimentales, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos en el desarrollo de proyectos de ingeniería mecánica, así como de las especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento en cada etapa del proceso.

**Competencias:**

C.03. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito mecánico, y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

C.02. Trabajar como miembro de un equipo interdisciplinario, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con el fin de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

C.04. Asegurar, en el contexto de su competencia profesional, el cumplimiento de normas éticas, directrices profesionales y legislación vigente en el ámbito del respeto a los derechos fundamentales, considerando la reducción de las desigualdades, la perspectiva de género y los principios de accesibilidad, inclusión y no discriminación en el diseño de soluciones técnicas y en la gestión de proyectos y equipos de trabajo.

C.05. Plantear soluciones científicas y tecnológicas avanzadas a retos industriales complejos en el ámbito de la ingeniería mecánica.

**METODOLOGÍAS DOCENTES**

La metodología combina la enseñanza de clases frontales interactivas (basadas en pizarra y presentaciones) con sesiones de laboratorio (computacionales y experimentales). Durante la clase, los estudiantes son constantemente estimulados a participar en discusiones interactivas a través de ejemplos prácticos, explorando aplicaciones industriales del mundo real. Las clases teóricas están estrechamente integradas con las sesiones de laboratorios, lo que permite a los estudiantes participar activamente en la configuración de experimentos, la recopilación de datos y el análisis de resultados. Basándose en el material de enseñanza y bajo la orientación del instructor, los estudiantes realizan un proyecto individual para profundizar en los detalles de las herramientas/técnicas experimentales y numéricas utilizadas durante las sesiones de laboratorio, y adquirir habilidades para su postprocesamiento. Finalmente, la asignatura cuenta con una serie de seminarios de profesionales invitados para aportar información de vanguardia sobre investigación y aplicaciones industriales.

**OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Este curso equipará a los estudiantes con los fundamentos teóricos, así como con herramientas interpretativas y predictivas necesarias para resolver problemas de ingeniería complejos relacionados con la mecánica de fluidos, preparándolos para aplicaciones industriales e investigaciones avanzadas en ingeniería mecánica. Los resultados del aprendizaje son transversales a campos como la ingeniería aeroespacial, energética, ambiental y biomédica. Al final del curso, los estudiantes deberían ser capaces de:

- Formular y manipular las ecuaciones matemáticas que gobiernan los flujos de fluidos en diferentes regímenes de flujo y en diferentes niveles de complejidad física, así como derivar aproximaciones adecuadas.
- Identificar, describir y caracterizar fenómenos complejos de mecánica de fluidos que implican flujos turbulentos, interacciones fluido-estructura y acoplamientos multi-físicos.
- Escoger técnicas apropiadas (numéricas, analíticas o experimentales) para abordar problemas relevantes de mecánica de fluidos en sistemas de ingeniería complejos.
- Poseer una visión general de las principales técnicas experimentales para medir y visualizar campos de flujo.
- Configurar, ejecutar y analizar los resultados de una simulación de dinámica de fluidos computacional (CFD) utilizando software comercial, y tener una comprensión básica del enfoque computacional relacionado.
- Interpretar y analizar críticamente los resultados de experimentos o cálculos, con conciencia de la aplicabilidad y limitaciones de los modelos/técnicas empleados.
- Aplicar principios y herramientas avanzadas de mecánica de fluidos al diseño de sistemas reales.
- Describir los desafíos actuales en la dinámica de fluidos y cómo se están abordando.

**HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO**

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	40,5	27.00
Horas grupo pequeño	13,5	9.00
Horas aprendizaje autónomo	96,0	64.00

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### Fundamentos

**Descripción:**

Revisión de las ecuaciones fundamentales de la mecánica de fluidos y las ecuaciones asociadas. Números adimensionales y regímenes de flujo. Modelos idealizados: flujo irrotacional, flujo de Stokes, flujo incompresible y aproximaciones relacionadas: modelos de bajo Mach y Boussinesq. Soluciones analíticas de flujos estacionarios e inestables. Introducción a modelos avanzados para describir flujos complejos y multi-físicos discutidos en el curso, y ejemplos relacionados.

**Objetivos específicos:**

Dominar las ecuaciones fundamentales del flujo de fluidos, su estructura matemática e implicaciones físicas en una amplia gama de regímenes de flujo y complejidad física. Revisar conceptos teóricos fundamentales y aprender herramientas analíticas adicionales para estudiar el flujo de fluidos. Ampliar el conocimiento de las soluciones analíticas disponibles de las ecuaciones de Navier-Stokes.

**Actividades vinculadas:**

Bomba volumétrica. Objetivos de la sesión práctica: i) ampliar el conocimiento sobre turbomáquinas; ii) analizar una aplicación de bajo número de Reynolds con flujo pulsátil y comparar con la solución analítica.

**Dedicación:** 28h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 18h

### Visualización, medición y predicción de campos de flujo

**Descripción:**

Limitaciones de los modelos teóricos. Enfoque experimental: visión general de técnicas de visualización y medición de flujo. Experimentos vs. cálculo numérico. Introducción a la dinámica de fluidos computacional (CFD): visión general de un método de solución numérica.

**Objetivos específicos:**

Obtener una comprensión básica de herramientas y técnicas modernas para visualizar y predecir campos de flujo complejos, no estacionarios y tridimensionales tanto cualitativa como cuantitativamente; tener una perspectiva crítica sobre el empleo de métodos experimentales vs. computacionales para estudiar problemas de dinámica de fluidos. Aprender los conceptos básicos del flujo de trabajo de CFD.

**Actividades vinculadas:**

Laboratorio de simulación: Introducción al software CFD y configuración de una simulación; postprocesamiento y visualización de campos de flujo.

Laboratorio experimental: postprocesamiento de datos experimentales

Objetivo específico de la sesión práctica: i) aprender a configurar un caso de CFD; ii) visualizar y manipular conjuntos de datos de flujos experimentales o computacionales.

**Dedicación:** 31h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 21h

### Flujos turbulentos

**Descripción:**

Inestabilidades del flujo y transición a la turbulencia. Fenomenología de flujos turbulentos y descripción estadística de la turbulencia. Flujos libres turbulentos: estelas, chorros y capas de mezcla. Flujos externos. Flujos turbulentos acotados por paredes. Ecuaciones de Reynolds promediadas y tensiones relacionadas: el problema de cierre. Modelado de turbulencia.

**Objetivos específicos:**

Aprender la fenomenología de los flujos inestables y turbulentos en configuraciones canónicas. Comprender las dificultades asociadas con la descripción cuantitativa de la turbulencia. Obtener un conocimiento básico del modelado de la turbulencia.

**Actividades vinculadas:**

Laboratorio experimental: flujo turbulento en tunel de viento

Laboratorio de simulación: simulación RANS vs. LES/DNS

Objetivos específicos de las sesiones prácticas: i) medir y analizar una señal turbulenta; ii) comprender la diferencia conceptual y práctica entre los enfoques LES/DNS y RANS; iii) comparar resultados experimentales y numéricos; iv) aprender a visualizar conjuntos de datos tridimensionales complejos.

**Dedicación:** 33h

Grupo grande/Teoría: 10h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 19h

### Flujos con multi-física

**Descripción:**

Introducción a los flujos multifísicos. Interacción fluido-estructura en ingeniería y aplicaciones biológicas. Fundamentos de flujos bifásicos. Descripción general de los flujos reactivos y el acoplamiento entre ecuaciones de transporte de energía, masa y momento. Modelado basado en datos en mecánica de fluidos.

**Objetivos específicos:**

Adquirir competencias básicas en la fenomenología y modelado de flujos complejos que suceden en procesos industriales del mundo real, incluidos flujos que interactúan con estructuras deformables, flujos con una segunda fase dispersa o estratificada, y flujos con multifísica. Además, se introducen conceptos modernos de modelado basado en datos.

**Actividades vinculadas:**

Laboratorio experimental: experimento de interacción fluido-estructura

Objetivos específicos de la sesión práctica: i) analizar señales experimentales y extraer frecuencias relevantes; ii) visualizar fenomenología de FSI.

**Dedicación:** 29h

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 19h

### Project-based learning

**Descripción:**

Tutoría del proyecto de grupo elegido por los estudiantes entre los propuestos.

**Dedicación:** 29h

Actividades dirigidas: 10h

Aprendizaje autónomo: 19h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

---

Examen teórico intermedio (30%)  
Desempeño en el laboratorio (10%)  
Proyecto de grupo (60%)

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Ferziger, Joel H.; Peric, Milovan; Street, Robert L. Computational Methods for Fluid Dynamics. Fourth edition. Cham: Springer, [2019]. ISBN 9783319996912.
- Çengel, Yunus A; Cimbala, John M; Kanoglu, Mehmet. Fluid mechanics : fundamentals and applications. 2a ed. Boston [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2010. ISBN 9780071284219.

### Complementaria:

- Tritton, D. J. Physical fluid dynamics. 2nd ed. Oxford : New York: Clarendon Press ; Oxford University Press, cop. 1988. ISBN 9780198544890.
- Kundu, Pijush K; Cohen, Ira M; Hu, Howard H. Fluid mechanics. 2nd ed. San Diego [etc.]: Academic Press, cop. 2002. ISBN 0121782514.
- Tavoularis, Stavros. Measurement in fluid mechanics. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0521815185.
- Davidson, Peter. Turbulence : an introduction for scientists and engineers. Second edition. Oxford: Oxford University Press, [2015]. ISBN 9780198722595.
- Pope, S. B. Turbulent flows. Repr. with corr. Cambridge, UK [etc.]: Cambridge University Press, 2003. ISBN 9780521591256.