



| Guía Docente          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                      |           |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    | 2020/21              |           |
| Asignatura (*)        | Cálculo dinámico de estruturas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    | Código               | 632514024 |
| Titulación            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                      |           |
| Descriptorios         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                      |           |
| Ciclo                 | Período                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Curso              | Tipo                 | Créditos  |
| Mestrado Oficial      | 1º cuatrimestre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Primeiro           | Optativa             | 4.5       |
| Idioma                | CastelánGalegoInglés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                      |           |
| Modalidade docente    | Presencial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |                      |           |
| Prerrequisitos        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                      |           |
| Departamento          | Construcións e Estruturas Arquitectónicas, Cívís e Aeronáuticas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                      |           |
| Coordinación          | Romera Rodriguez, Luis Esteban                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Correo electrónico | l.romera@udc.es      |           |
| Profesorado           | Fontan Perez, Arturo Norberto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Correo electrónico | arturo.fontan@udc.es |           |
|                       | Romera Rodriguez, Luis Esteban                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    | l.romera@udc.es      |           |
| Web                   | moodle.udc.es (4514024-Cálculo dinámico de estruturas- MICCP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                      |           |
| Descrición xeral      | Dotar ao alumno dos coñecementos teóricos e prácticos necesarios para a análise dinámica estrutural.<br>Desenvolver as cargas dinámicas máis habituais e os métodos de cálculo.<br>Formar ao alumno no emprego e interpretación de programas de cálculo dinámico de estruturas.<br>Introducir o deseño sísmico mediante o estudo de casos prácticos.<br>Coñecemento e aplicación da normativa vixente.<br>Iniciación á análise experimental modal.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                      |           |
| Plan de continxencia  | 1. Modificacións nos contidos<br>Non se realizan cambios.<br><br>2. Metodoloxías<br><br>*Metodoloxías docentes que se modifican<br>- Sesión maxistral e solución de problemas: No caso de non poder facerse presencialmente, impartiranse a través da plataforma Teams.<br>- Prácticas de laboratorio e traballos titorizados: No caso de non poder facerse presencialmente, realizarase utilizando Teams e a plataforma VDI co software SAP2000.<br><br>3. Mecanismos de atención personalizada ao alumnado<br>No caso de non poder levarse a cabo presencialmente, a atención personalizada realizarase a través do correo electrónico, Moodle ou Teams.<br><br>4. Modificacións na avaliación<br>Non se producen cambios.<br><br>*Observacións de avaliación:<br>No caso de non poder facerse presencialmente as presentacións dos traballos, estas realizaranse por Teams.<br><br>5. Modificacións da bibliografía ou webgrafía<br>Non se producen modificacións. |                    |                      |           |

| Competencias do título |                        |
|------------------------|------------------------|
| Código                 | Competencias do título |

| Resultados da aprendizaxe |
|---------------------------|
|---------------------------|



| Resultados de aprendizaxe                                                                                                     | Competencias do título                                                                       |                                                                                             |                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Capacidade de para analizar y comprender el comportamiento dinámico de las estructuras                                        | AM1<br>AM2<br>AM3<br>AM4<br>AM5<br>AM6<br>AM8<br>AM9<br>AM11<br>AM17<br>AM18<br>AM20<br>AM21 | BM1<br>BM2<br>BM3<br>BM4<br>BM5<br>BM6<br>BM7<br>BM8<br>BM9<br>BM11<br>BM12<br>BM16<br>BM18 | CM1<br>CM2<br>CM5<br>CM9<br>CM12<br>CM13<br>CM15<br>CM21 |
| Capacidade de realizar modelos numéricos para obtener las respuestas estructurales frente a acciones dinámicas                | AM1<br>AM2<br>AM3<br>AM8<br>AM9<br>AM11<br>AM17<br>AM18<br>AM20<br>AM21                      | BM1<br>BM2<br>BM3<br>BM4<br>BM6<br>BM7<br>BM8<br>BM9<br>BM16<br>BM18                        | CM1<br>CM2<br>CM5<br>CM9<br>CM13<br>CM15<br>CM21         |
| Capacidade para aplicar la normativa sismoresistente vigente en la legislación española y europea en el diseño de estructuras | AM1<br>AM2<br>AM3<br>AM5<br>AM18<br>AM19<br>AM52                                             | BM5<br>BM6<br>BM7<br>BM8<br>BM16<br>BM18<br>BM19                                            | CM14<br>CM16<br>CM17<br>CM20                             |

| Contidos                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temas                                                                    | Subtemas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Introducción e conceptos fundamentais                                    | Accións dinámicas. Resposta estática e dinámica. Sistemas continuos e discretos. Forzas elásticas, de inercia e de amortiguamento. Concepto de grado de liberdade dinámico. Obtención e solución das ecuacións diferenciais do movemento. Vibracións libres, forzadas, amortiguadas e non amortiguadas.                                                                                      |
| Sistemas de 1 grado de liberdade (S1GDL):<br>Resposta en vibración libre | Vibración libre non amortiguada. Frecuencia e período natural. Tipos de amortiguamento. Amortiguamento viscoso. Medida e valores. Amortiguamento estrutural. Enerxía en vibración libre. Amortiguamento por fricción.                                                                                                                                                                        |
| S1GDL: Resposta frente a cargas dinámicas                                | Excitación armónica: Estacionario e transitorio. Resonancia. Forzas transmitidas á base. Excitación da base e illamento de vibracións. Medidas experimentais de frecuencias e amortiguación. Series de Fourier. Acelerómetros.<br>Cargas incrementais, pulsos e cargas xerais. Espectros de resposta.<br>Accións sísmicas. NCSE-02. EC-8. Efectos sísmicos nas estruturas. Regras de deseño. |



|                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S1GDL: métodos numéricos de obtención da resposta                                      | Métodos de integración temporal paso a paso. Sistemas lineais: métodos de interpolación da excitación, método de diferencias centrais, método de Newmark. Estabilidade e error da solución. Sistemas non lineais: método de diferencias centrais e método de Newmark.                                                                                                                                                                                                 |
| Análise dinámica co programa SAP2000                                                   | Características. Módulos de análise dinámica: análise armónico, no tempo e espectral. Modelización das cargas dinámicas e tipos de cargas consideradas. Modelización da masa: masas distribuídas e concentradas.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sistemas de N GDL (SNGDL):<br>Estruturas con masa e elasticidad distribuídas           | Ecuacións de equilibrio. Vibracións libres: frecuencias e modos naturais de vibración. Casos de viga biapoiada e viga empotrada-libre. Ortogonalidade modal. Método de Rayleigh. Viga biapoiada con carga móbil a velocidade constante. Vibración de placas delgadas.                                                                                                                                                                                                 |
| SNGDL: Formulación, ecuacións do movemento, frecuencias naturais e modos de vibración. | Ecuacións do movemento. Matrices de rixidez elástica, de masas e de amortiguamento. Condensación estática. Métodos numéricos de solución. Autovalores, frecuencias naturais e modos de vibración, matrices modal, espectral e de masas. Teorema de expansión modal. Métodos de obtención dos modos de vibración.                                                                                                                                                      |
| SNGDL: O amortiguamento nas estruturas                                                 | Medidas experimentais. Matrices de amortiguación clásicas: Amortiguación de Rayleigh, Caughey, e superposición de matrices de amortiguación modal. Matriz de amortiguación non clásica.                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| SNGDL: Análise modal temporal e espectral                                              | Análise modal. Ecuacións modais. Resposta por superposición modal. Contribucións modais. Convergencia da solución. Método de corrección estática. Análise modal experimental.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| SNGDL: Análise dinámica mediante o MEF                                                 | Aplicación do MEF en problemas dinámicos. Discretización espacial e temporal. Ecuacións de equilibrio. Matrices de masas concentradas e consistentes. Formulación en problemas non lineais. Programa SAP2000. Exemplos de aplicación.                                                                                                                                                                                                                                 |
| SNGDL: Resposta sísmica temporal e espectral                                           | Análise modal sísmica. Factores de participación de masas. Resposta temporal e espectral. Regras de combinación modal. Resposta non lineal. Ductilidade e dano. Espectros inelásticos de deseño. Normas NCSE-02, EAE e EC8. Exemplos de aplicación: edificación, presas, pasarelas e pontes. Deseño antisísmico: vulnerabilidade e deseños antisísmicos en edificios históricos. Sistemas de control pasivos e activos. Exemplos de deseño antisísmico de estruturas. |
| SNGDL: Normativas, análise experimental e FRF's.                                       | Normas NCSE-02, NCSP-07, EC-8. Análise modal experimental. Funcións de resposta en frecuencias. Aplicación en edificación, pontes e pasarelas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| Planificación            |                                                                                         |                   |                                              |              |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|--------------|
| Metodoloxías / probas    | Competencias                                                                            | Horas presenciais | Horas non presenciais /<br>traballo autónomo | Horas totais |
| Sesión maxistral         | A1 A2 A3 A4 A5 A6<br>A11 A17 A18 A20<br>A21 B1 B2 B3 B4 B5<br>B6 B7 B18 C1 C2 C5<br>C15 | 14                | 21                                           | 35           |
| Solución de problemas    | A8 A9 B8 B9 B11 B12<br>B19 B16 C9 C13 C21                                               | 13                | 19.5                                         | 32.5         |
| Prácticas de laboratorio | A6 A8 A9 B6 B7 B8<br>B9 B19 B16 B18 C5<br>C9                                            | 11.5              | 11.5                                         | 23           |



|                                                                                                                          |                                                                                                                                             |   |    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|
| Traballos tutelados                                                                                                      | A1 A2 A3 A8 A9 A11<br>A17 A18 A19 A20<br>A21 A52 B1 B2 B3 B4<br>B5 B6 B7 B8 B9 B16<br>B18 C1 C2 C5 C9<br>C12 C13 C14 C15<br>C16 C17 C20 C21 | 4 | 16 | 20 |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sesión maxistral         | As clases maxistrais consistirán na exposición do contido teórico, involucrando ao alumno en debate e discusión sobre o contido exposto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Solución de problemas    | Sesións de solución analítica de problemas plantexados previamente polo profesor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Prácticas de laboratorio | A medida que se van desenvolvendo os temas teóricos realizaranse prácticas de ordenador no laboratorio de estruturas da Escola.<br>Cada una das prácticas consistirán na modelización mediante elementos finitos dunha estrutura definida polo profesor, onde se aplicarán os coñecementos teóricos adquiridos previamente.<br>Tamén se realizarán prácticas de análise modal experimental.                                                                                         |
| Traballos tutelados      | O alumno deberá realizar dous traballos ao longo do cuadrimestre. En ditos traballos deberá demostrar as capacidades adquiridas durante as clases teóricas e prácticas. Os traballos consistirán na resolución analítica e mediante ordenador das estruturas definidas polo profesor e a súa posterior presentación. Deberá aplicarse tamén noutra práctica a normativa sismoresistente vixente na lexislación española para verificar os estados límite fronte a accións sísmicas. |

| Atención personalizada                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodoloxías                                                                                 | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Solución de problemas<br>Prácticas de laboratorio<br>Sesión maxistral<br>Traballos tutelados | Traballos tutorizados:<br>O profesor asesorará ao alumno durante o transcurso do traballo, indicándolle os erros que está cometendo e como solucionarlos. Periodicamente o alumno pasará polo despacho del profesor para comentar a evolución do seu traballo.<br><br>Prácticas de laboratorio:<br>O profesor atenderá na clase todas as dúbidas que lle xurdan ao alumno de forma individualizada.<br><br>Sesión maxistral:<br>Os alumnos deberán preguntar en tutoría individual aqueles aspectos desenvolto nas sesións maxistrais que non foron suficientemente comprendidos e interiorizados. |

| Avaliación          |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                      |               |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Metodoloxías        | Competencias                                                                                                                                | Descrición                                                                                                                                                                                                                           | Cualificación |
| Traballos tutelados | A1 A2 A3 A8 A9 A11<br>A17 A18 A19 A20<br>A21 A52 B1 B2 B3 B4<br>B5 B6 B7 B8 B9 B16<br>B18 C1 C2 C5 C9<br>C12 C13 C14 C15<br>C16 C17 C20 C21 | O profesor valorará o desenvolvemento dos traballos a medida que se vai completando e o interese do alumno, así como o esforzo realizado, xunto coa valoración dos traballos finalmente entregados e a calidade da súa presentación. | 100           |



|        |  |  |  |
|--------|--|--|--|
| Outros |  |  |  |
|--------|--|--|--|

## Observacións avaliación

## Fontes de información

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bibliografía básica</b>         | <p>Códigos y normas: -NCSR-02: Norma de Construcción Sismorresistente. Parte general y de edificación. Ministerio de Fomento. -NCSP-07: Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes. Ministerio de Fomento. -EUROCODIGO 8: Disposiciones para el proyecto de estructuras sismorresistentes. Reglas generales. Acciones sísmicas y requisitos generales de las estructuras. Parte 1.1. AENOR. Libros: -Dynamic of Structures. Theory and Applications to Earthquake Engineering. Chopra, Anil K. Prentice Hall, 1995. - Mechanical vibrations. Rao, Singiresu S.; 1995 - Three-Dimensional Static and Dynamic Analysis of Structures. A Physical Approach with Emphasis on Earthquake Engineering. Edward L. Wilson, Professor Emeritus of Structural Engineering. University of California at Berkeley. 2002. - Sap2000. Integrated Software for Structural Analysis and Design. Analysis Reference Manual. CSI, Berkeley, USA 2002.- Structural Dynamics. An Introduction to Computer Methods. Craig, Roy R. John Wiley, 1981. - Structural Dynamics. Theory and Computations. Paz, Mario. Chapman, 1997. - The Finite Element Method. Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis. Hughes, Thomas J.R.; Prentice Hall, 1987. - Engineering Vibration. Inman J.; Prentice Hall, 2001 - Structural Dynamics for Structural Engineers. Gary C. Hart, Kevin Wong. John Wiley, 2000. - Vibrations of solids and structures under moving loads. Fryba L. Thomas Telford Ltd; 1999 - Arquitectura sísmica: Prevención y rehabilitación. A. Bahamón et al. Barcelona, Loft Publications. 2000. - El riesgo sísmico en el diseño de edificios. Barbat A.H. Cuadernos Técnicos 3; 1998 - Estructuras sometidas a acciones sísmicas. Cálculo por ordenador. Alex H. Barbat y Juan Miguel Canet. CIMNE. 1994. - Estructuras sometidas a acciones dinámicas. Ed. E. Car, F. López y S. Oller. CIMNE. 2000 - ITEA; Programa europeo de formación en cálculo y diseño de la estructura de acero. Tomo 21: Diseño sísmico. - Modal Testing: Theory, Practice and application. D.J. Ewins. Research Studies Pr. 2000 - Annotated Slide Collection. Earthquake Engineering Research Institute. EERI, 1997 Direccións web: - <a href="http://www.geo.ign.es">www.geo.ign.es</a> Instituto Geográfico Nacional. - <a href="http://www.ecgs.lu">www.ecgs.lu</a> European Center for Geodynamics and Seismology - <a href="http://www.emsc-csem.org">http://www.emsc-csem.org</a> European-Mediterranean Sismological Center - <a href="http://www.orfeus-eu.org/">http://www.orfeus-eu.org/</a> Observatories and Research Facilities for European Seismology- <a href="http://www.eeri.org">www.eeri.org</a> Earthquake Engineering Research Institute (USA) - <a href="http://nisee.berkeley.edu">http://nisee.berkeley.edu</a> National Inf. Service for Earthquake Eng. (USA) - <a href="http://nsmp.wr.usgs.gov/">http://nsmp.wr.usgs.gov/</a> US Geological Survey. Nat. Strong-motion project - <a href="http://www.bosai.go.jp/e/">http://www.bosai.go.jp/e/</a> NIED National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention - <a href="http://www.earthquakeprotection.com">www.earthquakeprotection.com</a> EPS (Earthquake Protection Systems) - <a href="http://www.alga.it/en">http://www.alga.it/en</a> - <a href="http://www.maurer-soehne.es/">http://www.maurer-soehne.es/</a></p> |
| <b>Bibliografía complementaria</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Estruturas III/632514003

### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

### Materias que continúan o temario

Cálculo sísmico e aeroelástico de estruturas/632514026

Análise avanzado de estruturas/632514028

## Observacións

La asignatura combina los conceptos de mecánica del sólido rígido y del análisis de estructuras para comprender el funcionamiento dinámico de las estructuras, por lo que se recomiendan conocimientos de mecánica y estructuras, junto con conocimientos de resolución de ecuaciones diferenciales y álgebra.



(\*)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