



Guía docente				
Datos Identificativos				2021/22
Asignatura (*)	Estructuras III		Código	632011604
Titulación	Enxeñeiro de Camiños, Canais e Portos			
Descriptor				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
1º y 2º Ciclo	1º cuatrimestre	Tercero Cuarto Quinto	Optativa	4
Idioma	Castellano			
Modalidad docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Enxeñaría Civil			
Coordinador/a		Correo electrónico		
Profesorado		Correo electrónico		
Web	caminos.udc.es/info/asignaturas/621/index.php			
Descripción general	El objetivo de la asignatura es adquirir los fundamentos del cálculo de estructuras mediante el Método de Elementos Finitos y su aplicación en problemas de elasticidad 2D y 3D. El alumno deberá ser capaz de elegir el modelo más adecuado para cada problema así como la interpretación de los resultados obtenidos.			
Plan de contingencia	1. Modificaciones en los contenidos 2. Metodologías *Metodologías docentes que se mantienen *Metodologías docentes que se modifican 3. Mecanismos de atención personalizada al alumnado 4. Modificacines en la evaluación *Observaciones de evaluación: 5. Modificaciones de la bibliografía o webgrafía			

Competencias del título	
Código	Competencias del título
A1	Capacitación científico-técnica y metodológica para la asesoría, el análisis, el diseño, el cálculo, el proyecto, la planificación, la dirección, la gestión, la construcción, el mantenimiento, la conservación y la explotación en los campos relacionados con la Ingeniería Civil: materiales de construcción, geotecnia, estructuras, edificación, hidráulica, energía, ingeniería sanitaria, medio ambiente, ingeniería marítima y costera, transportes, ingeniería cartográfica, urbanismo y ordenación del territorio.
A2	Capacidad para comprender los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública.
A5	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la Ingeniería Civil.
A8	Conocimientos básicos sobre el uso de los ordenadores y su programación.



A21	Capacidad para analizar y comprender como las características de las estructuras influyen en su comportamiento, así como conocer las tipologías más usuales en la Ingeniería Civil. Capacidad para utilizar métodos tradicionales y numéricos de cálculo y diseño de todo tipo de estructuras (de barras, placas, láminas esféricas y de revolución, etc.) de diferentes materiales (hormigón, metálicas, mixtas, de madera, cerámicas, compuestas, etc.) sometidas a esfuerzos diversos y en situaciones de comportamientos mecánicos variados (elásticos, elastoplásticos, viscoelásticos, etc.).
A22	Conocimiento teórico y práctico para el análisis no lineal y dinámico estructural, con especial hincapié en el análisis sísmico, mediante la aplicación de los métodos y programas de diseño y cálculo dinámico de estructuras por ordenador, a partir del conocimiento y comprensión de las cargas dinámicas más habituales y su aplicación a las tipologías estructurales de la Ingeniería Civil.
B1	Aprender a aprender.
B2	Resolver problemas de forma efectiva.
B3	Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo.
B4	Trabajar de forma autónoma con iniciativa.
B5	Trabajar de forma colaborativa.
B8	Reciclaje continuo de conocimientos en una perspectiva generalista en el ámbito global de actuación de la Ingeniería Civil.
B9	Comprender la importancia de la innovación en la profesión.
B10	Aprovechamiento e incorporación de las nuevas tecnologías.
B19	Capacidad de análisis, síntesis y estructuración de la información y las ideas.
B27	Capacidad para aplicar conocimientos básicos en el aprendizaje de conocimientos tecnológicos y en su puesta en práctica.

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje		Competencias del título	
Capacidad de realizar modelos de elementos finitos adecuados al problema que desea resolver		A1	B1
		A2	B2
		A5	B4
		A8	B5
		A21	B9
			B10
Capacidad de interpretar los resultados obtenidos del análisis lineal y no lineal de estructuras		A21	B1
		A22	B2
			B3
			B8
			B9
			B19
			B27

Contenidos	
Tema	Subtema
Introducción al método de los elementos finitos	Tipos de modelización estructural
Elementos unidimensionales: barra a axil	Elemento lineal, formulación isoparamétrica
	Elemento cuadrático
	Ejemplos
Elementos finitos en elasticidad bidimensional (I)	Teoría de elasticidad bidimensional
	Formulación del elemento triangular de tres nudos
	Discretización del campo de deformaciones
	Ecuaciones de equilibrio de la discretización
	Formulación del elemento rectangular de cuatro nudos
	Consideraciones acerca de la solución obtenida con el MEF
	Condiciones para la convergencia de la solución



Elementos finitos en elasticidad bidimensional (II)	Elementos de clase C0 de orden superior en coordenadas naturales Elementos rectangulares Elementos rectangulares lagrangianos Elementos rectangulares serendipitos Elementos triangulares Convergencia e Integración numérica Comportamiento del cuadrilátero bilineal (elemento C4) Cálculo de magnitudes derivadas Comparación entre distintos elementos y ejemplos
Aplicación del MEF en problemas térmicos	Problemas de campo escalar Ecuaciones de equilibrio en el problema estacionario de conducción del calor Matriz de conductividad y vector de flujo térmico Ejemplos de aplicación
Elementos finitos en elasticidad 3D	Teoría de elasticidad 3D Formulación de los elementos finitos Discretización y ecuaciones de equilibrio Elementos finitos tridimensionales Formulación isoparamétrica Comparación de los distintos tipos de elementos Efecto de la distorsión Ejemplos de aplicación
Elementos unidimensionales: elemento viga	Barra a flexión: teoría de vigas esbeltas Ecuaciones de equilibrio y discretización Elemento viga de 2 nudos Estructuras de barras planas Estructuras de barras tridimensionales Condiciones de contorno Ejemplos de aplicación
Elementos placa	Teoría de placas: ecuaciones de equilibrio y relaciones momento-curvatura Aplicación del PTV y formulación de los elementos Elementos finitos para placas delgadas Elementos finitos para placas gruesas Cálculo de esfuerzos y tensiones Efecto del esviaje Ejemplos de aplicación
Elementos lámina	Formulaciones y tipos de elementos lámina Elementos lámina plana Teoría de láminas planas de Reissner-Mindlin Aplicación del PTV y formulación de los elementos Matrices de deformación y rigidez Elementos lámina espacial curva isoparamétricos Ejemplos de aplicación



Introducción al análisis no lineal de estructuras mediante el MEF	Introducción Tipos de no linealidades Tensores de deformaciones y tensiones Deformaciones Teorema de descomposición polar Tensiones Métodos numéricos de solución No linealidad geométrica Formulación general Rigidización tensional y pandeo Formulación Lagrangiana Total No linealidad del material Plasticidad unidimensional Desarrollo en Cosmos/m Bibliografía
---	---

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias	Horas presenciales	Horas no presenciales / trabajo autónomo	Horas totales
Trabajos tutelados		0	0	0
Atención personalizada		0	0	0
(*)Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos				

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Trabajos tutelados	Se realizarán los siguientes trabajos durante el curso: 1. Un trabajo teórico resolviendo un problema numérico simplificado de forma manual y comparando la solución obtenida con resultados de un programa profesional de elementos finitos. 2. Dos trabajos prácticos resueltos mediante un programa comercial de elementos finitos (Abaqus), uno de elasticidad bidimensional y otro con elementos lámina y barra o de elasticidad tridimensional.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Trabajos tutelados	Trabajos tutelados: Los alumnos deberán preguntar en tutoría individual aquellos aspectos relacionados con los trabajos proporcionados por el profesor. Solución de problemas: Igualmente, los alumnos deberán resolver las dudas que se les planteen sobre la teoría y practica de la asignatura.

Evaluación			
Metodologías	Competencias	Descripción	Calificación
Trabajos tutelados		Cada uno de los tres trabajos se valorará de 0 a 10 puntos. La nota final de la asignatura será la media aritmética de las tres notas anteriores.	100
Otros			



Observaciones evaluación

El modo de evaluación es a través de la realización de trabajos prácticos tutorizados e individualizados por parte de los estudiantes.

La asignatura pertenece a una titulación en extinción, sin docencia.

Fuentes de información

Básica	- E. Oñate (1992). Cálculo de estructuras por el método de elementos finitos. CIMNE - Cook R., Malkus D., Plesha. (1989). Concepts and applications of finite element analysis. M., John Wiley - K.J. Bathe (1996). Finite Element Procedures. Prentice-Hall - Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L (2000). The finite element method (fifth ed.). Vol 1: The Basis, Vol2: Solid mechanics. Thomas Telford - T.J. Hughes (1987). The Finite Element Method. Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis. Prentice-Hall - Hinton, E., Owen, D.R.J (1980). ? Introduction to finite element computations. Pineridge Press
Complementaria	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.

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Álgebra/632011101
Cálculo I/632011102
Estructuras I/632011202
Estructuras II/632011303

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Asignaturas que continúan el temario

Cálculo Dinámico de Estructuras/632011601
Puentes II/632011622

Otros comentarios

Se requiere conocimiento de los aspectos básicos del cálculo de estructuras.

Es aconsejable el conocimiento de programas comerciales de cálculo de estructuras.

(*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías