

24-25

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## INTRODUCCIÓN A LA DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL

CÓDIGO 28010253

Ambito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el Código Seguro de Verificación (CSV) en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



181A9A0C8BF729F872D49DEAC203F4B

uned

**24-25****INTRODUCCIÓN A LA DINÁMICA DE  
FLUIDOS COMPUTACIONAL****CÓDIGO 28010253**

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA  
IGUALDAD DE GÉNERO

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



181A9A0C8BF729F872D49DEAC203F4B

Nombre de la asignatura	INTRODUCCIÓN A LA DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL
Código	28010253
Curso académico	2024/2025
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	5
Horas	125
Periodo	SEMESTRE 1
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura, que se imparte desde el Área de Mecánica de Fluidos ( [mecanicafluidos.uned.es](http://mecanicafluidos.uned.es)) del Departamento de Mecánica, tiene por objeto completar y ampliar los conocimientos adquiridos por los estudiantes durante sus estudios de grado sobre mecánica de fluidos y sus diversas aplicaciones en ingeniería, y en la asignatura "Métodos Computacionales en Ingeniería" cursada en el módulo I de este máster. Está incluida en los itinerarios del máster "Ingeniería Mecánica" y "Sistemas térmicos y energía renovable".

El curso aborda, con un carácter introductorio, el estudio de las técnicas numéricas utilizadas en dinámica de fluidos computacional para simular distintos tipos de flujos de fluidos y la aplicación de dichas técnicas a la simulación y modelización de problemas fluidomecánicos. La asignatura se complementa con la asignatura "Aplicaciones de la dinámica de fluidos computacional" y proporciona a los alumnos conocimientos introductorios que resultan imprescindibles para la investigación en diversos campos de la ingeniería que utilizan metodologías basadas en la dinámica de fluidos computacional. Será de especial utilidad cuando se tenga el propósito de abordar un trabajo de investigación dentro del máster o realizar la tesis doctoral en el campo de la dinámica de fluidos computacional. Por otra parte, son cada vez más numerosas las empresas de diversos sectores de la industria que requieren ingenieros con conocimientos avanzados en técnicas computacionales aplicadas a la ingeniería de fluidos.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Para iniciar el estudio de la asignatura es recomendable disponer de conocimientos previos introductorios sobre mecánica de fluidos.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/validar>



181A9A0C8BF729F872D49DEACAC203F4B

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	JULIO HERNANDEZ RODRIGUEZ (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	jhernandez@ind.uned.es
Teléfono	91398-6424
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	MECÁNICA

Nombre y Apellidos	CLAUDIO ZANZI
Correo Electrónico	czanzi@ind.uned.es
Teléfono	91398-8913
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	MECÁNICA

Nombre y Apellidos	FELIX ANTONIO BERLANGA CAÑETE
Correo Electrónico	felixberlanga@ind.uned.es
Teléfono	91398-8667
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	MECÁNICA

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización y el seguimiento del aprendizaje se realizará principalmente a través del curso virtual. También pueden realizarse consultas presenciales y telefónicas a los profesores del equipo docente preferentemente en el siguiente horario:

### **D. Julio Hernández Rodríguez**

Lunes, de 16 a 20 h.

Depto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales, Despacho 1.45

Tel.: 91 398 64 24

Correo electrónico: jhernandez@ind.uned.es

### **D. Claudio Zanzi**

Lunes, de 16 a 20 h.

Dpto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales. Despacho 1.36

Tel.: 91 398 89 13

Correo electrónico: czanzi@ind.uned.es

### **D. Félix Antonio Berlanga Cañete**

Miércoles, de 9 a 13 h.

Dpto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales. Despacho 1.40

Tel.: 91 398 86 67

Correo electrónico: felixberlanga@ind.uned.es

Dirección postal:

Dpto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales

C/ Juan del Rosal 12

28040 Madrid

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



181A9A0C8BF729F872D49DEAC203F4B

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### COMPETENCIAS

CP1 Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos, habilidades en investigación, y creatividad.

CP3 Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CP4 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

### CONOCIMIENTOS O CONTENIDOS

C1 Adquirir el conocimiento de los métodos y técnicas de investigación.

C3 Elaborar y tratar modelos matemáticos que representen el comportamiento de los sistemas industriales.

C4 Adquirir destrezas en la aplicación de técnicas de simulación computacional.

C5 Tomar conciencia de la importancia de la adquisición del conocimiento científico a la luz de la teoría de la ciencia actual, así como de la diversidad metodológica.

C6 Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

### HABILIDADES O DESTREZAS

H1 Desarrollar capacidad de análisis y síntesis de la información científico-técnica.

H2 Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental.

H3 Desarrollar capacidad de razonamiento crítico.

H4 Desarrollar habilidades técnicas, de análisis y síntesis: resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación de avances científicos.

H6 Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

H7 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS

CP1 Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos, habilidades en investigación, y creatividad.

CP3 Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

Ámbito: GÜI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/validar>



181A9A0C8BF729F872D49DEAC203F4B

CP4 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

## CONTENIDOS

### Introducción

- Definición y aplicaciones de la dinámica de fluidos computacional.
- Utilización de códigos CFD en la resolución de problemas fluidomecánicos.

### Ecuaciones generales de la mecánica de fluidos y condiciones de contorno

- Deducción de las ecuaciones de conservación.
- Forma conservativa de las ecuaciones de conservación.
- Clasificación de las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
- Condiciones de contorno.

### Modelización de flujos turbulentos

- Turbulencia.
- Transición de flujo laminar a turbulento.
- Características de los flujos turbulentos.
- Efectos de las fluctuaciones turbulentas en el flujo medio.
- Métodos utilizados para tener en cuenta los efectos de la turbulencia.
- Ecuaciones de Reynolds.
- Métodos basados en la simulación de los torbellinos de grandes escalas (LES).
- Simulación numérica directa (DNS).

### Métodos de volúmenes finitos en problemas estacionarios

#### 4.1. Problemas de difusión.

- Discretización basada en volúmenes finitos.
- Modelización de un problema de difusión estacionario y unidimensional.
- Problemas de difusión bidimensionales y tridimensionales.

#### 4.2. Problemas de convección-difusión.

- Problemas de convección-difusión estacionarios y unidimensionales.
- Esquemas de diferencias centradas.
- Esquemas de tipo 'upwind'.
- Esquemas de tipo híbrido.



- Esquemas de alto orden.

#### 4.3. Acoplamiento velocidad-presión.

- Problema del acoplamiento velocidad-presión.
- Malla desplazada.
- Discretización de la ecuación de cantidad de movimiento.
- Algoritmo SIMPLE.
- Algoritmos SIMPLER, SIMPLEC y PISO.

#### 4.4. Métodos de solución de las ecuaciones discretizadas.

- Algoritmo TDMA.
- Métodos iterativos.
- Técnicas multimalla.

### Métodos de volúmenes finitos en problemas no estacionarios

- Problemas no estacionarios unidimensionales de conducción de calor.
- Esquemas explícitos.
- Esquema de Crank-Nicolson.
- Esquema totalmente implícito.
- Problemas no estacionarios de convección-difusión.

## METODOLOGÍA

La metodología se basa en el modelo metodológico de educación a distancia de la UNED. Las actividades formativas están basadas principalmente en la interacción con el equipo docente y el trabajo autónomo de los estudiantes. El equipo docente proporcionará orientaciones y material de apoyo para el estudio de la asignatura y atenderá las consultas que planteen los alumnos. El trabajo autónomo estará marcado por una serie de actividades de aprendizaje, tales como el estudio de contenidos teóricos y la realización de pruebas de evaluación continua y pruebas presenciales. **DEBE TENERSE EN CUENTA en el estudio de esta asignatura que en la prueba presencial se podrá utilizar todo tipo de material impreso, incluido el texto base.** El porcentaje de dedicación del estudiante a las diferentes actividades formativas se repartirá, en términos generales, entre un 5% de interacción entre el profesor y el estudiante, un 80% de trabajo autónomo y un 15% de tiempo dedicado a actividades de evaluación.

El marco principal en el que se desarrolla el curso es el curso virtual, que constituye la herramienta más importante de comunicación entre los estudiantes y el equipo docente y de los estudiantes entre sí. A través de esta plataforma virtual, el estudiante tendrá acceso principalmente a los siguientes elementos de apoyo:

1. El módulo de contenidos, en el que se pondrán a disposición de los estudiantes unos apuntes complementarios sobre mecánica de fluidos y unas orientaciones en las que se recogerán recomendaciones sobre el estudio de la asignatura y toda la información

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



181A9A0C8BF729F872D49DEACAC203F4B

necesaria actualizada.

2. Prueba de evaluación continua, que permitirá a los estudiantes hacer un seguimiento de su progreso en la adquisición y asimilación de conocimientos y servir de medio de evaluación junto con la prueba presencial.
3. Los foros de debate, en los que los estudiantes podrán plantear las dudas que les surjan en el estudio de los contenidos de la asignatura y en los que recibirán las correspondientes aclaraciones por parte del equipo docente. Los estudiantes también podrán participar en los foros contestando cuestiones formuladas por sus compañeros.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	

Se permite utilizar cualquier tipo de material de consulta impreso.

#### Criterios de evaluación

Las preguntas teóricas tendrán un coeficiente de ponderación del 40% en la calificación del examen y los problemas, del 60%. Se valorará principalmente el rigor, la precisión y la claridad de las respuestas.

% del examen sobre la nota final	60
Nota del examen para aprobar sin PEC	5
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	10
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	3,5

#### Comentarios y observaciones

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación mínima de 3,5 puntos sobre 10 en la prueba presencial y 5 puntos sobre 10 en la calificación global.

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad Si

#### Descripción

La prueba consta de preguntas teóricas, que pueden ser de desarrollo, en forma de test o en las que se pida razonar si determinadas afirmaciones son o no correctas, y uno o dos problemas en los que se pide describir cómo se llevaría a cabo la simulación computacional de un problema fluidomecánico. En el curso virtual se proporcionará un ejemplo de prueba presencial.

#### Criterios de evaluación

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



181A9A0C8BF729F872D49DECAC203F4B

Las preguntas teóricas tendrán un coeficiente de ponderación del 40% en la calificación del examen y los problemas, del 60%. Se valorará principalmente el rigor, la precisión y la claridad de las respuestas.

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final 60%

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?

Si, PEC no presencial

Descripción

La prueba de evaluación continua, de **carácter voluntario**, consistirá en responder de forma telemática, a través del curso virtual, una serie de preguntas en forma de test sobre los contenidos de la asignatura. Una vez iniciado, para contestar el test se dispondrá de un tiempo limitado. El test podrá iniciarse en cualquier momento en el periodo de tiempo que se fijará en el curso virtual, dentro del mes de enero y antes de la prueba presencial ordinaria. No es posible realizar la PEC, en la opción de tipo test, en otras fechas distintas de las del plazo indicado, incluso si se realiza la prueba presencial en la convocatoria de septiembre.

**Alternativamente, el estudiante podrá optar por realizar, en lugar de la prueba anterior, un trabajo consistente en la implementación de un modelo numérico para la simulación de un flujo sencillo, o bien en la simulación de un flujo más complejo mediante un código de propósito general. El trabajo debe ser entregado a través del curso virtual, dentro de los plazos que en este se establezcan, antes de la prueba presencial de las convocatorias de febrero o septiembre.**

Criterios de evaluación

En la prueba en forma de test, cada pregunta tendrá 4 opciones de respuesta, siendo sólo una de ellas correcta. Cada respuesta correcta sumará 1 punto. Las respuestas contestadas de forma incorrecta restarán 0,25 puntos.

**En el caso de que se opte por realizar el trabajo final, se valorará el rigor del planteamiento del problema fluidomecánico elegido, la adecuación del procedimiento de resolución numérica utilizado, el análisis de los resultados obtenidos y las conclusiones del trabajo.**

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/validar>



181A9A0C8BF729F872D49DEAC203F4B

Ponderación de la PEC en la nota final	La calificación de la prueba tendrá un peso del 40% en la calificación final de la asignatura. En el caso de que no se realice la prueba de evaluación continua en forma de test antes de la prueba presencial de febrero (en el plazo que se establezca en el curso virtual), ni el trabajo final alternativo en ninguno de los dos plazos previstos, la nota de la prueba presencial (independientemente de que ésta se realice en la convocatoria de febrero o en la de septiembre) será la calificación final de la asignatura. La calificación de la prueba (en cualquiera de las dos modalidades de test o trabajo final) solo se tendrá en cuenta cuando sea superior a la calificación de la prueba presencial.
Fecha aproximada de entrega	15/01/2024 (para la prueba en forma de test; las fechas de realización concretas se indicarán en el curso virtual)
Comentarios y observaciones	

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

**¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**

La nota final será la media ponderada entre la nota de la prueba presencial (60%) y la nota de la prueba de evaluación continua (40%). Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación mínima de 3,5 puntos sobre 10 en la prueba presencial y 5 puntos sobre 10 en la calificación global.

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

ISBN(13): 9780131274983

Título: AN INTRODUCTION TO COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS: THE FINITE VOLUME METHOD Segunda edición

Autor/es: Versteeg, H.K.; Malalasekera, W.

Editorial: Pearson Education Limited

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/181A9A0C8BF729F872D49DECAC203F4B>



181A9A0C8BF729F872D49DECAC203F4B

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

El principal medio de apoyo lo constituye el curso virtual, en el que se incluyen foros de debate, anuncios, orientaciones adicionales para el estudio, recursos didácticos disponibles en Internet, material didáctico complementario en línea e información actualizada.

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



181A9A0C8BF729F872D49DECAC203F4B