



| Guía docente          |   |                       |           |          |
|-----------------------|---|-----------------------|-----------|----------|
| Datos Identificativos |   |                       |           | 2022/23  |
| Asignatura (*)        | Estructuras III   | Código                | 632011604 |          |
| Titulación            | Enxeñeiro de Camiños, Canais e Portos   |                       |           |          |
| Descritores           |   |                       |           |          |
| 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                   | <a href="http://caminos.udc.es/info/asignaturas/621/index.php">caminos.udc.es/info/asignaturas/621/index.php</a>  |                       |           |          |
| 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. |                       |           |          |

| 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<br>A2<br>A5<br>A8<br>A21 | B1<br>B2<br>B4<br>B5<br>B9<br>B10        |  |
| Capacidad de interpretar los resultados obtenidos del análisis lineal y no lineal de estructuras | A21<br>A22                  | B1<br>B2<br>B3<br>B8<br>B9<br>B19<br>B27 |  |

| Contenidos  |   |
|---|---|
| Tema  | Subtema   |
| Introducción al método de los elementos finitos     | Tipos de modelización estructural   |
| Elementos unidimensionales: barra a axil            | Elemento lineal, formulación isoparamétrica<br>Elemento cuadrático<br>Ejemplos  |
| Elementos finitos en elasticidad bidimensional (I)  | Teoría de elasticidad bidimensional<br>Formulación del elemento triangular de tres nudos<br>Discretización del campo de deformaciones<br>Ecuaciones de equilibrio de la discretización<br>Formulación del elemento rectangular de cuatro nudos<br>Consideraciones acerca de la solución obtenida con el MEF<br>Condiciones para la convergencia de la solución                                |
| Elementos finitos en elasticidad bidimensional (II) | Elementos de clase C0 de orden superior en coordenadas naturales<br>Elementos rectangulares<br>Elementos rectangulares lagrangianos<br>Elementos rectangulares serendipitos<br>Elementos triangulares<br>Convergencia e Integración numérica<br>Comportamiento del cuadrilátero bilineal (elemento C4)<br>Cálculo de magnitudes derivadas<br>Comparación entre distintos elementos y ejemplos |
| Aplicación del MEF en problemas térmicos            | Problemas de campo escalar<br>Ecuaciones de equilibrio en el problema estacionario de conducción del calor<br>Matriz de conductividad y vector de flujo térmico<br>Ejemplos de aplicación   |



|   |  |
|---|--|
| Elementos finitos en elasticidad 3D                               | Teoría de elasticidad 3D<br>Formulación de los elementos finitos<br>Discretización y ecuaciones de equilibrio<br>Elementos finitos tridimensionales<br>Formulación isoparamétrica<br>Comparación de los distintos tipos de elementos<br>Efecto de la distorsión<br>Ejemplos de aplicación  |
| Elementos unidimensionales: elemento viga                         | Barra a flexión: teoría de vigas esbeltas<br>Ecuaciones de equilibrio y discretización<br>Elemento viga de 2 nudos<br>Estructuras de barras planas<br>Estructuras de barras tridimensionales<br>Condiciones de contorno<br>Ejemplos de aplicación  |
| Elementos placa   | Teoría de placas: ecuaciones de equilibrio y relaciones momento-curvatura<br>Aplicación del PTV y formulación de los elementos<br>Elementos finitos para placas delgadas<br>Elementos finitos para placas gruesas<br>Cálculo de esfuerzos y tensiones<br>Efecto del esviaje<br>Ejemplos de aplicación  |
| Elementos lámina  | Formulaciones y tipos de elementos lámina<br>Elementos lámina plana<br>Teoría de láminas planas de Reissner-Mindlin<br>Aplicación del PTV y formulación de los elementos<br>Matrices de deformación y rigidez<br>Elementos lámina espacial curva isoparamétricos<br>Ejemplos de aplicación   |
| Introducción al análisis no lineal de estructuras mediante el MEF | Introducción<br>Tipos de no linealidades<br>Tensores de deformaciones y tensiones<br>Deformaciones<br>Teorema de descomposición polar<br>Tensiones<br>Métodos numéricos de solución<br>No linealidad geométrica<br>Formulación general<br>Rigidización tensional y pandeo<br>Formulación Lagrangiana Total<br>No linealidad del material<br>Plasticidad unidimensional<br>Desarrollo en Cosmos/m<br>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 | <p>Se realizarán los siguientes trabajos durante el curso:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>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.</li> </ol> |

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

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

| Observaciones evaluación  |
|---|
| <p>El modo de evaluación es a través de la realización de trabajos prácticos tutorizados e individualizados por parte de los estudiantes.</p> <p>La asignatura pertenece a una titulación en extinción, sin docencia.</p> |

| Fuentes de información |  |
|------------------------|--|
| <b>Básica</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- E. Oñate (1992). Cálculo de estructuras por el método de elementos finitos. CIMNE</li> <li>- Cook R., Malkus D., Plesha. (1989). Concepts and applications of finite element analysis. M., John Wiley</li> <li>- K.J. Bathe (1996). Finite Element Procedures. Prentice-Hall</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>- Hinton, E., Owen, D.R.J (1980). ? Introduction to finite element computations. Pineridge Press</li> </ul>   |
| <b>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> |



## 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