



# Guia docent

## 220112 - FT - Fluidotècnia

Última modificació: 12/09/2024

**Unitat responsable:** Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa  
**Unitat que imparteix:** 729 - MF - Departament de Mecànica de Fluids.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS (Pla 2010). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 4.5      **Idiomes:** Català

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Pedro Javier Gamez-Montero

**Altres:** MIQUEL TORRENT GELMÀ

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Es considera imprescindible haver superat l'assignatura de Mecànica de Fluids

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

**Específiques:**

CE26T-GETI. Coneixement aplicat dels fonaments dels sistemes i màquines fluidomecàniques (Mòdul de tecnologia específica - itineari ESEIAAT)

### METODOLOGIES DOCENTS

---

Grup gran: Metodologies de Càlcul i Disseny

En les sessions d'exposició dels continguts el professor introduirà les bases teòriques de la matèria, conceptes, mètodes i resultats il·lustrant-los amb exemples convenients per facilitar-ne la comprensió. Les classes de teoria combinen mètode expositiu i aprenentatge actiu directament relacionats amb l'Activitat 1 i es treballaran exemples i aplicacions particulars relacionats amb l'Activitat 2.

Grup petit: Laboratori / Seminaris d'aplicacions

Les classes de pràctiques, en grups petits, es realitzaran al laboratori o en les aules informàtiques. El treball pràctic es desenvolupa individualment, en parelles i/o equips, a especificar en cada laboratori / seminari. L'objectiu és que l'alumnat sigui capaç de recopilar dades, tractar-les, analitzar-les i extreure les conclusions, comparant els resultats amb altres de referència, teòrics, numèrics, o experimentals. Les classes estan relacionades directament amb les activitats de seminaris I a la VI.

Aprenentatge autònom

Els estudiants, de forma autònoma hauran d'estudiar i exercitar-se per assimilar i aprendre els conceptes, resoldre els exercicis proposats ja sigui manualment o amb l'ajuda de l'ordinador. Les activitats programades fora de l'aula estaran dissenyades perquè serveixin com autoaprenentatge, realització d'activitats avaluables i resoldre els qüestionaris.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

Els objectius generals de l'assignatura de Fluidotècnia són:

A nivell de tècnica en l'àmbit de la seva especialitat

- Identificar els fonaments científics
- Utilitzar la tecnologia i l'enginyeria necessària

A nivell d'actuació professional

- Analitzar situacions concretes, definir problemes, prendre decisions i implementar plans d'actuació en la recerca de solucions
- Aplicar coneixements adquirits a situacions reals, gestionant adequadament els recursos disponibles
- Interpretar estudis, informes, dades i analitzar-les numèricament
- Seleccionar i manejar les fonts de informació
- Utilitzar les eines informàtiques existents com a suport
- Treballar en equip multidisciplinari
- Valorar la formació integral, la motivació personal, la mobilitat

A nivell d'aptitud i actitud,

- Entendre i expressar-se amb la terminologia adequada
- Treballar, analitzar, discutir i sintetitzar en grup

Els objectius d'aprenentatge de l'assignatura basats en la taxonomia de Bloom, impliquen que a l'acabar l'assignatura, l'estudiant ha de ser capaç de:

Nivell 3 (aplicar)

- Resoldre els problemes de Tecnologies Industrials relacionats amb el flux de fluids newtonians
- Utilitzar les eines teòriques, experimentals i numèriques adequades a cada problema

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

---

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	14,0	12.44
Hores grup gran	31,0	27.56
Hores aprenentatge autònom	67,5	60.00

**Dedicació total:** 112.5 h

## CONTINGUTS

### Mòdul 1: INTRODUCCIÓ AL DISSENY FLUIDODINÀMIC

#### Descripció:

- 1.1 Anàlisi / Disseny (problema directe i problema invers)
- 1.2 Tipus d'anàlisi: integral, diferencial i adimensional
- 1.3 Fluids: propietats, tipologia, newtonians i no-newtonians
- 1.4 Exemples d'aplicacions i casos pràctics

#### Objectius específics:

En acabar aquest contingut l'estudiant ha de ser capaç de:

- Definir l'anàlisi i disseny directe i invers
- Descriure els tipus d'anàlisi
- Anomenar les principals propietats mecàniques dels fluids
- Explicar el criteri de compressibilitat i donar alguns exemples
- Anomenar les principals propietats termodinàmiques dels fluids
- Aplicar l'anàlisi el concepte de fluid
- Realitzar càlculs numèrics basats en les propietats mecàniques i termodinàmiques dels fluids

#### Activitats vinculades:

Classes expositives teoria amb exemples i problemes/aplicacions

Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)

Activitat 2 (problemes / aplicacions)

Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)

Activitat 4 (control coneixement)

Activitat 5 (examen parcial)

#### Dedicació: 5h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 3h



## Mòdul 2: APLICACIONS FLUIDOESTÀTIQUES

### Descripció:

- 2.1 Hidrostàtica de camp gravitatori
- 2.2 Aplicacions d'un fluid estàtic sobre una superfície
- 2.3 Aplicacions de flotabilitat
- 2.4 Aplicacions d'estabilitat
- 2.5 Exemples i casos pràctics

### Objectius específics:

En acabar aquest contingut l'estudiant ha de ser capaç de:

- Escriure l'equació fonamental de l'estàtica dels fluids
- Calcular la força que exerceix un fluid en repòs sobre una superfície i el seu punt d'aplicació
- Calcular la flotació en cossos totalment o parcialment submergits en un fluid
- Explicar l'estabilitat de cossos parcialment submergits
- Aplicar l'anàlisi fluidoestàtic
- Realitzar càlculs numèrics basats en l'anàlisi fluidoestàtic

### Activitats vinculades:

Classes expositives teoria amb exemples i problemes / aplicacions

Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)

Activitat 2 (problemes / aplicacions)

Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)

Activitat 4 (control coneixement)

Activitat 5 (examen parcial)

Activitat 8 (seminari I: estratègies de resolució de problemes)

### Dedicació: 10h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 6h



### Mòdul 3: APLICACIONS ANÀLISI DINÀMIC INTEGRAL

#### Descripció:

- 3.1 Conceptes propedèutics: lleis de conservació
- 3.2 Formulació integral i diferencial
- 3.3 Balanços macroscòpics en sistemes isotèrmics
- 3.4 Aplicacions de disseny i càlcul d'elements, màquines i instal·lacions per a la manipulació de fluids (agitadors, toveres, dipòsits, sistemes de canonades amb turbomàquines, sistemes de regulació, etc.)
- 3.5 Utilització dels balanços macroscòpics per plantejar problemes de flux no estacionari
- 3.6 Exemples i casos pràctics

#### Objectius específics:

En acabar aquest contingut l'estudiant ha de ser capaç de:

- Enunciar, definir i interpretar les lleis bàsiques: conservació de massa, quantitat de moviment, moment cinètic i energia
- Distingir entre formulació integral i diferencial i enumerar les característiques més importants de les dues formulacions
- Utilitzar l'anàlisi dinàmic integral
- Resoldre aplicacions relacionades les lleis bàsiques en anàlisi integral de sistema de referència inercial i no inercial.
- Calcular magnituds en estudi d'aplicacions de disseny i càlcul d'elements, màquines i instal·lacions per a la manipulació de fluids.

#### Activitats vinculades:

Classes expositives teoria amb exemples i problemes / aplicacions

Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)

Activitat 2 (problemes / aplicacions)

Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)

Activitat 4 (control coneixement)

Activitat 5 (examen parcial)

Activitat 7 (control de laboratori/seminaris)

Activitat 9 (seminari II: introducció a CFD)

#### Dedicació: 30h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 18h



#### Mòdul 4: APLICACIONS ANÀLSI DINÀMIC DIFERENCIAL

##### Descripció:

- 4.1 Conceptes propedèutics amb equacions de moviment: Navier-Stokes, Reynolds, Euler, Bernoulli
- 4.2 Flux dominat per la viscositat (Re baixos). Flux de Couette i flux de Hagen-Poiseuille.
- 4.3 Exemples d'aplicacions de fluxos dominats per la viscositat, com flux entre dos cilindres concèntrics, coixinets (hidrostàtics i fluid dinàmics), lubricació, entre d'altres.
- 4.4 Flux ideal (Re alts). Equació d'Euler i estudi de la partícula de fluid al llarg i normal a una línia de corrent.
- 4.5 Exemples d'aplicacions de fluxos ideals, com flux en conducte amb curvatura, al voltant d'un cos amb curvatura, entre d'altres.
- 4.6 Introducció al flux no-newtonià en canonada de secció recta circular. Llei potencial. Plàstic de Bingham.
- 4.7 Exemples d'aplicacions de fluxos de manipulació de productes alimentaris, flux en medis porosos, etc.
- 4.8 Casos pràctics

##### Objectius específics:

En acabar aquest contingut l'estudiant ha de ser capaç de:

- Interpretar i simplificar l'equació de Navier-Stokes
- Utilitzar l'anàlisi dinàmic diferencial
- Resoldre aplicacions relacionades les lleis bàsiques en anàlisis diferencial.
- Calcular el perfil de velocitats i les magnituds dinàmiques derivades pel flux dominat per la viscositat i flux ideal
- Calcular el flux i les magnituds dinàmiques no-newtonià en canonada de secció recta circular per fluid de llei potencial i plàstic de Bingham.
- Calcular magnituds en estudi d'aplicacions de disseny i càlcul d'elements, màquines i instal·lacions per a la manipulació de fluids.

##### Activitats vinculades:

Classes expositives teoria amb exemples i problemes / aplicacions

Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)

Activitat 2 (problemes / aplicacions)

Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)

Activitat 6 (examen final)

Activitat 7 (control de laboratori / seminaris)

Activitat 10 (seminari III: flux amb viscositat dominant en CFD amb geometria rectangular)

Activitat 11 (seminari IV: flux amb viscositat dominant en CFD amb geometria circular)

**Dedicació:** 40h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 24h



## Mòdul 5: APLICACIONS ANÀLISI ADIMENSIONAL

### Descripció:

- 5.1. Les lleis de semblança (geomètrica, cinemàtica i dinàmica)
- 5.2. Números adimensionals bàsics
- 5.3. Teoria de models, el disseny d'experiments i la correlació de dades experimentals.
- 5.4. Exemples d'aplicacions i casos pràctics

### Objectius específics:

En acabar aquest contingut l'estudiant ha de ser capaç de:

- Explicar les bases de l'anàlisi dimensional i donar exemples de les seves aplicacions
- Donar les unitats bàsiques de magnituds físiques utilitzades
- Enunciar el teorema Pi de Buckingham
- Calcular els grups adimensionals que intervenen en una determinada llei física
- Identificar grups adimensionals importants
- Utilitzar l'anàlisi adimensional
- Calcular l'escala d'un model sobre la base de la similitud cinemàtica i dinàmica
- Calcular la relació de magnituds físiques entre prototip i model

### Activitats vinculades:

Classes expositives teoria amb exemples i problemes / aplicacions

Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)

Activitat 2 (problemes / aplicacions)

Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)

Activitat 6 (examen final)

Activitat 7 (control de laboratori / seminaris)

Activitat 12 (seminari V: nombres adimensionals i teoria de models)

### Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 9h



## Mòdul 6: APLICACIONS INSTAL·LACIONS DE FLUIDS

### Descripció:

- 6.1 Equació de Bernoulli generalitzada
- 6.2 Pèrdues de càrrega primàries i secundàries. Darcy-Weisbach, Moody, factor de fricció i elements
- 6.3 Corba de sistema
- 6.4 Rendiments i corba característica de la bomba centrífuga
- 6.5 Instal·lacions amb bomba centrífuga. Punt de funcionament
- 6.6 Regulació

### Objectius específics:

En acabar aquest contingut l'estudiant ha de ser capaç de:

- Definir l'equació de Bernoulli generalitzada
- Interpretar el diagrama de Moody
- Calcular el factor de fricció
- Calcular pèrdues de càrrega primàries i secundàries
- Identificar els rendiments i corba característica de la bomba centrífuga
- Identificar la corba de sistema
- Calcular el punt de funcionament d'una instal·lació amb bomba
- Descriure la regulació d'una instal·lació

### Activitats vinculades:

Classes expositives teoria amb exemples i problemes / aplicacions

Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)

Activitat 2 (problemes / aplicacions)

Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)

Activitat 6 (examen final)

**Dedicació:** 7h 30m

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 4h 30m





## Mòdul 7: GUIA I BONES PRÀCTIQUES EN LA LECTURA D'ARTICLES CIENTIFICOTÈCNICS AL DISSENY FLUIDODINÀMIC

### Descripció:

7.1 Introducció

7.2 Què són els articles de recerca? Per què llegir 'primary literature'?

7.3 El joc del llenguatge, la ciència i la filosofia.

7.4 És això 'primary literature'. Sempre en anglès?

7.5 Innovació: una paraula

7.6 L'anatomia del 'paper'. Seccions i en pràctica

7.7 Com llegir articles de recerca? En pràctica: hipòtesis i qüestions de recerca, argumentació de la recerca, conceptes i resultats.

7.8 En conjunt, a tenir en compte. En pràctica

### Objectius específics:

En acabar aquest contingut l'estudiant ha de ser capaç de:

- De com la lectura d'articles de recerca aporta aprenentatge actiu a la docència d'enginyeria
- Identificar els paràmetres aplicables a la millora del propi aprenentatge
- Descobrir les principals aportacions de la lectura, crítica i avaluació d'articles de recerca
- Conèixer l'anatomia, seccions i continguts bàsics d'un article de recerca
- Gestionar la lectura no-lineal i selectiva dels continguts
- Seleccionar i aplicar la guia de bones pràctiques per criticar i avaluar un article de recerca
- Articular la recerca i trobada d'autors, índexs bibliomètrics i articles de recerca

### Activitats vinculades:

Classes expositives teoria amb exemples i problemes / aplicacions

Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)

Activitat 2 (problemes / aplicacions)

Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)

Activitat 6 (examen final)

### Dedicació: 5h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

## ACTIVITATS

### ACTIVITAT 1. APRENENTATGE ACTIU A L'AULA

**Descripció:**

Aprenentatge actiu en aula per tal de potenciar la motivació, reforçar el pensament crític i activar l'aprenentatge adaptant-se així a les necessitats específiques de l'aula, entre altres, com:

- Passatemps clàssics creats pel professor ad hoc i lliurats en fotocòpies/dispositives (sopes de lletres, mots encreuats, les N diferències, aparellament, etc.)
- Eines multiplataforma d'aprenentatge mòbil electrònic i de ludificació ("gamificació")
- Recursos interactius H5P per a l'aprenentatge en web (tecnologia oberta i completament lliure)
- Altres eines i recursos a disposició

**Objectius específics:**

En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:

- Interpretar i exemplificar l'aprofitament i l'assimilació dels objectius específics associats en avaluació contínua als continguts 1, 2, 3, 4, 5 i 6.

**Material:**

Fotocòpies, eines multiplataforma, aplicacions, recursos interactius, etc.

**Lliurament:**

Les activitats són realitzades, comentades i corregides a l'aula entre estudiants i entre professor i estudiants. Aquesta activitat no té un pes específic directe a la nota global de el curs.

**Dedicació:** 12h

Aprenentatge autònom: 8h

Grup gran/Teoria: 4h

### ACTIVITAT 2. PROBLEMES/APLICACIONS

**Descripció:**

Exercicis bàsics presentats en la documentació teòrica de l'assignatura. Problemes i aplicacions proposades per resoldre a classe. Els enunciats dels problemes i aplicacions es discuteixen, prèviament preparats pel professor, a classe.

**Objectius específics:**

En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:

- Analitzar i gestionar el temps per tal de resoldre els problemes de forma eficient. Treballar en grup i distribuir tasques en cas necessari.
- Trobar i analitzar documentació tècnica en el material suport, la bibliografia i / o internet relacionada amb els problemes proposats.

**Material:**

Apunts de l'assignatura a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).

Llibre de l'assignatura ATENEA.

**Lliurament:**

La resolució del problema ha d'incloure els apartats següents: (a) Hipòtesi, (b) Dibuix de l'esquema, (c) Principis bàsics, (d) Resolució, (e) Resultats, (f) Conclusions i (g) Explicació: dins cada apartat, s'ha d'incloure sempre una petita explicació per raonar i argumentar els passos que s'han donat.

Aquesta activitat no té un pes específic directe a la nota global de el curs.

**Dedicació:** 18h

Aprenentatge autònom: 8h

Grup gran/Teoria: 10h



### ACTIVITAT 3. QÜESTIONARIS AUTOAPRESENTATGE

**Descripció:**

Qüestionaris tipus test realitzats individualment d'exercicis conceptuals formant part de l'aprenentatge autònom.

**Objectius específics:**

En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:

- Demostrar l'assoliment dels objectius específics associats en avaluació contínua als continguts 1, 2, 3, 4, 5 i 6.

**Material:**

Qüestionaris on-line desenvolupats en la plataforma ATENEA de l'assignatura (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle)

**Lliurament:**

Cada qüestionari s'avalua i la seva nota forma part del 10% corresponent a la nota final de curs de les proves de qüestionaris autoaprenentatge.

**Dedicació:** 18h

Aprenentatge autònom: 8h

Grup gran/Teoria: 10h

### ACTIVITAT 4. CONTROL CONEIXEMENTS

**Descripció:**

Prova control tipus test realitzada a classe en parelles.

**Objectius específics:**

En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:

- Demostrar l'assoliment dels objectius específics associats als continguts 1, 2, i 3.

**Material:**

Formulari d'en A4 una cara realitzat a mà per l'estudiant.

**Lliurament:**

El test s'avalua, i la seva nota té un pes del 5%, de la nota final de curs.

**Dedicació:** 5h

Aprenentatge autònom: 4h

Grup gran/Teoria: 1h

### ACTIVITAT 5. EXAMEN PARCIAL

**Descripció:**

Prova parcial individual.

**Objectius específics:**

En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:

- Demostrar l'assoliment dels objectius específics associats als continguts 1, 2, i 3.

**Material:**

Els formularis utilitzats en els controls de coneixements.

**Lliurament:**

La prova té un pes del 30% de la nota final de curs.

**Dedicació:** 13h

Aprenentatge autònom: 10h

Grup gran/Teoria: 3h



## ACTIVITAT 6. EXAMEN FINAL

**Descripció:**

Prova parcial individual. Inclourà una activitat de recuperació de l'activitat (Primer Parcial).

**Objectius específics:**

En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:

- Demostrar l'assoliment dels objectius específics associats als continguts 1, 2, 3, 4, 5, i 6.

**Material:**

Els formularis utilitzats en els controls de coneixements.

**Lliurament:**

La prova té un pes del 40% de la nota final de curs.

**Dedicació:** 13h

Aprenentatge autònom: 10h

Grup gran/Teoria: 3h

## ACTIVITAT 7. CONTROL DE LABORATORI/SEMINARIS

**Descripció:**

Prova control tipus test realitzada a classe individualment.

**Objectius específics:**

En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:

- Demostrar l'assoliment dels objectius específics associats als continguts 8, 9, 10, 11, 12 i 13.

**Material:**

Formulari o dossier lliurat a l'estudiant per part de professor per dur a terme la prova. A l'acabar, s'ha de retornar a professor.

**Lliurament:**

El test s'avalua i la seva nota és el 10% corresponent a la nota final de curs de la prova control laboratori/seminari.

**Dedicació:** 5h

Aprenentatge autònom: 3h

Grup petit/Laboratori: 2h



## ACTIVITAT 8. SEMINARI I: ESTRATÈGIES DE RESOLUCIÓ DE PROBLEMES DE FLUIDOTÈCNIA

### Descripció:

Estratègies, guies i pautes en el procés de resolució de problemes de càlcul i disseny fluidodinàmic de la Fluidotècnia.

### Objectius específics:

En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:

- Adoptar les estratègies, guies i pautes en el procés de resolució de problemes
- Incloure els apartats següents en els problemes: (a) Hipòtesi, (b) Dibuix de l'esquema, (c) Principis bàsics, (d) Resolució, (i) Resultats, (f) Conclusions i (g) Explicació: dins de cada apartat, s'ha d'incloure sempre una petita explicació per raonar i argumentar els passos que s'han donat.
- Interpretar els resultats obtinguts de la resolució el problema.

### Material:

Llibre de l'assignatura a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).

### Lliurament:

El lliurament correcte de l'informe forma part de el 5% de la nota global de curs, corresponent a la nota de pràctiques de laboratori / seminari.

**Dedicació:** 12h

Aprenentatge autònom: 10h

Grup petit/Laboratori: 2h

## ACTIVITAT 9. SEMINARI II: INTRODUCCIÓ A CFD

### Descripció:

Pràctica de laboratori on s'introdueix a l'estudiant a les eines de Computational Fluid Dynamics (CFD) que es faran servir en els seminaris.

### Objectius específics:

En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:

- Cercar informació a Internet, llibres, articles sobre mètodes numèrics emprats en CFD.
- Descriure de forma genèrica què és un programa de CFD.
- Realitzar una simulació amb geometria simple, d'un flux laminar amb condicions de contorn estàndard.
- Interpretar els resultats obtinguts d'una simulació de CFD.

### Material:

Programari de CFD.

Ordinador d'aula informàtica.

Apunts de l'assignatura a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).

Guió del seminari a ATENEA. L'idioma dels guions de seminaris és l'anglès.

### Lliurament:

El lliurament correcte de l'informe forma part de el 5% de la nota global de curs, corresponent a la nota de pràctiques de laboratori/seminari.

**Dedicació:** 3h 30m

Aprenentatge autònom: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h



### ACTIVITAT 10. SEMINARI III: FLUX DE VISCOSITAT DOMINANT EN CFD AMB GEOMETRIA RECTANGULAR

**Descripció:**

Pràctica realitzada amb programari de Computational Fluid Dynamics (CFD). Es simula un flux amb viscositat dominant de casos en geometries rectangulars i es comparen els resultats amb els càlculs teòrics realitzats a classe de teoria i/o problemes.

**Objectius específics:**

En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:

- Dissenyar una simulació de flux amb viscositat dominant amb una geometria simple en coordenades cartesianes.
- Interpretar els resultats obtinguts de la simulació i comparar amb els resultats analítics.

**Material:**

Programari de CFD.

Ordinador d'aula informàtica.

Apunts de l'assignatura a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).

Guió del seminari a ATENEA. L'idioma dels guions de seminaris és l'anglès.

**Lliurament:**

El lliurament correcte de l'informe forma part de el 5% de la nota global de curs, corresponent a la nota de pràctiques de laboratori/seminari.

**Dedicació:** 3h

Aprenentatge autònom: 1h

Grup petit/Laboratori: 2h

### ACTIVITAT 11. SEMINARI IV: FLUX DE VISCOSITAT DOMINANT EN CFD AMB GEOMETRIA CIRCULAR

**Descripció:**

Pràctica realitzada amb programari de Computational Fluid Dynamics (CFD). Es simula un flux amb viscositat dominant de casos en geometries circulars i es comparen els resultats amb els càlculs teòrics realitzats a classe de teoria i/o problemes.

**Objectius específics:**

En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:

- Dissenyar una simulació de flux amb viscositat dominant amb una geometria simple en coordenades circulars.
- Interpretar els resultats obtinguts de la simulació i comparar amb els resultats analítics.

**Material:**

Programari de CFD.

Ordinador d'aula informàtica.

Apunts de l'assignatura a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).

Guió del seminari a ATENEA. L'idioma dels guions de seminaris és l'anglès.

**Lliurament:**

El lliurament correcte de l'informe forma part del 5% de la nota global de curs, corresponent a la nota de pràctiques de laboratori/seminari.

**Dedicació:** 3h

Aprenentatge autònom: 1h

Grup petit/Laboratori: 2h



## ACTIVITAT 12. SEMINARI V: NÚMEROS ADIMENSIONALS I TEORÍA DE MODELS

### Descripció:

Introducció a l'anàlisi dimensional.

Identificats els números adimensionals, la semblança i teoria de models permet predir el comportament d'un prototip a partir de les mesures realitzades en el model.

Intervenció mitjançant aprenentatge invers en classe inversa "flipped classroom".

### Objectius específics:

En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:

- Explicar les bases de l'anàlisi dimensional i donar exemples de les seves aplicacions.
- Donar les unitats bàsiques de magnituds físiques utilitzades.
- Enunciar el teorema Pi de Buckingham.
- Calcular els grups adimensionals que intervenen en una determinada llei física.
- Calcular l'escala de models sobre la base de la similitud cinemàtica i dinàmica.
- Calcular la relació de magnituds físiques entre prototip i model.

### Material:

Planificació detallada de la intervenció aula invertida "flipped classroom" a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).

Apunts de l'assignatura a ATENEA

Materials ad hoc específics de el seminari a ATENEA.

### Lliurament:

Qüestionari on-line en aula desenvolupat a la plataforma ATENEA de l'assignatura.

El qüestionari s'avalua i la seva nota forma part del 5% de la nota global de curs, corresponent a la nota de pràctiques de laboratori/seminari.

**Dedicació:** 3h 30m

Aprenentatge autònom: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h



### ACTIVITAT 13. SEMINARI VI. LA SOSTENIBILITAT, LA INTERNACIONALITZACIÓ I ELS FLUIDS

#### Descripció:

Pràctica de laboratori on s'introdueix a l'estudiant als conceptes de sostenibilitat i internacionalització en l'educació superior en enginyeria de fluids. El seminari mira el pla estratègic i els ODS de la UPC. Amb les bones pràctiques en la lectura d'articles s'enfoca en conèixer l'actualitat mundial respecte a noves i innovadores propostes. Intervenció mitjançant aprenentatge invers en classe inversa "flipped classroom".

#### Objectius específics:

En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:

- Concebre una sensibilització cap a la internacionalització i la comunicació intercultural. «Globalització no és internacionalització».
- Reconèixer com la internacionalització incorpora la relació i la cooperació, que va de local a global amb focus a la societat.
- Descriure la internacionalització "a casa" i la "del currículum".
- Descriure noves propostes com el Green New Deal, les tecnologies d'emissions negatives (NET i BECCS), el desacoblament relatiu i absolut, la geoenginyeria o l'ecomodernisme, entre altres.
- Enunciar nous conceptes derivats de la sostenibilitat com els "límits planetaris" d'en Johann Rockström i "l'economia rosquilla" amb les set maneres de pensar l'economia de Kate Raworth, entre altres.
- Descriure correctament termes sovint mal interpretats tècnicament per donar un sentit conscient de sostenibilitat, com ara aquest glossari breu: "carbon neutral", "regenerative", "circular", "sustainable", "organic" i "zero waste", entre altres.
- Percebre un desenvolupament personal des d'una perspectiva moral i ètica, en una personalitat madura amb un sentit de responsabilitat amb la sostenibilitat.

#### Material:

Planificació detallada de la intervenció aula invertida "flipped classroom" a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).

Apunts de l'assignatura a ATENEA

Materials ad hoc específics de el seminari a ATENEA.

#### Lliurament:

Qüestionari on-line en aula desenvolupat a la plataforma ATENEA de l'assignatura.

El qüestionari s'avalua i la seva nota forma part del 5% de la nota global de curs, corresponent a la nota de pràctiques de laboratori/seminari.

**Dedicació:** 3h 30m

Aprenentatge autònom: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Examen parcial, pes: 30%

Examen final, pes: 40%

Proves qüestionaris autoaprenentatge, pes: 10%

Control de coneixements, pes: 5%

Pràctiques de laboratori/seminaris, pes: 5%

Control laboratori/seminaris, pes: 10%

\*En el cas de resultats poc satisfactoris al primer parcial, i sempre que la nota sigui inferior a 5, el segon parcial se substituirà per un examen final amb el contingut de tota l'assignatura, amb parts diferenciades per parcials. La nota final corresponent a parcials (70%) serà la més alta entre l'examen final i la ponderació entre 1er parcial i la part del segon parcial a l'examen final.



## **NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.**

---

Els qüestionaris autoaprenentatge són tipus test i es faran individualment com a aprenentatge autònom a ATENEA.

El control de coneixements és del tipus tests i es farà en parelles a l'horari de classe amb una durada aproximada de 45-60 minuts. Es pot tenir un formulari fet a mà per l'alumnat.

Els informes de les pràctiques de laboratori / seminaris han de ser entregats a ATENEA, realitzats a mà o amb un processador de textos, amb el format de la informació disponible a ATENEA, i sempre amb format PDF.

Els exàmens parcial i final són proves individuals i estan formats d'exercicis que, generalment, són més de tipus resolutiu que expositiu, i sovint es demanaran resultats numèrics. Les dades numèriques sempre expressades en unitats del SI. Cada exercici serà puntuable entre 0 i 10 punts en funció de la seva dificultat i extensió. Cada exercici podrà tenir diferents apartats amb la seva puntuació explícita. La duració aproximada de cada examen serà de 2 hores. Es pot tenir un formulari fet a mà pels estudiants.

### Críteris de correcció

Per obtenir la màxima puntuació cal:

- o Incloure els apartats següents: (a) Hipòtesi, (b) Dibuix/esquema, (c) Principis bàsics, (d) Resolució, (i) Resultats, (f) Conclusions i (g) Explicació: dins de cada apartat, s'ha d'incloure sempre una petita explicació per raonar i argumentar els passos que s'han donat.
- o Presentar els gràfics indicant les escales amb unitats correctes.
- o Arribar al resultat numèric correcte amb unitats correctes.
- o Presentar els esquemes, diagrames de blocs, etc. sense ambigüitats.
- o Es valora positivament la pulcritud, concisió, precisió i claredat en la presentació. És bo fer a part i separar esborranys, càlculs previs, etc., del desenvolupament i resolució que es donen per bons. Aquests, en general, només cal que incloguin comentaris concisos.

D'altra banda, es penalitzen fortament de manera que poden arribar a anul·lar la puntuació en un apartat:

- o Els errors dimensionals i conceptuals en els raonaments.
- o Els resultats sense unitats o expressats en unitats que no pertanyen al SI.
- o Els errors numèrics que portin a resultats raonables (p.ex. dins de l'ordre de magnitud del resultat correcte) només es penalitzen lleument. Altres errors numèrics, com ara un canvi de signe o un valor sense sentit, poden arribar a ser considerats errors conceptuals (p.ex. una pressió absoluta negativa).
- o En preguntes encadenades no es penalitzen els errors derivats dels resultats anteriors, sempre que prendre aquests com a dades no representi un error conceptual i els resultats que es derivin siguin raonables.

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- García Vílchez, Mercè; Gámez Montero, Pedro Javier. Effective reading practices for engineering research articles: an engineer's guide to reading, critiquing, and evaluating primary literature [en línia]. 1. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica. Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC, July 2024 [Consulta: 24/09/2024]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2117/411802>. ISBN 9788410008687.
- Gamez Montero, Pedro Javier; Codina Macià, Esteban. Fluidotecnica: problemas resueltos [en línia]. Terrassa: Iniciativa Digital Politècnica, 2018 [Consulta: 28/02/2022]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2117/126277>. ISBN 9788498807349.
- White, Frank M. Mecánica de fluidos [en línia]. 6ª ed. Madrid: McGraw-Hill, 2008 [Consulta: 20/09/2022]. Disponible a: [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=4144](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4144). ISBN 9788448166038.
- Shames, I.H. Mecánica de fluidos. 3ª ed. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill, 1995. ISBN 9586002462.
- Gerhart, P.M.; Gross, R.J.; Hochstein, J.I. Fundamentos de mecánica de fluidos. 2ª ed. Argentina: Addison-Wesley Iberoamericana, 1995. ISBN 0201601052.
- Round G.F.; Garg, V.K. Applications of fluid dynamics. London: Edward Arnold, 1986. ISBN 0713135468.
- Spurk, J.H. Fluid mechanics: problems and solutions. Berlín: Springer, 1997. ISBN 3540616527.
- Heras Jiménez, Salvador de las. Mecánica de fluidos en ingeniería [en línia]. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2012 [Consulta: 10/03/2023]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36608>. ISBN 9788476539361.
- Heras Jiménez, Salvador de las. Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas [en línia]. 2a ed. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2018 [Consulta: 10/03/2023]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2117/127556>. ISBN 9788498807288.
- Çengel, Yunus A. [et al.]. Mecánica de fluidos: fundamentos y aplicaciones [en línia]. 4a ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2018 [Consulta: 20/09/2022]. Disponible a: [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=8102](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8102). ISBN 9781456260941.
- Yeong, Foong May. How to read and critique a scientific research article: notes to guide students reading primary literature [en línia]. Hackensack, NJ: World Scientific, 2013 [Consulta: 16/11/2022]. Disponible a: <https://www-worldscientific-com.recursos.biblioteca.upc.edu/worldscibooks/10.1142/9051#t=aboutBook>. ISBN 9789814579162.
- Yudkin, Ben. Critical reading: making sense of research papers in life sciences and medicine [en línia]. London: Routledge, 2006 [Consulta: 09/07/2024]. Disponible a: <https://www-taylorfrancis-com.recursos.biblioteca.upc.edu/books/mono/10.4324/9780203464137/critical-reading-ben-yudkin>. ISBN 9780415303224.

### Complementària:

- Bird, R.Byron; Stewart, Warren E.; Lightfoot, Edwin N. Fenómenos de transporte: un estudio sistemático de los fundamentos del transporte de materia, energía y cantidad de movimiento [en línia]. Barcelona: Reverté, 1964 [Consulta: 27/05/2022]. Disponible a: <https://web-p-ebshost-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ehost/ebookviewer/ebook?sid=4a2c59b1-f3ad-4d9d-bf20-c5d8483016dd%40redis&vid=0&format=EB>. ISBN 9788429170504.
- Schlichting, Hermann. Teoría de la capa límite. Bilbao: Urmo, 1972.
- Virto Albert, L. Mecànica de fluids: fonaments. Vol. 1 [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 1993-1996 [Consulta: 19/05/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36714>. ISBN 8476533721.
- Virto Albert, L. Mecànica de fluids: fonaments. Vol. 2 [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 1993-1996 [Consulta: 19/05/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36715>. ISBN 8483011441.
- Virto Albert, Luis. Mecánica de fluidos: problemas resueltos. Barcelona: Ediciones UPC, 1993.
- Virto Albert, Luis. Dinámica de gases [en línia]. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC, 2017 [Consulta: 13/10/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2117/114130>. ISBN 9788498806922.
- Kundu, Pijush K.; Cohen, Ira M.; Dowling, David R. Fluid mechanics [en línia]. 5th ed. Amsterdam: Elsevier, 2012 [Consulta: 22/06/2022]. Disponible a: <https://www-sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780123821003/fluid-mechanics>. ISBN 9780123821003.
- Gillen, Christopher M. Reading primary literature: a practical guide to evaluating research articles in biology. San Francisco, CA: Pearson Benjamin Cummings, 2007. ISBN 9780805345995.

## RECURSOS

---

### Altres recursos:

Apunts i transparències a ATENEA.

Enllaços web:

Sèrie de 39 vídeos i textos acompanyants que van revolucionar l'ensenyament de la Mecànica de Fluids



<http://web.mit.edu/hml/ncfmf.html> />Portal sobre Computational Fluid Dynamics (CFD)  
[www.cfd-online.com](http://www.cfd-online.com)