



# Guia docent

## 295451 - 295TM012 - Tecnologies Avançades en Ciència i Enginyeria de Fluids

Última modificació: 10/07/2024

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria de Barcelona Est  
**Unitat que imparteix:** 729 - MF - Departament de Mecànica de Fluids.

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI EN TECNOLOGIES MECÀNIQUES (Pla 2024). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Castellà

### PROFESSORAT

**Professorat responsable:** Capuano, Francesco  
Mateu Armengol, Jan

**Altres:** Príncipe Rubio, Ricardo Javier  
Calafell Sandiumenge, Joan

### METODOLOGIES DOCENTS

La metodologia combina l'ensenyança de classes frontals interactives (basades en pissarra i presentacions) amb sessions de laboratori (computacionals i experimentals). Durant la classe, els estudiants són constantment estimulats a participar en discussions interactives a través d'exemples pràctics, explorant aplicacions industrials del món real. Les classes teòriques estan estretament integrades amb les sessions de laboratori, permetent als estudiants participar activament en la configuració d'experiments, la recopilació de dades i l'anàlisi de resultats. Basant-se en el material d'ensenyament i sota l'orientació de l'instructor, els estudiants realitzen un projecte individual per aprofundir en els detalls de les eines/tècniques experimentals i numèriques utilitzades durant les sessions de laboratori, i adquirir habilitats per al seu postprocessament. Finalment, l'assignatura compta amb una sèrie de seminaris de professionals convidats per aportar informació d'avantguarda sobre investigació i aplicacions industrials.

### OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Aquest curs equiparà els estudiants amb els fonaments teòrics, així com amb eines interpretatives i predictives necessàries per resoldre problemes d'enginyeria complexos relacionats amb la mecànica de fluids, preparant-los per a aplicacions industrials i investigacions avançades en enginyeria mecànica. Els resultats de l'aprenentatge són transversals a camps com l'enginyeria aeroespacial, energètica, ambiental i biomèdica. Al final del curs, els estudiants haurien de ser capaços de:

- Formular i manipular les equacions matemàtiques que governen els fluxos de fluids en diferents règims de flux i en diferents nivells de complexitat física, així com derivar aproximacions adequades.
- Identificar, descriure i caracteritzar fenòmens complexos de mecànica de fluids que impliquen fluxos turbulents, interaccions fluid-estructura i acoblaments multi-físics.
- Seleccionar tècniques adequades (numèriques, analítiques o experimentals) per abordar problemes rellevants de mecànica de fluids en sistemes d'enginyeria complexos.
- Tenir una visió general de les principals tècniques experimentals per mesurar i visualitzar camps de flux.
- Configurar, executar i analitzar els resultats d'una simulació de dinàmica de fluids computacional (CFD) utilitzant programari comercial, i tenir una comprensió bàsica de l'enfocament computacional relacionat.
- Interpretar i analitzar críticament els resultats d'experiments o càlculs, amb consciència de l'aplicabilitat i limitacions dels models/tècniques emprats.
- Aplicar principis i eines avançades de mecànica de fluids al disseny de sistemes reals.
- Descriure els reptes actuals en la dinàmica de fluids i com s'estan abordant.



## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	96,0	64.00
Hores grup gran	40,5	27.00
Hores grup petit	13,5	9.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Fonaments

#### Descripció:

Revisió de les equacions fonamentals de la mecànica de fluids i les equacions associades. Nombres adimensionals i règims de flux. Models idealitzats: flux irrotacional, flux de Stokes, flux incompressible i aproximacions relacionades: models de baix Mach i Boussinesq. Solucions analítiques de fluxos estacionaris i inestables. Introducció a models avançats per descriure fluxos complexos i multi-físics discutits al curs, i exemples relacionats.

#### Objectius específics:

Dominar les equacions fonamentals del flux de fluids, la seva estructura matemàtica i implicacions físiques en una àmplia gamma de règims de flux i complexitat física. Revisar conceptes teòrics fonamentals i aprendre eines analítiques addicionals per estudiar el flux de fluids. Ampliar el coneixement de les solucions analítiques disponibles de les equacions de Navier-Stokes.

#### Activitats vinculades:

Bomba volumètrica. Objectius de la sessió pràctica: i) ampliar el coneixement sobre turbomàquines; ii) analitzar una aplicació de baix nombre de Reynolds amb flux pulsant i comparar amb la solució analítica.

#### Dedicació: 28h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 18h

### Visualització, mesurament i predicció de camps de flux

#### Descripció:

Limitacions dels models teòrics. Enfocament experimental: visió general de tècniques de visualització i mesurament de flux. Experiments vs. càlcul numèric. Introducció a la dinàmica de fluids computacional (CFD): visió general d'un mètode de solució numèrica.

#### Objectius específics:

Obtenir una comprensió bàsica d'eines i tècniques modernes per visualitzar i predir camps de flux complexos, no estacionaris i tridimensionals tant qualitativa com quantitativament; tenir una perspectiva crítica sobre l'ús de mètodes experimentals vs. computacionals per estudiar problemes de dinàmica de fluids. Aprendre els conceptes bàsics del flux de treball de CFD.

#### Activitats vinculades:

Laboratori de simulació: Introducció al programari CFD i configuració d'una simulació; postprocessament i visualització de camps de flux.

Laboratori experimental: postprocessament de dades experimentals

Objectiu específic de la sessió pràctica: i) aprendre a configurar un cas de CFD; ii) visualitzar i manipular conjunts de dades de fluxos experimentals o computacionals.

#### Dedicació: 31h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 21h

### Fluxos turbulents

**Descripció:**

Inestabilitats del flux i transició a la turbulència. Fenomenologia de fluxos turbulents i descripció estadística de la turbulència. Fluxos lliures turbulents: deixants, dolls i capes de mescla. Fluxos externs. Fluxos turbulents confinats per parets. Equacions mitjanes de Reynolds i tensions relacionades: el problema de tancament. Modelatge de turbulència.

**Objectius específics:**

Aprendre la fenomenologia dels fluxos inestables i turbulents en configuracions canòniques. Comprendre les dificultats associades amb la descripció quantitativa de la turbulència. Obtindre un coneixement bàsic del modelatge de la turbulència.

**Activitats vinculades:**

Laboratori experimental: flux turbulent en tunel de vent

Laboratori de simulació: simulació RANS vs. LES/DNS

Objectius específics de les sessions pràctiques: i) mesurar i analitzar un senyal turbulent; ii) comprendre la diferència conceptual i pràctica entre els enfocaments LES/DNS i RANS; iii) comparar resultats experimentals i numèrics; iv) aprendre a visualitzar conjunts de dades tridimensionals complexes.

**Dedicació:** 33h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 19h

### Fluxos amb multi-física

**Descripció:**

Introducció als fluxos multifísics. Interacció fluid-estructura en enginyeria i aplicacions biològiques. Fonaments dels fluxos bifàsics. Visió general dels fluxos reactius i l'acoblament entre les equacions de transport d'energia, massa i moment. Modelatge basat en dades en mecànica de fluids.

**Objectius específics:**

Adquirir competències bàsiques en la fenomenologia i modelatge de fluxos complexos que succeeixen en processos industrials del món real, inclosos fluxos que interactuen amb estructures deformables, fluxos amb una segona fase dispersa o estratificada, i fluxos amb multi-física. A més, s'introdueixen conceptes moderns de modelatge basat en dades.

**Activitats vinculades:**

Laboratori experimental: experiment d'interacció fluid-estructura

Objectius específics de la sessió pràctica: i) analitzar senyals experimentals i extreure freqüències rellevants; ii) visualitzar fenomenologia de FSI.

**Dedicació:** 29h

Grup gran/Teoria: 8h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 19h

### Project-based learning

**Descripció:**

Tutoria del projecte de grup escollit pels alumnes entre els proposats.

**Dedicació:** 29h

Activitats dirigides: 10h

Aprenentatge autònom: 19h



## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

Examen teòric intermig (30%)  
Rendiment al laboratori (10%)  
Projecte de grup (60%)

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- 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.

### Complementària:

- 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 9780121782511.
- Tavoularis, Stavros. Measurement in fluid mechanics . Cambridge [etc.] : Cambridge University Press, 2005. ISBN 9780521815185.
- 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.