

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA MÉTODOS NUMÉRICOS EN MECÁNICA ESTRUCTURAL

Curso académico: 2017-2018

Identificación y características de la asignatura																																																																																																																	
Código	401920	Créditos ECTS	6																																																																																																														
Denominación (español)	Métodos numéricos en mecánica estructural																																																																																																																
Denominación (inglés)	Numerical methods in structural mechanics																																																																																																																
Titulaciones	Máster Universitario en Simulación en Ciencias e Ingeniería																																																																																																																
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales																																																																																																																
Semestre	1	Carácter	Optativa																																																																																																														
Módulo	Optativas																																																																																																																
Materia	Simulación en ingeniería																																																																																																																
Profesor/es																																																																																																																	
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web																																																																																																														
Antonio Manuel Reyes Rodríguez	D.2.10	amreyes@unex.es																																																																																																															
Área de conocimiento	Proyectos de ingeniería																																																																																																																
Departamento	Expresión gráfica																																																																																																																
Profesor coordinador (si hay más de uno)																																																																																																																	
Competencias (ver tabla en https://goo.gl/BJxjVH)																																																																																																																	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Competencias Básicas</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Marcar con una "X"</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Competencias Generales</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Marcar con una "X"</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Competencias Transversales</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Marcar con una "X"</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Competencias Específicas</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Marcar con una "X"</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Competencias Específicas Optativas</th> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Marcar con una "X"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CB6</td><td>X</td><td>CG1</td><td>X</td><td>CT1</td><td>X</td><td>CE1</td><td></td><td>CE01</td><td></td></tr> <tr><td>CB7</td><td>X</td><td>CG2</td><td>X</td><td>CT2</td><td>X</td><td>CE2</td><td></td><td>CE02</td><td></td></tr> <tr><td>CB8</td><td>X</td><td>CG3</td><td>X</td><td>CT3</td><td>X</td><td>CE3</td><td></td><td>CE03</td><td></td></tr> <tr><td>CB9</td><td>X</td><td>CG4</td><td>X</td><td>CT4</td><td>X</td><td>CE4</td><td></td><td>CE04</td><td>X</td></tr> <tr><td>CB10</td><td>X</td><td>CG5</td><td>X</td><td>CT5</td><td>X</td><td>CE5</td><td></td><td>CE05</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>CG6</td><td>X</td><td>CT6</td><td>X</td><td>CE6</td><td></td><td>CE06</td><td>X</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>CG7</td><td>X</td><td>CT7</td><td>X</td><td>CE7</td><td></td><td>CE07</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>CT8</td><td>X</td><td>CE8</td><td></td><td>CE08</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>CT9</td><td>X</td><td></td><td></td><td>CE09</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>CT10</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas	Marcar con una "X"	Competencias Específicas Optativas	Marcar con una "X"	CB6	X	CG1	X	CT1	X	CE1		CE01		CB7	X	CG2	X	CT2	X	CE2		CE02		CB8	X	CG3	X	CT3	X	CE3		CE03		CB9	X	CG4	X	CT4	X	CE4		CE04	X	CB10	X	CG5	X	CT5	X	CE5		CE05				CG6	X	CT6	X	CE6		CE06	X			CG7	X	CT7	X	CE7		CE07						CT8	X	CE8		CE08						CT9	X			CE09						CT10	X				
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas	Marcar con una "X"	Competencias Específicas Optativas	Marcar con una "X"																																																																																																								
CB6	X	CG1	X	CT1	X	CE1		CE01																																																																																																									
CB7	X	CG2	X	CT2	X	CE2		CE02																																																																																																									
CB8	X	CG3	X	CT3	X	CE3		CE03																																																																																																									
CB9	X	CG4	X	CT4	X	CE4		CE04	X																																																																																																								
CB10	X	CG5	X	CT5	X	CE5		CE05																																																																																																									
		CG6	X	CT6	X	CE6		CE06	X																																																																																																								
		CG7	X	CT7	X	CE7		CE07																																																																																																									
				CT8	X	CE8		CE08																																																																																																									
				CT9	X			CE09																																																																																																									
				CT10	X																																																																																																												
Contenidos																																																																																																																	
Breve descripción del contenido																																																																																																																	
Métodos Numéricos en Mecánica Estructural. Método de los elementos finitos. Método de los elementos de contorno. Aplicaciones en el ámbito de la ingeniería industrial (resolución de ejemplos mediante programas comerciales).																																																																																																																	

Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: **Introducción a los métodos analíticos y numéricos de cálculo estructural**

Contenidos del tema 1:

Teoría (10 horas):

- Evolución histórica del cálculo de estructura
- Introducción a los métodos analíticos de cálculo estructural
- Introducción a los métodos numéricos de cálculo estructural
- Modelización estructural.
- Tipologías básicas de elementos estructurales

Prácticas de ordenador (10 horas):

Cálculo de una estructura mixta por métodos analíticos

Denominación del tema 2: **Método de los elementos finitos**

Contenidos del tema 2:

Teoría (10 horas):

- Aplicación del principio de los trabajos virtuales en las ecuaciones de equilibrio
- Desplazamientos prescritos y reacciones
- Barra de sección constante cargada axialmente
- Formulación matricial de las ecuaciones
- Método de los elementos de contorno
- Afecciones por cargas térmicas
- Afecciones por cargas dinámicas

Prácticas de ordenador (10 horas):

Cálculo de elementos simples de una estructura mixta por métodos numéricos

Denominación del tema 3: Elementos estructurales

Contenidos del tema 3:

Teoría (10 horas):

- Teoría de vigas
- Teoría de placas.
- Láminas planas y cáscaras

Prácticas de ordenador (10 horas):

Cálculo de elementos simples de una estructura mixta por métodos numéricos

Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno por tema		Presencial					No presencial
Tema/Evaluación	Total	GG	S	O	L	TP	EP
1	40	10		10			20
2	40	10		10			20
3	38	8		10			20
Evaluación del conjunto	32	2					30
Total	150	30		30			90

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

S: Seminario (clases de problemas, seminarios, casos prácticos = 40 estudiantes).

O: Ordenador (prácticas en sala de ordenadores = 30 estudiantes).

L: Laboratorio (prácticas de laboratorio o de campo = 15 estudiantes).

TP: Tutorías programadas (seguimiento docente tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Clase magistral. Exposición de contenidos por parte del profesor.	X
2. Sesiones de trabajo utilizando metodología del caso.	X
3. Sesiones de trabajo en el aula para la resolución de ejercicios.	X
4. Desarrollo de prácticas en espacios con equipamiento especializado (laboratorios, aulas de informática, trabajo de campo).	X
5. Visitas técnicas a instalaciones.	X
6. Desarrollo, redacción y análisis, individualmente o en grupo, de trabajos, memorias, ejercicios, problemas, y estudios de caso, sobre contenidos y técnicas, teóricos y prácticos, relacionados con la materia.	X
7. Pruebas, exámenes, defensas de trabajos, prácticas, etc. Pudiendo ser orales o escritas e individuales o en grupo.	X
8. Estudio del alumno. Preparación y análisis individual de textos, casos, problemas, etc.	X
9. Desarrollo de habilidades comunicativas (orales, escritas, multimedia).	X
10. Aprendizaje fuera del aula, basado en la vinculación entre formación académica y experiencias empresariales o profesionales.	X
11. Aprendizaje supervisado y tutelado por el profesor para, a través de la interacción individual entre alumno y tutor, detectar posibles problemas del proceso formativo, conocer los resultados del aprendizaje fuera del escenario del aula y programar los procesos de trabajo del alumno en actividades no presenciales como memorias, trabajo fin de master, preparación de la defensa del mismo, etc.	X

En las clases de **grupo grande** se explicarán los fundamentos teóricos de los conceptos presentados en la asignatura.

En las **prácticas de ordenador** se explicarán las resoluciones de los problemas reales propuestos en aplicaciones informáticas apropiadas para tales fines. Se pretende que los alumnos puedan tener una base a partir de la cual desarrollar sus propios proyectos y aplicarlos a casos reales concretos que les serán propuestos.

Los **proyectos tutorizados** consistirán en la resolución mediante las herramientas explicadas en la asignatura de un problema real de entidad superior a los estudiados en las prácticas de ordenador.

Resultados de aprendizaje

Entender y ser capaz de simular el comportamiento estructural mediante métodos numéricos.

Ser capaz de utilizar programas comerciales para la simulación de dinámica de fluidos, el comportamiento mecánico de sistemas estructurales y la cinemática y dinámica computacional de sistemas mecánicos.

Sistemas de evaluación

Criterios de evaluación

Se evaluará la asignatura de acuerdo a los siguiente criterios:

CE1. Dominio de los contenidos teóricos de la asignatura.

Relacionado con las competencias CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1, CG4, CG5, CT1, CT4, CT7.

CE2. Capacidad para aplicar los conocimientos teóricos adquiridos a la resolución de problemas reales.

Relacionado con las competencias CB6, CB7, CB8, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CT1, CT2, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10, CEO4, CEO6.

CE3. Dominio de las herramientas informáticas relacionadas con la materia.

Relacionado con las competencias CG2, CG3, CG6, CG7, CT5, CT6, CEO4, CEO6.

CE4. Capacidad para comunicar y transmitir los conocimientos en un lenguaje técnico apropiado, oral y escrito, dentro del campo de la inteligencia artificial.

Relacionado con las competencias CB8, CB9, CG4, CG5, CT3, CT4, CT5, CT7, CT8.

Actividades de evaluación

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes ponderaciones (en %):

	Rango establecido en la memoria verificada	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global (*)
1. Exámenes (Examen final y/o Exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios).	40%-70% ⁽¹⁾ 0%-40% ⁽²⁾ 0% ⁽³⁾	40 %	40 %	40 %
2. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo.	0%-40% ⁽¹⁾ 40%-80% ⁽²⁾ 0% ⁽³⁾	60 %	60 %	60 %
3. Asistencia y aprovechamiento en las clases, prácticas y otras actividades presenciales.	0%-20% ^(1,2) 0%-20% ⁽²⁾ 0% ⁽³⁾			---
4. Presentación y defensa de trabajos y memorias propuestos.	0% ⁽¹⁾ 0% ⁽²⁾ 100% ⁽³⁾			

(*) El estudiante comunicará al profesor por escrito el tipo de evaluación elegido en las tres primeras semanas de cada semestre y el profesor remitirá la correspondiente relación a la Comisión de Calidad de la Titulación. Cuando un estudiante no realice esta comunicación, se entenderá que opta por la evaluación continua. Una vez elegido el tipo de evaluación, el estudiante no podrá cambiar en la convocatoria ordinaria de ese semestre y se atenderá a la normativa de evaluación para la convocatoria extraordinaria.

⁽¹⁾ Asignaturas de la materia *Fundamentos matemáticos (Métodos numéricos, Ecuaciones diferenciales y Tratamiento estadístico de datos)*.

⁽²⁾ Resto de asignaturas.

⁽³⁾ Trabajo fin de máster.

Descripción de las actividades de evaluación

El alumno desarrollará un proyecto compuesto por tres ejemplos, uno por tema, en los que se resolverán casos prácticos mediante las técnicas estudiadas en la asignatura. Se presentará una memoria con los resultados obtenidos. Su evaluación representará el 60% de la nota de la asignatura. Esta actividad es recuperable

Se realizará un examen teórico-práctico al final de la asignatura que representará un 40 % de la nota de la asignatura. Esta actividad es recuperable.

La evaluación global tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

- Un examen teórico-práctico de la asignatura. Representará el 40% de la nota.
- El alumno deberá presentar una memoria con los resultados obtenidos en la resolución de varios casos prácticos similares a los realizados en las clases prácticas. Representará el 20% de la nota.
- El alumno deberá presentar, asimismo, la resolución del proyecto común a todos los estudiantes. Representará el 40% de la nota.

Estos proyectos le serán encargados al alumno por el profesor cuando aquél manifieste su deseo de optar por la evaluación global.

Bibliografía

Bibliografía básica

Oñate, E. Cálculo de estructuras por el método de los elementos finitos : análisis elástico lineal. 2ª ed. Barcelona: Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, 1995. ISBN 8487867006.

Oñate, E. Structural analysis with the finite element method : linear statics. Barcelona : [London]: CIMNE ; Springer, 2009-. ISBN 978-1-4020-8732-5.

Oñate, E. Structural Analysis with the Finite Element Method Linear Statics : Vol. 2 Beams, Plates and Shells [en línea]. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8743-1>>. ISBN 978-1-4020- 8743-1.

Bibliografía complementaria

Bathe, Klaus-Jürgen. Finite element procedures. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, cop. 1996. ISBN 0133014584.

Ken Marsh. Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

<http://forums.augi.com/showthread.php?167613-Robot-Structural-Analysis-Tutorial>

<http://forums.augi.com/showthread.php?152597-Inventor-Tutorial>

Horario de tutorías

Tutorías Programadas: El horario y lugar de las tutorías programadas se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente determinados por la Dirección del Centro.

Tutorías de libre acceso: El horario y lugar de las tutorías de libre acceso se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente aprobados por el Departamento.

Recomendaciones

Se recomienda encarecidamente repasar y actualizar los conocimientos de resistencia de materiales y cálculo de estructuras.