25-26

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

MÉTODOS COMPUTACIONALES EN INGENIERÍA DE FLUIDOS

CÓDIGO 28806428

UNED

25-26

MÉTODOS COMPUTACIONALES EN INGENIERÍA DE FLUIDOS

CÓDIGO 28806428

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

Nombre de la asignatura	MÉTODOS COMPUTACIONALES EN INGENIERÍA DE FLUIDOS
Código	28806428
Curso académico	2025/2026
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	5
Horas	125
Periodo	SEMESTRE 1
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura **"Métodos computacionales en ingeniería de fluidos"** es una asignatura optativa de la especialidad Ingeniería Mecánica del Máster Universitario en Ingeniería Industrial, que se imparte desde el Área de Mecánica de Fluidos (mecanicafluidos.uned.es) del Departamento de Mecánica. Se cursa en el tercer semestre y tiene 5 créditos ECTS. Cada crédito ECTS corresponde aproximadamente a 25 horas de trabajo del alumno.
En la asignatura se lleva a cabo un estudio introductorio de la dinámica de fluidos computacional (CFD) y su aplicación a flujos de fluidos de interés en ingeniería. La dinámica de fluidos computacional permite obtener soluciones aproximadas de problemas en los que intervienen flujos de fluidos y procesos de transferencia de calor y masa, mediante la resolución de las ecuaciones de conservación utilizando métodos numéricos. El desarrollo de potentes ordenadores con gran capacidad de cálculo y el avance en las técnicas numéricas han determinado que la dinámica de fluidos computacional sea en la actualidad una herramienta muy útil y eficiente, y que se aplique habitualmente a la resolución de innumerables problemas en muy diversos campos de la ingeniería industrial, aeronáutica, naval y civil, entre otros.
Esta asignatura completa y amplía los conocimientos adquiridos por los estudiantes durante sus estudios de grado y en la asignatura *Ingeniería de Fluidos* de este máster, sobre mecánica de fluidos y sus diversas aplicaciones, así como sobre métodos numéricos de simulación utilizados en ingeniería. La utilización de códigos de dinámica de fluidos computacional está muy ampliamente extendida en un gran número de empresas industriales, por lo que la asignatura tiene una orientación principalmente aplicada.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Para iniciar el estudio de la asignatura son necesarios conocimientos previos de mecánica de fluidos. Puede resultar conveniente repasar algunos temas estudiados en la asignatura *Ingeniería de Fluidos.*

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	JULIO HERNANDEZ RODRIGUEZ (Coordinador/a 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	ADOLFO ESTEBAN PAZ
Correo Electrónico	aesteban@ind.uned.es
Teléfono	91398-6428
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	MECÁNICA

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

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

D. Julio Hernández Rodríguez
Martes, de 10 a 14 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. Adolfo Esteban Paz
Miércoles, de 9:30 a 13:30 h.
Dpto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales. Despacho 1.30
Tel.: 91 398 64 28
Correo electrónico: aesteban@ind.uned.es
Dirección postal:
Dpto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales
C/ Juan del Rosal 12
28040 Madrid

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Ver sección de Resultados de Aprendizaje.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos o Contenidos.
CG26 - Conocimiento y práctica de las reglas del trabajo académico.
CG28 - Conocimiento, respeto y fomento de los valores fundamentales de las sociedades democráticas.
CG29 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos
en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, mecánica de fluidos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.

Habilidades o Destrezas.
CE15 - Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos.
CE22 - Conocimientos y capacidades para realizar verificación y control de instalaciones, procesos y productos.
CE23 - Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.
CG1 - Iniciativa y motivación.
CG16 - Comunicación y expresión matemática, científica y tecnológica.
CG13 - Comunicación y expresión escrita.
CG14 - Comunicación y expresión oral.
CG15 - Comunicación y expresión en otras lenguas.
CG2 - Planificación y organización.
CG3 - Manejo adecuado del tiempo.
CG4 - Análisis y síntesis.
CG40 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo.
CG37 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
CG38 - Ser capaz 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.
CG39 - Saber comunicar las conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG5 - Aplicación de los conocimientos a la práctica.
CG7 - Pensamiento creativo.
CG8 - Razonamiento crítico.
CG9 - Toma de decisiones.
CG22 - Habilidad para negociar de forma eficaz.
CG23 - Habilidad para la mediación y resolución de conflictos.
CG24 - Habilidad para coordinar grupos de trabajo.
CG25 - Liderazgo.
CG21 - Habilidad para coordinarse con el trabajo de otros.
CG35 - Poder ejercer funciones de dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos I+D+i en plantas, empresas y centros tecnológicos.
CG36 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.

Competencias.
CE16 - Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica.
CE20 - Conocimiento y capacidades para el proyectar y diseñar instalaciones eléctricas y de fluidos, iluminación, climatización y ventilación, ahorro y eficiencia energética, acústica, comunicaciones, domótica y edificios inteligentes e instalaciones de Seguridad.
CE6 - Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.
CG10 - Seguimiento, monitorización y evaluación del trabajo propio o de otros.
CG11 - Aplicación de medidas de mejora.
CG12 - Innovación.
CG17 - Competencia en el uso de las TIC.
CG18 - Competencia en la búsqueda de la información relevante.
CG19 - Competencia en la gestión y organización de la información.
CG20 - Competencia en la recolección de datos, el manejo de bases de datos y su presentación.
CG27 - Compromiso ético y ética profesional.
CG33 - Realizar la planificación estratégica y aplicarla a sistemas tanto constructivos como de producción, de calidad y de gestión medioambiental.
CG34 - Gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos.
CG6 - Resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos.

CONTENIDOS

Tema 1. Introducción a los métodos numéricos en ingeniería de fluidos

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

Tema 2. Ecuaciones de conservación que describen el movimiento de los 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.

Tema 3. Flujos turbulentos. Modelización

•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).

Tema 4. 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.

Tema 5. 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.

Tema 6. Implementación de métodos computacionales

6.1. Condiciones de contorno.

•Condiciones de entrada y salida.
•Condiciones de pared.
•Condición de presión constante.
•Condiciones de simetría y condiciones periódicas.

6.2. Errores e incertidumbres en la modelización numérica.

•Errores numéricos.
•Fuentes de incertidumbre.
•Verificación y validación.
•Buenas prácticas en la selección y utilización de métodos numéricos.

6.3. Modelizado en problemas con geometrías complejas.

•Condiciones de contorno utilizadas para modelizar cuerpos inmersos en el flujo de un fluido en mallas cartesianas.
•Mallas adaptadas al cuerpo.
•Mallas estructuradas por bloques.
•Mallas no estructuradas.

Tema 7. Aplicaciones de la dinámica de fluidos computacional a flujos de interés industrial

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. El porcentaje de dedicación del estudiante a las diferentes actividades formativas se repartiría entre un 20% de interacción entre el profesor y el estudiante, un 70% de trabajo autónomo y un 10% 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 necesaria actualizada.
2. Prueba de evaluación continua, que permitirá al estudiante 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 el estudiante podrá ir planteando las dudas que le vayan surgiendo en el estudio de los contenidos de la asignatura, y en los que recibirá 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 calculadora programable y cualquier tipo de material de consulta impreso.

Criterios de evaluación

Se valorará el rigor en las respuestas y el grado de asimilación de la materia que se demuestre, tanto en las cuestiones teóricas como en los ejercicios prácticos.

% del examen sobre la nota final	60
Nota del examen para aprobar sin PEC	

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC

Nota mínima en el examen para sumar la PEC

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 presencial consistirá en la resolución de cuestiones teóricas y uno o dos ejercicios prácticos. La puntuación máxima de cada cuestión y ejercicio se indicará en el enunciado.

Criterios de evaluación

Se valorará el rigor en las respuestas y el grado de asimilación de la materia que se demuestre, tanto en las cuestiones teóricas como en los ejercicios prácticos.

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final: El peso de la prueba presencial en la nota final será del 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.

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.

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	Mediados del mes de enero (para la prueba en forma de test).
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

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.