



Guía Docente				
Datos Identificativos				2018/19
Asignatura (*)	Estruturas III	Código	632514003	
Titulación				
Descritores				
Ciclo	Período	Curso	Tipo	Créditos
Mestrado Oficial	1º cuatrimestre	Primeiro	Obrigatoria	6
Idioma	Castelán			
Modalidade docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Construcións e Estruturas Arquitectónicas, Cívicas e Aeronáuticas Enxeñaría Civil			
Coordinación	Díaz García, Jacobo Manuel	Correo electrónico	jacobodiaz@udc.es	
Profesorado	Baldomir García, Aitor	Correo electrónico	aitor.baldomir@udc.es	
	Díaz García, Jacobo Manuel		jacobodiaz@udc.es	
	Romera Rodríguez, Luis Esteban		l.romera@udc.es	
Web	moodle.udc.es (4514003-E3-MICCP)			
Descrición xeral	<p>O obxectivo global da materia é adquirir os fundamentos teóricos e prácticos da análise de estruturas mediante o Método de Elementos Finitos (MEF). Para iso expónse os seguintes obxectivos parciais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprender as bases teóricas do MEF, tipos de elementos, características e tipoloxías de aplicación en enxeñaría civil.</li> <li>- Aplicar o MEF utilizando programas de deseño e cálculo de estruturas por computador.</li> <li>- Espertar unha visión crítica do alumno sobre os resultados obtidos.</li> <li>- Iniciar ao alumno na análise non lineal de estruturas.</li> </ul>			

Competencias / Resultados do título	
Código	Competencias / Resultados do título

Resultados da aprendizaxe			
Resultados de aprendizaxe	Competencias / Resultados do título		
Capacidade de expor, executar e analizar modelos de elementos finitos adecuados ao problema que desexa resolver e capacidade de interpretar os resultados numéricos obtidos da análise lineal e non lineal de estruturas	AM1	BM1	CM1
	AM2	BM2	CM2
	AM3	BM3	CM5
	AM4	BM4	CM9
	AM5	BM5	CM13
	AM6	BM6	CM15
	AM8	BM7	CM21
	AM9	BM8	
	AM11	BM9	
	AM17	BM16	
	AM18	BM18	
	AM19		
	AM20		
	AM52		

Contidos	
Temas	Subtemas
Introdución ao método dos elementos finitos	Sistemas discretos e continuos: elementos, nós e graos de liberdade. Etapas do proceso de solución. Tipos de elementos. Obtención das ecuacións de equilibrio. Matriz de rixidez e vectores de carga. Exemplos de aplicación.



Elemento unidimensional barra a axil	Discretización. Elemento lineal: funcións de forma e formulación isoparamétrica. Principio de traballos virtuais (PTV). Matrices elementais. Elementos lagrangianos de orde superior. Exemplos.
Elementos finitos en elasticidade bidimensional	Teoría de elasticidade 2D. Elemento triangular lineal, PTV e discretización. Ecuacións de equilibrio. Movements e magnitudes derivadas. Elemento rectangular bilineal. Propiedades da solución e converxencia. Elementos lagrangianos e serendipitos de orde superior. Formulación isoparamétrica. Integración analítica e numérica. Estabilidade, converxencia e integración. Melloras do elemento C4. Estudo comparativo dos elementos. Exemplos.
Introdución ao programa comercial de EF Abaqus	Estrutura. Módulos. Tipos de mallas. Elementos. Cargas, casos de carga e condicións de contorno. Comprobacións, cálculo e visualización. Módulos de análises.
Elementos finitos tridimensionales	Elasticidade 3D. Ecuacións constitutivas. PTV. Elementos tetraédricos e hexaédricos. Formulación isoparamétrica e integración. Análise comparativa. Efecto da distorsión. Exemplos de aplicación.
Elementos viga	Teoría de Navier-Bernouilli. Elemento viga hermítico de clase C1. Cortante. Elemento viga de Timoshenko de clase C0. Análise comparativa. Estructuras 2D e 3D. Condiciones de contorno. Exemplos.
Elementos placa	Teoría de placas. Placa de Kirchhoff e placa de Reissner-Mindlin. Equilibrio e relaciones momento-curvatura. PTV. Elementos placa delgada: elementos de clase C1 MCZ e DKT. Elementos placa grosa. Integración e bloqueo da solución. Cálculo de esforzos e tensións. Efecto do esviaje. Exemplos.
Elementos lámina	Formulacións e tipos de elementos. Elementos lámina plana: Teorías de Reissner-Mindlin e Kirchhoff. PTV. Matrices elementais. Problemas de coplanariedade. Elementos lámina espacial curva. Exemplos.
Introdución á análise non lineal de estruturas mediante o MEF	Tipos de non linealidades. Esquemas de control, métodos iterativos e converxencia. Tensores de deformacións e tensións. Non linealidade xeométrica, do material e contacto. Exemplos.
Temas complementarios	Estimación do erro. Aspectos computacionais. Mallas adaptativas. Subestructuración. Problemas térmicos. Elementos axisimétricos e de revolución. Análise dinámica mediante o MEF.

Planificación				
Metodoloxías / probas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciais e virtuais)	Horas traballo autónomo	Horas totais
Sesión maxistral	A1 A2 A3 A4 A5 A6 A11 A17 A18 A19 A20 A52 B1 B2 B7 B16 C5 C13	24	48	72
Solución de problemas	A1 A2 A7 A8 A9 A11 A12 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B16 B18 C1 C2 C3 C9 C13 C15 C21	25	37.5	62.5



Proba obxectiva	A1 A2 A7 A8 A9 A11 A12 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B16 B18 C1 C2 C3 C9 C13 C15 C21	2.5	0	2.5
Traballos tutelados	A1 A2 A7 A8 A9 A11 A12 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B16 B18 C1 C2 C3 C9 C13 C15 C21	3	9	12
Atención personalizada		1	0	1
*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado				

Metodoloxías	
Metodoloxías	Descrición
Sesión maxistral	Exposición de contidos conceptuais dos diversos temas.
Solución de problemas	Resolución das prácticas analíticas e numéricas dos diferentes temas expostas polos profesores.
Proba obxectiva	Exame escrito e mediante computador dos contidos da materia.
Traballos tutelados	Os alumnos poden realizar de forma voluntaria as prácticas analíticas e de computador expostas polos profesores durante o curso.

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición
Proba obxectiva	Os alumnos deberán resolver as dúbidas que se lles expoñan antes ou despois de que as prácticas de cada tema fosen resoltas na aula polos profesores da materia.
Sesión maxistral	
Traballos tutelados	Da mesma forma, os alumnos poden resolver as dúbidas asociadas ás sesións maxistras ou aos traballos tutelados con calquera dos profesores da materia.
Solución de problemas	Os alumnos poden acudir a tutoría individualmente ou en grupo.

Avaliación			
Metodoloxías	Competencias / Resultados	Descrición	Cualificación
Proba obxectiva	A1 A2 A7 A8 A9 A11 A12 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B16 B18 C1 C2 C3 C9 C13 C15 C21	Examen que consta de dúas partes: Unha parte onde se avalían cuestións teóricas e exercicios prácticos sobre o método dos elementos finitos e outra parte onde se avalía o coñecemento do programa Abaqus mediante un exercicio práctico no Laboratorio de Cálculo de Estructuras.	100
Traballos tutelados	A1 A2 A7 A8 A9 A11 A12 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B16 B18 C1 C2 C3 C9 C13 C15 C21	Os traballos voluntarios feitos polos estudantes entregaranse estrictamente nos prazos habilitados polos profesores durante o cadrimestre de impartición da asignatura.	20
Outros			



## Observacións avaliación

A nota final obtense sumando a nota obtida no exame, e a nota obtida nos traballos voluntarios.

Para aprobar a materia é necesario obter un mínimo de 4 sobre 10 na parte teórica do exame, e un mínimo de 4 sobre 10 na parte práctica do exame de uso do programa Abaqus. Non se gardan as notas de partes illadas do exame entre oportunidades de avaliación.

A nota final calcúlase sumando á nota do exame a nota das prácticas voluntarias cun valor máximo destas de 2 sobre 10.

Para aprobar a materia é preciso obter unha nota final igual ou superior a 5 e cumprir a condición de nota mínima establecida para as dúas partes do exame.

Se non se supera unha das partes do exame:

- Non se terá en conta na nota final a calificación do traballo de curso
- A nota que figurará nas actas será a media aritmética das dúas partes do exame, cun máximo de 4,9

Os estudantes que concurren á "convocatoria adiantada" poderán

solicitar e realizar o traballo voluntario de curso co fin de que sexa considerado na calificación final. O traballo deberá solicitarse como mínimo cun mes de antelación respecto á data oficial do exame e a entrega será antes da realización do mesmo.

## Fontes de información

<b>Bibliografía básica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cook R., Malkus D., Plesha. M. (1989). Concepts and applications of finite element analysis. John Wiley</li> <li>- E. Oñate (1992). Cálculo de estruturas por el método de elementos finitos. CIMNE</li> <li>- Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L (2000). The finite element method (fifth ed.). Vol 1: The Basis, Vol2: Solid mechanics. Thomas Telford</li> <li>- T.J. Hughes (1987). The Finite Element Method. Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis. Prentice-Hall</li> <li>- K.J. Bathe (1996). Finite Element Procedures. Prentice-Hall</li> <li>- Hinton, E., Owen, D.R.J (1980). Introduction to finite element computations. Pineridge Press</li> <li>- Chandrupatla T.R., Belegundu A. (1997). Introduction to finite elements in engineering. Prentice Hall</li> <li>- Anderson W.J. (1994). Linear static finite element analysis. Online training.. Automated Analysis Corporation</li> </ul>
<b>Bibliografía complementaria</b>	<p>Mechanics of materials, Hibbeler, R. C., 6ª ed., Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 2005. Análisis Estructural, Hibbeler, R. C., 3ª ed., Prentice Hall Hispanoamericana S.A., Naucalpan de Juárez, Méjico, 1997. Fundamentos de Análisis Estructural, Leet, R. C. and C.M. Uang, 2ª ed., McGraw-Hill Interamericana S.A., México D.F., Méjico, 2006. Structures, Schodek, D. L., 5ª ed., Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 2004. Resistencia de materiales, Gere, J. M. y Timoshenko, S., 5ª ed., Thomson-Paraninfo, Madrid, 2002. Mecánica de sólidos, Popov, E. P.2, 5ª ed., Pearson Educación, México, 2000. Elasticidad, Ortiz Berrocal, L., 3ª ed., McGraw-Hill, Madrid, 1998. Razón y ser de los tipos estructurales, Torroja Miret, E., 9ª ed., CSIC, Madrid, 1998. Estructuras o por qué las cosas no se caen, Gordon, J. E., Celeste Ediciones, Madrid, 1999.</p>

## Recomendacións

**Materias que se recomenda ter cursado previamente**

**Materias que se recomenda cursar simultaneamente**

**Materias que continúan o temario**

Pontes II/632514023

Cálculo sísmico e aeroelástico de estruturas/632514026

Análise avanzado de estruturas/632514028

Deseño óptimo de estruturas/632514025

Cálculo dinámico de estruturas/632514024

## Observacións

Requírese coñecemento dos aspectos básicos do cálculo de estruturas. É aconsellable o coñecemento de programas de cálculo de estruturas.



(\*A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías