

## GUÍA DOCENTE

### DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA

Denominación:	<b>CÁLCULO AVANZADO DE ESTRUCTURAS</b>		
Código:	102721		
Plan de estudios:	<b>MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>	Curso:	2
Créditos ECTS:	4.0	Horas de trabajo presencial:	40
Porcentaje de presencialidad:	40.0%	Horas de trabajo no presencial:	60
Plataforma virtual:	Moodle		

### DATOS DEL PROFESORADO

Nombre:	MARTINEZ VALLE, JOSE MIGUEL (Coordinador)		
Departamento:	MECÁNICA		
Área:	MECÁNICA DE MEDIOS CONTÍNUOS Y Tª DE ESTRUCTURAS		
Ubicación del despacho:	Despacho LV8B110 (Edif. Leonardo Da Vinci, Campus de Rabanales)		
E-Mail:	jmvalle@uco.es	Teléfono:	957218337

### REQUISITOS Y RECOMENDACIONES

#### Requisitos previos establecidos en el plan de estudios

Ninguno

#### Recomendaciones

Haber cursado la asignatura "Ingeniería Estructural" de 1º curso de esta titulación, para alumnos procedentes de titulaciones como ingeniería eléctrica, electrónica etc., sin base específica de cálculo de estructuras.

Son necesarios conocimientos de programación (lenguaje MATLAB)

Son necesarias competencias en Inglés, a nivel de lectura sobre todo (nivel mínimo B1, aunque es más que recomendable un nivel B2)

Son necesarios conocimientos de Resistencia de materiales, Cálculo de estructuras y Cálculo numérico.

## GUÍA DOCENTE

### COMPETENCIAS

CG1	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, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.
CG8	Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
CEIPC6	Conocimientos y capacidades para realizar verificación y control de instalaciones, procesos y productos.
CEIPC3	Conocimientos y capacidades para el cálculo y diseño de estructuras.
CEIPC2	Conocimientos sobre construcción, edificación, instalaciones, infraestructuras y urbanismo en el ámbito de la ingeniería industrial.
CU2	Conocer y perfeccionar el nivel de usuario en el ámbito de las TICs.
CG12	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.
CEIPC7	Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.
CG6	Gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos.
CG3	Dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares.
CB10	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.
CB9	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.
CB8	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.
CB7	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.
CB6	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.
CG4	Realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos.

### OBJETIVOS

La asignatura Cálculo Avanzado de Estructuras (CAE) se centra en el estudio de estructuras mediante el Método de los Elementos Finitos (MEF). Hoy en día el MEF es el método más extendido para la resolución de estructuras de todo tipo (industriales, civiles, aeronáuticas, navales, etc...). Aunque los comienzos del MEF fueron en los años 50 en EEUU, no ha sido incorporado a los bloques docentes de las asignaturas de estructuras hasta hace unos años. Los conceptos básicos del MEF parten del conocimiento del Método Directo de la Rigidez (MDR), materia que se encuentra en los bloques docentes de las asignaturas de estructuras previas a CAE. La versatilidad del MEF, así como su rápida aplicación computacional, hacen de este método una herramienta de cálculo muy potente para cualquier aplicación en ingeniería.

La aportación de esta asignatura al ejercicio profesional es notable, ya que el cálculo de estructuras mediante el MEF es de aplicación directa en multitud de procesos industriales. Multitud de estos procesos productivos contemplan esta herramienta como parte de su desarrollo, siendo un pilar esencial en la optimización y calidad de los productos. En particular, su aplicación computacional dentro de sistemas de CAD/CAM hace del MEF una

## GUÍA DOCENTE

herramienta capaz de influenciar en la toma de decisión en los procesos industriales.

El alumno de CAE aprenderá los conceptos básicos del MEF, así como sus componentes matemáticas. En un paso posterior será capaz de utilizar lenguajes de programación (como MATLAB) para resolver con sus propios códigos cualquier tipo de estructura. Por último, el alumno tendrá como objetivo el aprender y dominar herramientas comerciales del MEF de uso intensivo en la industria (como ANSYS).

## CONTENIDOS

### 1. Contenidos teóricos

#### UNIDAD TEMÁTICA Nº 1: FUNDAMENTOS

TEMA 0. CONCEPTOS PREVIOS

TEMA 1. CONCEPTOS BÁSICOS

TEMA 2. FUNDAMENTOS DEL MEF

#### UNIDAD TEMÁTICA Nº 2: ESTRUCTURAS DE BARRAS

TEMA 3. BARRAS Y ESTRUCTURAS ARTICULADAS

TEMA 4. VIGAS Y ESTRUCTURAS RETICULADAS

#### UNIDAD TEMÁTICA Nº 3: ESTRUCTURAS 2D Y 3D

TEMA 5. ESTRUCTURAS BIDIMENSIONALES

TEMA 6. ESTRUCTURAS TRIDIMENSIONALES

#### UNIDAD TEMÁTICA Nº 4: PLACAS Y LÁMINAS

TEMA 7. PLACAS DELGADAS

TEMA 8. ESTRUCTURAS AXIMÉTRICAS

#### UNIDAD TEMÁTICA Nº 5: CONCEPTOS AVANZADOS

TEMA 9. FORMULACIÓN ISOPARAMÉTRICA

TEMA 10. CÁLCULO DINÁMICO

### 2. Contenidos prácticos

Los contenidos prácticos por cada TEMA de cada UNIDAD de los contenidos teóricos, seguirán la siguiente estructura:

#### 1. Prácticas de aula

En este caso el profesor desarrollará y analizará ejercicios sobre los contenidos teóricos del TEMA/UNIDAD correspondiente.

#### 2. Prácticas de aula de informática

El profesor utilizará programación en el lenguaje MATLAB para resolver problemas del Método de los Elementos Finitos sobre cada TEMA/UNIDAD. Igualmente, el profesor desarrollará mediante software comerciales ejercicios/problemas del MEF sobre cada TEMA/UNIDAD.

#### 3. Prácticas a elaborar por el alumno

A través de la plataforma MOODLE se facilitará al alumno un conjunto de tareas prácticas a desarrollar, que seguirán el esquema de los contenidos teóricos de los TEMAS/UNIDADES anteriormente mencionados. Al igual que en las prácticas de aula e informática desarrolladas por el profesor, dichas tareas prácticas a desarrollar por el alumno tendrán un contenido teórico, numérico, programación informática y uso de las herramientas comerciales.

## GUÍA DOCENTE

### OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE RELACIONADOS CON LOS CONTENIDOS

Educación de calidad  
Energía asequible y no contaminante  
Industria, innovación e infraestructura

## METODOLOGÍA

### Aclaraciones

#### ACLARACIONES GENERALES SOBRE LA METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta asignatura sigue la filosofía denominada "**Clase Invertida**" o metodología "**Flipped Classroom**". La Clase Invertida es un método de enseñanza que ha cobrado mucha importancia recientemente, pero que sin embargo países con un sistema de enseñanza muy avanzado como Suecia, Noruega, etc... llevan aplicando desde hace mucho tiempo, y con gran éxito. Este sistema pretende adaptar el sistema tradicional de enseñanza a las necesidades actuales de los estudiantes del siglo XXI.

En la clase invertida el alumno aprende haciendo y no memorizando. El alumno tiene que estudiar y preparar las lecciones antes de llegar a clase, accediendo desde su casa a los materiales y contenidos dispuestos en MOODLE por el profesor. De esta manera en el aula se realizarán actividades más participativas (analizar ideas, debates, programación informática de problemas), y todo ello con el profesor como guía. En definitiva el alumnado es el protagonista de su propio aprendizaje y se implica desde el primer momento ya que se le dota de responsabilidades, pasando de ser sujetos pasivos a sujetos activos.

El desarrollo del método de la Clase Invertida o Flipped Classroom en la presente asignatura se realizará mediante las siguientes herramientas:

#### Uso intensivo de MOODLE

Todo el material necesario para el seguimiento de la asignatura se dispondrá en la plataforma antes del comienzo de cada TEMA/UNIDAD para su previo estudio.

#### 1. Recursos informáticos y software utilizado

Todos los recursos informáticos y software a utilizar durante el desarrollo de los TEMAS y las prácticas se llevará a cabo con recursos propios de la UCO y mediante software libre y gratuito, es decir el alumno no tendrá que adquirir ningún tipo de licencia y/o gasto al respecto.

#### 2. Encuestas al estudiante después de cada tema

El profesor incorporará encuestas al estudiante sobre los contenidos de cada TEMA, así se le preguntará por su grado de satisfacción con los recursos, estudio, y posibles dudas sobre el mismo.

#### 3. Tutorías on-line

El alumnado tiene la posibilidad de solicitar tutorías grupales y/o individuales mediante herramientas de videoconferencia (WebEx, Zoom, etc...). Para ello se concertarán los días y horas para su desarrollo, sin límite de tiempo y/o repeticiones.

## GUÍA DOCENTE

### Actividades presenciales

Actividad	Total
<i>Análisis de documentos</i>	5
<i>Estudio de casos</i>	5
<i>Lección magistral</i>	30
<b>Total horas:</b>	<b>40</b>

### Actividades no presenciales

Actividad	Total
<i>Búsqueda de información</i>	10
<i>Estudio</i>	30
<i>Problemas</i>	20
<b>Total horas:</b>	<b>60</b>

## MATERIAL DE TRABAJO PARA EL ALUMNO

Casos y supuestos prácticos  
Ejercicios y problemas  
Presentaciones PowerPoint  
Referencias Bibliográficas

### Aclaraciones

Todo el material elaborado por el profesor para la asignatura se podrá consultar en MOODLE

## EVALUACIÓN

Instrumentos	Porcentaje
<b>Exámenes</b>	60%
<b>Pruebas de respuesta corta</b>	10%
<b>Pruebas de respuesta larga (desarrollo)</b>	10%
<b>Trabajos y proyectos</b>	20%

## GUÍA DOCENTE

### Periodo de validez de las calificaciones parciales:

Un curso académico

### Aclaraciones:

#### ACLARACIONES GENERALES SOBRE LA EVALUACIÓN

Los instrumentos de evaluación mencionados previamente se desarrollarán según la distribución temporal de los TEMAS/UNIDAD correspondientes en forma de TAREAS, con igual peso cada una de ellas a la hora de la evaluación.

Es decir, que la evaluación por cada TEMA/UNIDAD se planteará de la forma siguiente:

#### 1. Entrega de Tarea

El profesor elaborará una tarea mediante preguntas sobre casos prácticos y resolución de problemas, tanto desde un punto de vista teórico/numérico y/o computacional.

#### 2. Posibilidad de retro-alimentación de Tarea

El alumno tendrá la posibilidad de realizar la Tarea hasta que supere la evaluación de la misma.

### EXAMEN FINAL

El examen final tratará sobre los diferentes contenidos de la asignatura.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN EN LAS DIFERENTES CONVOCATORIAS

Los criterios son los mismos para todas las convocatorias, es decir, que deben de entregarse todas las tareas pedidas y superarlas antes de la fecha de cada convocatoria.

### REQUISITOS MÍNIMOS PARA SUPERAR LA ASIGNATURA

El alumno superará la asignatura cuando supere cada una de las Tareas asignadas y el Examen. Es necesario superar con una calificación mínima de 4 sobre 10, cada una de las Tareas mencionadas y el Examen.

### ASISTENCIA A CLASE

La asistencia a clase no es obligatorio, aunque sí muy recomendable para el correcto seguimiento de la asignatura. No se realizarán listas de control de asistencia.

### CRITERIOS PARA LA CONCESIÓN DE MATRÍCULA DE HONOR

Según el artículo 80.3 del RRA, se otorgará la MH, a los alumnos con una calificación igual o superior a 9,0. En caso de empate, se seleccionarán teniendo en cuenta la participación tanto en clases magistrales como en las

## GUÍA DOCENTE

clases de grupo mediano.

### Aclaraciones:

## BIBLIOGRAFIA

### 1. Bibliografía básica

"El Método de los Elementos Finitos Aplicado al Análisis Estructural" M. Vázquez. Editorial Noela. 2011

"The Finite Element Method Using MATLAB", Second Edition, Authors: Young W. Kwon, Hyochoong Bang. CRC Press. 2009

"Applied Numerical Methods Using MATLAB", Author(s): Won Young Yang, Wen Wu, Cao Tae-Sang Chung, John Morris, 2005, John Wiley & Sons, Inc. 2014

"Cálculo de Estructuras por el método de elementos finitos". Análisis estático lineal. Oñate Ibañez de Navarra, Eugenio". CIMNE. 2008

"Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo" Ministerio de Fomento. por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (17 de Marzo de 2006)

### 2. Bibliografía complementaria

"Fundamental Topics in Finite Element Analysis of Structures" M. Asghar (2005)

"Advanced Topics in Finite Element Analysis of Structures" M. Asghar (2006)

"Concepts and Applications of Finite Element Analysis" R.D. Cook (2002)

"Theory of Structures: Fundamentals, Framed Structures, Plates and Shells" P. Marti (2013)

Las estrategias metodológicas y el sistema de evaluación contempladas en esta Guía Docente serán adaptadas de acuerdo a las necesidades presentadas por estudiantes con discapacidad y necesidades educativas especiales en los casos que se requieran.