



| Guía Docente          |                                                                                                                                                                                                                                                              |        |                    |                           |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------|---------------------------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                              |        |                    | 2019/20                   |
| Asignatura (*)        | Modelización de Estruturas por Elementos Finitos                                                                                                                                                                                                             |        | Código             | 730G03069                 |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría Mecánica                                                                                                                                                                                                                                   |        |                    |                           |
| Descriptoros          |                                                                                                                                                                                                                                                              |        |                    |                           |
| Ciclo                 | Período                                                                                                                                                                                                                                                      | Curso  | Tipo               | Créditos                  |
| Grao                  | 1º cuatrimestre                                                                                                                                                                                                                                              | Cuarto | Optativa           | 6                         |
| Idioma                | Castelán                                                                                                                                                                                                                                                     |        |                    |                           |
| Modalidade docente    | Presencial                                                                                                                                                                                                                                                   |        |                    |                           |
| Prerrequisitos        |                                                                                                                                                                                                                                                              |        |                    |                           |
| Departamento          | Enxeñaría Naval e Industrial                                                                                                                                                                                                                                 |        |                    |                           |
| Coordinación          | Gutierrez Fernandez, Ruth Maria                                                                                                                                                                                                                              |        | Correo electrónico | ruth.gutierrez@udc.es     |
| Profesorado           | Gutierrez Fernandez, Ruth Maria                                                                                                                                                                                                                              |        | Correo electrónico | ruth.gutierrez@udc.es     |
|                       | López López, Manuel                                                                                                                                                                                                                                          |        |                    | manuel.lopez.lopez@udc.es |
| Web                   | https://sites.google.com/site/structuralanalysislab/home                                                                                                                                                                                                     |        |                    |                           |
| Descrición xeral      | Nesta materia perséguese adquirir as competencias específicas para o deseño de sólidos e estruturas sometidas a esforzos de tracción, compresión, flexión e torsión, e a capacidade de analizar estados de tensión e de deformación en sólidos e estruturas. |        |                    |                           |

| Competencias do título |                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código                 | Competencias do título                                                                                                                                                                                                                 |
| B5                     | CB05 - Que os estudantes desenvolvan aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprenderen estudos posteriores cun alto grao de autonomía                                                                                     |
| B7                     | B5 - Ser capaz de realizar unha análise crítica, avaliación e síntese de ideas novas e complexas                                                                                                                                       |
| B9                     | B8 - Adquirir unha formación metodolóxica que garanta o desenvolvemento de proxectos de investigación (de carácter cuantitativo e/ou cualitativo) cunha finalidade estratéxica e que contribúan a situarnos na vangarda do coñecemento |

| Resultados da aprendizaxe                                                                                                   |  |  |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|------------------------|
| Resultados de aprendizaxe                                                                                                   |  |  | Competencias do título |
| Manexar as leis básicas da análise por ordenador de sólidos elásticos e estruturas.                                         |  |  | B5<br>B7<br>B9         |
| Aplicar de forma axeitada os conceptos teóricos no laboratorio. Resolver exercicios e problemas de forma completa e razoada |  |  | B5<br>B7<br>B9         |
| Aplicar de forma adecuada os conceptos teóricos no laboratorio. Modelar matematicamente sistemas mecánicos e estruturais    |  |  | B5<br>B7<br>B9         |
| Usar unha linguaxe rigorosa no campo da enxeñaría estrutural para presentar e interpretar datos e resultados                |  |  | B5<br>B7<br>B9         |

| Contidos                                                                                                        |                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temas                                                                                                           | Subtemas                                                                                                             |
| Tema 0. Os bloques ou temas seguintes desenvolven os contidos establecidos na ficha da Memoria de Verificación. | Método dos elementos finitos; elementos estruturais; análise numérica de estruturas mediante programas informáticos. |



|                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema 1. Formulación do método de elementos finitos, MEF, para estática | Formulación do problema estático. Principio dos traballos virtuais. Discretización. Interpolación elemental. Matriz de rixidez e vector de cargas. Ensamblaxe. Transformación das direccións dos graos de liberdade locais a globais cando difiren                                                                                                                                                                  |
| Tema 2. Formulación xeral do MEF                                       | Formulación do problema dinámico. Matriz de masas e de amortiguamiento. Imposición de condicións de contorno. Imposición de restricións: graos de liberdade mestres e escravos. Campo de desprazamentos, deformacións e tensións                                                                                                                                                                                    |
| Tema 3. Aproximación do campo de desprazamentos                        | Clasificación dos problemas elásticos. Matrices tensión-deformación. Funcións de aproximación da familia de elementos finitos en coordenadas xeneralizadas. Elementos de Lagrange e Serendip. Interpolación de Lagrange. Criterios de converxencia do MEF. Test da parcela.                                                                                                                                         |
| Tema 4. Elementos isoparamétricos                                      | Introdución. Elementos isoparamétricos. Espazo xeométrico, espazo natural. Funcións de aproximación no espazo natural.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Tema 5. Elementos isoparamétricos para tensión e deformación plana     | Elasticidade en tensión e deformación plana. Elemento finito isoparamétrico para elasticidade plana. Jacobiano da transformación isoparamétrica. Singularidades. Erros de discretización. Matrices de masa e rixidez                                                                                                                                                                                                |
| Tema 6. Aspectos numéricos                                             | Integración numérica. Método de Newton-Côtes. Cuadratura de Gauss. Integración bidimensional e tridimensional. Integración completa, reducida, selectiva. Selección do tipo e orde de integración. Establecemento da matriz de rixidez para elemento isoparamétrico bidimensional. Cargas de volume e superficie. Cargas térmicas. Elemento axisimétrico. Criterios de converxencia para elementos isoparamétricos. |
| Tema 7. Elementos estruturais: viga                                    | Introdución. Viga de Euler-Bernoulli, viga de Timoshenko. Ecuacións de equilibrio de vigas. Formulación de elementos finitos: elemento hermitico. Elemento viga con movemento plano. Elemento viga espacial.                                                                                                                                                                                                        |
| Tema 8. Elementos estruturais: placa e lámina                          | Teoría de placas. Placa de Kirchhoff. Placa de Reissner-Mindlin. Formulación de elementos finitos. Ecuacións de Equilibrio. Teoría de láminas. O elemento lámina plano.                                                                                                                                                                                                                                             |

| Planificación                                                                                                            |                               |                   |                                           |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------------------|--------------|
| Metodoloxías / probas                                                                                                    | Competencias                  | Horas presenciais | Horas non presenciais / traballo autónomo | Horas totais |
| Prácticas de laboratorio                                                                                                 | B1 B2 B4 B5 B6 B7<br>B9 C4 C6 | 4                 | 24                                        | 28           |
| Traballos tutelados                                                                                                      | B1 B2 B4 B5 B6 B7<br>B9 C6 C4 | 16                | 28                                        | 44           |
| Sesión maxistral                                                                                                         | B1 B2 B4 B5 B6 B7<br>B9 C4 C6 | 18                | 45                                        | 63           |
| Solución de problemas                                                                                                    | B1 B2 B4 B5 B6 B7<br>B9 C6 C4 | 4                 | 9                                         | 13           |
| Atención personalizada                                                                                                   |                               | 2                 | 0                                         | 2            |
| *Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado |                               |                   |                                           |              |

| Metodoloxías             |                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodoloxías             | Descrición                                                                                                                                                                                                                     |
| Prácticas de laboratorio | Metodoloxía que permite a realización de actividades de carácter práctico con computador, tales como modelización, análise e simulación de elementos mecánicos e estruturais.                                                  |
| Traballos tutelados      | Metodoloxía deseñada para promover a aprendizaxe autónoma dos estudantes, resolvendo un problema que involucre os contidos da materia e involucre as competencias específicas da mesma, realizado baixo a tutela do profesor.  |
| Sesión maxistral         | Exposición oral complementada co uso de medios audiovisuais, que ten como finalidade transmitir coñecementos e facilitar a aprendizaxe na o ámbito da análise resistente e de deformacións de sistemas mecánicos e estruturais |



|                       |                                                                                                                                                               |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Solución de problemas | Técnica a través da cal hai que resolver unha situación problemática específica, a partir da coñecemento que se traballou e que pode ter máis dunha solución. |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Atención personalizada

| Metodoloxías             | Descrición                                                                                                                                    |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prácticas de laboratorio | Seguimento e orientación acerca da solución de problemas concretos xurdidos no desenvolvemento das distintas actividades expostas na materia. |
| Traballos tutelados      | Asistencia na realización dos traballos tutelados.                                                                                            |

## Avaliación

| Metodoloxías             | Competencias                  | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cualificación |
|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Prácticas de laboratorio | B1 B2 B4 B5 B6 B7<br>B9 C4 C6 | Hai que asistir sistematicamente ás prácticas e elaboralas durante o curso, para que a profesora poida avaliar o traballo realizado e que se inclúa na cualificación final.<br>Non vale presentalas ao final sen asistir a clase, xa que, neste caso, non se terán en conta para a nota.<br>No proceso de avaliación das prácticas de laboratorio vaise realizar unha practica nunha sesión, na que o estudante individualmente resolverá co computador os problemas expostos pola profesora. | 30            |
| Traballos tutelados      | B1 B2 B4 B5 B6 B7<br>B9 C6 C4 | O traballo involucra os contidos teóricos e prácticos desenvolvidos na materia.<br>Débese realizar individualmente nas sesións de prácticas ao longo do curso e en casa, nas horas non presenciais asignadas a este proxecto. Vaise a realizar un seguimento individualizado da realización do traballo nas sesións de prácticas. Non vale presentar o traballo o último día sen asistir a clase, xa que, neste caso, non se terá en conta para a nota.                                       | 70            |

## Observacións avaliación

O estudante, cuxa presenza ao longo do cuadrimestre sexa insuficiente para realizar o seguimento do seu traballo, por dispensa académica ou por outras causas, terá igualmente que elaborar e presentar as prácticas e o traballo tutelado para a súa valoración. O seguimento do devandito traballo efectuarase nas sesións de tutoría. Neste caso, o proceso de avaliación da materia pode incluír ademais da presentación das prácticas e do traballo tutelado, unha sesión práctica individual ou en grupo, na que o estudante resolve manualmente e/ou co computador os problemas expostos pola profesora.

Para a segunda oportunidade pódese presentar o traballo pendente e mellorar o xa realizado. O seguimento realízase en sesións de tutoría. A avaliación realízase mediante a presentación das prácticas e dos traballos tutelados pendentes e/ou mellorados. O proceso de avaliación da materia pode incluír, ademais da presentación das prácticas e do traballo tutelado, unha sesión práctica individual ou en grupo, na que o estudante resolve manualmente e/ou co computador os problemas expostos pola profesora.

## Fontes de información



|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bibliografía básica</b>         | <ul style="list-style-type: none"><li>- R. Gutiérrez, E. Bayo, A. Loureiro, LE Romera (2010). Estructuras II. Reprografía del Noroeste. Santiago de Compostela</li><li>- Dassault Systèmes Simulia Corp. (2011). Abaqus Analysis User's Manual. © Dassault Systèmes. Providence, RI, USA.</li><li>- Bathe K.J. (2006). Finite Elements Procedures.. Prentice-Hall, Pearson Education, Inc. USA</li><li>- Eugenio Oñate (1995). Calculo de estructuras por el método de elementos finitos. CIMNE, Barcelona, España</li></ul> |
| <b>Bibliografía complementaria</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

RESISTENCIA DOS MATERIAIS/730G03013  
ESTRUTURAS/730G03021

### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Tecnoloxía e Deseño de Estruturas/730G03071

### Materias que continúan o temario

VIBRACIÓNS/730G03040  
Tipoloxías Estruturais/730G03070

## Observacións

Para ayudar a conseguir un entorno inmediato sostenido y cumplir con el objetivo de la acción número 5: "Docencia e investigación saludable y sustentable ambiental y social" del "Plan de Acción Green Campus Ferrol"

La entrega de los trabajos documentales que se realicen en esta materia:

Se solicitarán en formato virtual y/o soporte informático

Se realizará a través de Moodle, en formato digital sin necesidad de imprimirlos

En caso de ser necesario realizarlos en papel:

No se emplearán plásticos

Se realizarán impresiones a doble cara.

(\*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