



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Diseño
Industrial

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

565005082 - Finite Element-Based Simulation Model For Fluid Dynamics

PLAN DE ESTUDIOS

56DD - Grado Ingeniería En Diseño Industrial Y Desarrollo De Producto

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	565005082 - Finite Element-Based Simulation Model For Fluid Dynamics
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Octavo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Inglés/Castellano
Titulación	56DD - Grado Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto
Centro responsable de la titulación	56 - E.T.S. De Ingeniería Y Diseño Industrial
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Francisco Cruz Mazo	C-203	f.cruz@upm.es	Sin horario. http://programas.etsidi.upm.es/SOA/tutorias .
Yolanda Sofia Doce Carrasco (Coordinador/a)	C-202	yolandasofia.doce@upm.es	Sin horario. http://programas.etsidi.upm.es/SOA/tutorias .

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías

con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Mecanica De Fluidos

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

C.11.4. - Conocimiento e interpretación de las ecuaciones que gobiernan la Mecánica de Fluidos. Conocimiento y empleo de herramientas de simulación destinados a resolver problemas ingenieriles relacionados con la Mecánica de Fluidos. TIPO: Conocimientos o contenidos.

CE1 - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: Álgebra lineal, Cálculo diferencial e integral y ecuaciones diferenciales. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias.

CE10 - Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CE11 - Conocimientos de los fundamentos de la electrónica. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CE12 - Conocimientos y utilización de los principios básicos del diseño gráfico y la comunicación. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CE13 - Conocimiento de los principios de teoría de máquinas y mecanismos. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CE15 - Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias.

CE16 - Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CE19 - Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas de ingeniería gráfica. Nivel: Conocimiento, análisis y aplicación. TIPO: Competencias

CE23 - Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas de ingeniería del producto. Nivel: Conocimiento, análisis y aplicación. TIPO: Competencias

CE25 - Conocimientos y capacidades para la aplicación de la ingeniería de materiales. Nivel: Conocimiento, análisis y aplicación. TIPO: Competencias

CE27 - Capacidad para realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario un ejercicio consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, de naturaleza profesional, en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CE3 - Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CE5 - Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CE6 - Capacidad para conocer, entender y utilizar los principios de Estadística aplicada. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CE9 - Conocimientos de los fundamentos de ciencia, tecnología y química de materiales. Comprender la relación entre la microestructura, la síntesis o procesado y las propiedades de los materiales. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CG1 - Conocer y aplicar los conocimientos de ciencias y tecnologías básicas. Nivel: Conocimiento TIPO: Competencias

CG10 - Creatividad. Nivel: Síntesis TIPO: Competencias

CG2 - Poseer la capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas en contextos amplios, siendo capaces de integrar los trabajando en equipos multidisciplinares. Nivel: Análisis, Síntesis TIPO: Competencias

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable. Nivel: Análisis, Síntesis TIPO: Competencias

CG5 - Comunicar conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de modo claro y sin ambigüedades. Nivel: Análisis, Síntesis TIPO: Competencias

CG6 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de toda la vida para un desarrollo profesional adecuado. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CG7 - Incorporar las TIC y las tecnologías y herramientas de la Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto en sus actividades profesionales. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CG8 - Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés y castellano). Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

CG9 - Organización y planificación de proyectos y equipos humanos. Trabajo en equipo y capacidad de liderazgo. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias

H.13. - Práctica con técnicas aplicables y métodos para resolver problemas complejos, realizar proyectos complejos de ingeniería y llevar a cabo indagación, análisis y síntesis, considerando además sus limitaciones, en el ámbito propio de su especialidad. TIPO: Habilidades o destrezas.

H.14. - Aplicar los materiales, equipos y herramientas, tecnología y procesos de ingeniería y sus limitaciones del ámbito de su especialidad. TIPO: Habilidades o destrezas.

H.9. - Proyectar, diseñar y desarrollar productos complejos (piezas, componentes, productos acabados, etc.), procesos y sistemas de su especialidad, que cumplan con los requisitos establecidos, incluyendo tener conciencia de los aspectos sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicos e industriales; así como seleccionar y aplicar métodos de proyecto apropiados, utilizando algún conocimiento de vanguardia cuando sea adecuado. TIPO: Habilidades o destrezas.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA440 - Los resultados del aprendizaje correspondientes a esta asignatura han quedado definidos en el apartado de competencias de este documento, señalando los que corresponden a conocimientos, habilidades y competencias propiamente dichas.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

This subject is an introductory course to the numerical modeling of engineering systems involving fluid-dynamic processes such as fluid-solid interaction, heat transfer or mixing.

Software is used to perform Computational Fluid Dynamics of fluid arrangement, a key aspect for the proper design and development of innovative products.

5.2. Temario de la asignatura

1. Fundamentals and governing equations

- 1.1. Volume and surface forces. Stress tensor
- 1.2. Mechanical power
- 1.3. Heat flow and Fourier's law
- 1.4. Reynolds' Transport Theorem.
- 1.5. Equations for mass, momentum, and energy in integral form for a finite control volume.
- 1.6. Equations for mass, momentum, and energy in differential form
 - 1.6.1. Gauss' or divergence theorem
 - 1.6.2. Volume and stress tensor contributions at the fluid particle scale
 - 1.6.3. Navier-Stokes equations
 - 1.6.4. Initial and boundary conditions
 - 1.6.5. Dimensionless numbers in fluid mechanics.

2. Computational Fluid Dynamics

- 2.1. Introduction to computational strategies.

- 2.2. Finite-difference, finite elements, and finite volume schemes
- 2.3. General workflow for a simulation
 - 2.3.1. Geometry
 - 2.3.2. mesh
 - 2.3.3. setup
 - 2.3.4. solution
 - 2.3.5. results
- 2.4. Convergence criteria and grid dependency
- 2.5. Test cases
 - 2.5.1. Inviscid steady flow through a pipe and the Bernoulli equation.
 - 2.5.2. Laminar steady flow through a pipe and the Hagen-Poiseuille equation
 - 2.5.3. Laminar-turbulent transition through a pipe flow and the threshold Reynolds number
- 3. Boundary layers
 - 3.1. Laminar boundary layer over a flat plate and the Blasius solution
 - 3.2. Thermal laminar boundary layer over a flat plate and the heat transfer coefficient.
 - 3.3. Boundary layer separation over curved surfaces and Prandtl equations.
 - 3.4. Thermal laminar boundary layer
 - 3.5. Weakly compressible thermal flows.
 - 3.6. Boussinesq approximation
 - 3.7. Natural convection
 - 3.8. Introduction to turbulence models in boundary layers.
- 4. Applications
 - 4.1. Introduction to the four tasks
 - 4.2. Assistance and assessment of the individual progress in class

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Fluid Dynamics Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Fluid Dynamics Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Fluid Dynamics Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Numerical techniques Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Numerical techniques Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Numerical techniques Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	Numerical techniques Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	Numerical techniques Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Test Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			Test EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00
9	Numerical techniques Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Practice of mathematical model in commercial code Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Design and development of a model TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00
10	Numerical techniques Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Practice of mathematical model in commercial code Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Design and development of a model TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00
11	Numerical techniques Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Practice of mathematical model in commercial code Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Design and development of a model TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00

12	Numerical techniques Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Practice of mathematical model in commercial code Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Design and development of a model TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00
13	Numerical techniques Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Practice of mathematical model in commercial code Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	Numerical techniques Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Practice of mathematical model in commercial code Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15				
16				
17				Computer aided exam EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	Test	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	/ 10	CE13 CE15 CE19 CE27 CG3 CG4 CG5 CG6 CE6 CG7 H.9. H.13. H.14. CG1 CG10 CG2 CG8 CG9 CE1
9	Design and development of a model	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12.5%	/ 10	CE1 CE3 CE5 CE9 CE10 CE11 CE12 CE16 CE23 CE25 C.11.4.
10	Design and development of a model	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12.5%	/ 10	CE3 CE5 CE9 CE10 CE11 CE12 CE1 CE16

11	Design and development of a model	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12.5%	/ 10	CE1 CE3 CE5 CE9 CE10 CE11 CE12 CE16
12	Design and development of a model	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12.5%	/ 10	CE1 CE3 CE5 CE9 CE10 CE11 CE12 CE16

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Computer aided exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE15 CE19 CE27 CE13 CG3 CG4 CG5 CG6 CE6 CG7 H.9. H.13. H.14. CG1 CG10 CG2 CG8 CG9 CE1 CE3 CE5 CE9 CE10 CE11 CE12 CE16 CE23 CE25 C.11.4.

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Computer aided exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE13 CE15 CE19 CE27 CG3 CG4 CG5 CG6 CE6 CG7 H.9. H.13. H.14. CG1 CG10 CG2 CG8 CG9 CE1 CE3 CE5 CE9 CE10 CE11 CE12 CE16 CE23 CE25 C.11.4.

7.2. Criterios de evaluación

There are two options

Progressive assessment:

- Tes (50 % Weight)

- Four task involving design and development of different models (12,5 % weight each one)

Global assessment

Computer aided exam (100 % weight)

Extraordinary assessment

Computer aided exam (100 % weight)

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Ansys	Equipamiento	
"Introduction to Finite Elements in Engineering" (3rd Edition). Autores: Tirupathi R. Chandrupatla, Ashok D. Belegundu.	Bibliografía	
An introduction to Computational Fluid Dynamic. The finite volume method. Authors: K. K. Versteeg and W. Malalasekera	Bibliografía	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

The general competency CG2 - "Poseer la capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas. Nivel: Aplicación TIPO: Competencias" is not applicable to this learning guide.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Contribution of the course to the following SDG:

SDG1: "No poverty"

SDG 2 "Zero Hunger"

SDG3: "Good health and well-being"

SDG 6 "Clean Water and Sanitation".

SDG 7 "Affordable and clean energy".

SDG11: "Sustainable development"

