



| Guía docente          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                 |           |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|-----------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                 | 2021/22   |
| Asignatura (*)        | Cálculo dinámico de estructuras                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    | Código          | 632514024 |
| Titulación            | Mestrado Universitario en Enxeñería de Camiños, Canais e Portos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                 |           |
| Descriptorios         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                 |           |
| Ciclo                 | Periodo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Curso              | Tipo            | Créditos  |
| Máster Oficial        | 1º cuatrimestre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Primero            | Optativa        | 4.5       |
| Idioma                | CastellanoGallegoInglés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                 |           |
| Modalidad docente     | Presencial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |                 |           |
| Prerrequisitos        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                 |           |
| Departamento          | Construcións e Estruturas Arquitectónicas, Cívís e Aeronáuticas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                 |           |
| Coordinador/a         | Romera Rodriguez, Luis Esteban                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Correo electrónico | l.romera@udc.es |           |
| Profesorado           | Romera Rodriguez, Luis Esteban                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Correo electrónico | l.romera@udc.es |           |
| Web                   | moodle.udc.es (4514024-Cálculo dinámico de estructuras- MICCP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                 |           |
| Descripción general   | Dotar al alumno de los conocimientos teórico y prácticos necesario para el análisis dinámico estructural.<br>Desarrollar las cargas dinámicas más habituales y los métodos de cálculo<br>Formar al alumno en el uso e interpretación de programas de cálculo dinámico de estructuras<br>Introducir el diseño sísmico mediante el estudio de casos prácticos<br>Conocimiento y aplicación de la normativa vigente<br>Iniciación al análisis experimental modal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                 |           |
| Plan de contingencia  | 1. Modificaciones en los contenidos<br>No se realizan cambios<br><br>2. Metodologías<br>*Metodologías docentes que se mantienen<br><br>*Metodologías docentes que se modifican<br>- Sesión magistral y solución de problemas: en el caso de no poder realizarse presencialmente, se impartiran en la plataforma Teams.<br>- Practicas de laboratorio y trabajos tutelados: en el caso de no poder realizarse presencialmente, se realizaran utilizando Teams y la plataforma VDI con el software Sap2000.<br><br>3. Mecanismos de atención personalizada al alumnado<br>Si no se puede realizar presencialmente la atención personalizada se realizará a través del correo electrónico, Campus virtual o Teams.<br><br>4. Modificacines en la evaluación<br>No se producen cambios.<br><br>*Observaciones de evaluación:<br>En el caso de no poder realizar presencialmente las presentaciones de trabajos, estas se realizarán por Teams.<br><br>5. Modificaciones de la bibliografía o webgrafía<br>No se producen. |                    |                 |           |

| Competencias / Resultados del título |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Código                               | Competencias / Resultados 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: edificación, energía, estructuras, geotecnia, hidráulica, hidrología, ingeniería cartográfica, ingeniería marítima y costera, ingeniería sanitaria, materiales de construcción, medio ambiente, ordenación del territorio, transportes y urbanismo, entre otros                                                                                                                                                                   |
| 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                                                                                                                           |
| A3  | Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| A4  | Conocimiento de la historia de la Ingeniería Civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y la construcción en general                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| A6  | Aplicación de las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la Ingeniería Civil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| A8  | Utilización de los ordenadores para la resolución de problemas complejos de ingeniería. Utilización de métodos y modelos sofisticados de cálculo por ordenador así como utilización de técnicas de sistemas expertos y de inteligencia artificial en el contexto de sus aplicaciones en la resolución de problemas del ámbito estricto de la Ingeniería Civil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| A9  | Capacidad para resolver numéricamente los problemas matemáticos más frecuentes en la ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos numéricos avanzados de cálculo, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos en el contexto de la ingeniería civil, la mecánica computacional y/o la ingeniería matemática, entre otros                                                                                                                                                                                                        |
| A11 | Capacidad para documentarse, obtener información y aplicar los conocimientos de materiales de construcción en sistemas estructurales. Conocimientos de la relación entre la estructura de los materiales y las propiedades mecánicas que de ella se derivan, incluyendo la caracterización microestructural. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar los métodos, procedimientos y equipos que permiten la caracterización mecánica de los materiales, tanto experimentales como analíticos. Conocimiento teórico y práctico avanzados de las propiedades de los materiales de construcción más utilizados en ingeniería civil. Capacidad para la aplicación de nuevos materiales a problemas constructivos. |
| A17 | 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 diferentes materiales, sometidas a esfuerzos diversos y en situaciones de comportamientos mecánicos variados. Conocimiento de las diferentes tipologías de puentes metálicos, de hormigón y mixtos, su comportamiento estructural, los métodos de cálculo y los procedimientos constructivos empleados.                                                                                                                |
| A18 | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| A19 | Capacidad para definir el planteamiento del problema de diseño óptimo de estructuras, mediante la aplicación de los métodos de optimización lineal y no lineal más habituales en diversas tipologías estructurales, incluyendo conceptos de análisis de sensibilidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| A20 | Conocimiento de los esquemas estructurales más utilizados en Ingeniería Civil, y capacidad para analizar los antecedentes históricos y su evolución a lo largo del tiempo. Comprensión de las interacciones entre las tipologías estructurales, los materiales de construcción existentes en cada etapa histórica y los medios de cálculo utilizados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| A21 | Conocimiento de los fundamentos del comportamiento de las estructuras de hormigón armado y pretensado que permiten tener la capacidad para concebir, proyectar, construir y mantener este tipo de estructuras. Conocimiento de la tipología de elementos prefabricados, las características principales de su cálculo y su aplicación en los procesos de fabricación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| A52 | Conocimiento y comprensión de los diferentes estilos artísticos, en relación con el contexto histórico, económico y social de su época desarrollando la capacidad para apreciar e incluir condicionantes estéticos en la obra civil.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| B1  | Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |



|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| B2  | Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación                                                                                                                                |
| B3  | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio                                                                  |
| B4  | Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios |
| B5  | Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades                                                                                                           |
| B6  | Resolver problemas de forma efectiva                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| B7  | Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo                                                                                                                                                                                                                                                        |
| B8  | Trabajar de forma autónoma con iniciativa                                                                                                                                                                                                                                                                |
| B9  | Trabajar de forma colaborativa                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| B11 | Comunicarse de manera efectiva en un entorno de trabajo                                                                                                                                                                                                                                                  |
| B12 | Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma                                                                                                                                                                                            |
| B16 | Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con que deben enfrentarse                                                                                                                                                                    |
| B18 | Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad                                                                                                                                                       |
| B19 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| C1  | Reciclaje continuo de conocimientos en una perspectiva generalista en el ámbito global de actuación de la ingeniería civil.                                                                                                                                                                              |
| C2  | Comprender la importancia de la innovación en la profesión.                                                                                                                                                                                                                                              |
| C5  | Comprensión de la necesidad de actuar de forma enriquecedora sobre el medio ambiente contribuyendo al desarrollo sostenible.                                                                                                                                                                             |
| C9  | Capacidad para organizar y planificar.                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| C12 | Capacidad de análisis, síntesis y estructuración de la información y de las ideas                                                                                                                                                                                                                        |
| C13 | Claridad en la formulación de hipótesis                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| C14 | Capacidad de abstracción                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| C15 | Capacidad de trabajo personal, organizado y planificado                                                                                                                                                                                                                                                  |
| C16 | Capacidad de autoaprendizaje mediante la inquietud por buscar y adquirir nuevos conocimientos, potenciando el uso de las nuevas tecnologías de la información                                                                                                                                            |
| C17 | Capacidad para enfrentarse a situaciones nuevas                                                                                                                                                                                                                                                          |
| C20 | Capacidad para aplicar conocimientos básicos en el aprendizaje de conocimientos tecnológicos y en su puesta en práctica                                                                                                                                                                                  |
| C21 | Capacidad de realizar pruebas, ensayos y experimentos, analizando, sintetizando e interpretando los resultados                                                                                                                                                                                           |

| Resultados de aprendizaje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |                                      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------|------|
| Resultados de aprendizaje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      | Competencias / Resultados del título |      |
| 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. | AM1  | BM1                                  | CM1  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AM2  | BM2                                  | CM2  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AM3  | BM3                                  | CM5  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AM4  | BM4                                  | CM9  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AM5  | BM5                                  | CM12 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AM6  | BM6                                  | CM13 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AM8  | BM7                                  | CM15 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AM9  | BM8                                  | CM21 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AM11 | BM9                                  |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AM17 | BM11                                 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AM18 | BM12                                 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AM20 | BM16                                 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AM21 | BM18                                 |      |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|
| 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 diferentes materiales, sometidas a esfuerzos diversos y en situaciones de comportamientos mecánicos variados. Conocimiento de las diferentes tipologías de puentes metálicos, de hormigón y mixtos, su comportamiento estructural, los métodos de cálculo y los procedimientos constructivos empleados. | AM1  | BM1  | CM1  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM2  | BM2  | CM2  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM3  | BM3  | CM5  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM8  | BM4  | CM9  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM9  | BM6  | CM13 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM11 | BM7  | CM15 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM17 | BM8  | CM21 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM18 | BM9  |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM20 | BM16 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM21 | BM18 |      |
| Conocimiento de los esquemas estructurales más utilizados en Ingeniería Civil, y capacidad para analizar los antecedentes históricos y su evolución a lo largo del tiempo. Comprensión de las interacciones entre las tipologías estructurales, los materiales de construcción existentes en cada etapa histórica y los medios de cálculo utilizados                                                                                                                                                                                                                                                     | AM1  | BM5  | CM14 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM2  | BM6  | CM16 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM3  | BM7  | CM17 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM5  | BM8  | CM20 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM18 | BM16 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM19 | BM18 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AM52 | BM19 |      |

| Contenidos                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                                                                                       | Subtema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Introducción y conceptos fundamentales                                                     | Acciones dinámicas. Respuesta estática y dinámica. Sistemas continuos y discretos. Fuerzas elásticas, de inercia y de amortiguamiento. Concepto de grado de libertad dinámico. Obtención y solución de las ecuaciones diferenciales del movimiento. Vibraciones libres, forzadas, amortiguadas y no amortiguadas.                                                                                              |
| Sistemas de 1 grado de libertad (S1GDL):<br>Respuesta en vibración libre                   | Vibración libre no amortiguada. Frecuencia y periodo natural. Tipos de amortiguamiento. Amortiguamiento viscoso. Medida y valores Amortiguamiento estructural. Energía en vibración libre. Amortiguamiento por fricción.                                                                                                                                                                                       |
| S1GDL: Respuesta frente a cargas dinámicas                                                 | Excitación armónica: Estacionario y transitorio. Resonancia. Fuerzas transmitidas a la base. Excitación de la base y aislamiento de vibraciones. Medidas experimentales de frecuencias y amortiguación. Series de Fourier, Acelerómetros.<br>Cargas incrementales, pulsos y cargas generales. Espectros de respuesta. Acciones sísmicas, NCSE-02, EC-8, Efectos sísmicos en las estructuras. Reglas de diseño. |
| S1GDL: métodos numéricos de obtención de la respuesta                                      | Métodos de integración temporal paso a paso. Sistemas lineales: métodos de interpolación de la excitación, método de diferencias centrales, método de Newmark. Estabilidad y error de la solución. Sistemas no lineales: método de diferencias centrales y método de Newmark.                                                                                                                                  |
| Análisis dinámico con el programa SAP2000                                                  | Características. Módulos de análisis dinámico: análisis armónico, en el tiempo y espectral. Modelización de las cargas dinámicas y tipos de cargas consideradas. Modelización de la masa: masas distribuidas y concentradas                                                                                                                                                                                    |
| Sistemas de N GDL (SNGDL):<br>Estructuras con masa y elasticidad distribuidas              | Ecuaciones de equilibrio. Vibraciones libres: frecuencias y modos naturales de vibración. Casos de viga biapoyada y viga empotrada-libre. Ortogonalidad modal. Método de Rayleigh. Viga biapoyada con carga móvil a velocidad constante. Vibración de placas delgadas.                                                                                                                                         |
| SNGDL: Formulación, ecuaciones del movimiento, frecuencias naturales y modos de vibración. | Ecuaciones del movimiento. Matrices de rigidez elástica, de masas y de amortiguamiento. Condensación estática. Métodos de solución numéricos. Autovalores, frecuencias naturales y modos de vibración, matrices modal, espectral y de masas. Teorema de expansión modal. Métodos de obtención de los modos de vibración.                                                                                       |



|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SNGDL: El amortiguamiento en las estructuras      | Medidas experimentales. Matrices de amortiguación clásicas: Amortiguación de Rayleigh, Caughey, y superposición de matrices de amortiguación modal. Matriz de amortiguación no clásica.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| SNGDL: Análisis modal temporal y espectral        | Análisis modal. Ecuaciones modales. Respuesta por superposición modal. Contribuciones modales. Convergencia de la solución. Método de corrección estática. Análisis modal experimental.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| SNGDL: Análisis dinámico mediante el MEF          | Aplicación del MEF en problemas dinámicos. Discretización espacial y temporal. Ecuaciones de equilibrio. Matrices de masas concentradas y consistentes. Formulación en problemas no lineales. Programa Sap2000. Ejemplos de aplicación.                                                                                                                                                                                                                                 |
| SNGDL: Respuesta sísmica temporal y espectral     | Análisis modal sísmico. Factores de participación de masas. Respuesta temporal y espectral. Reglas de combinación modal. Respuesta no lineal. Ductilidad y daño. Espectros inelásticos de diseño. Normas NCSE-02, EAE y EC8. Ejemplos de aplicación: edificación, presas, pasarelas y puentes. Diseño antisísmico: vulnerabilidad y diseños antisísmicos en edificios históricos. Sistemas de control pasivos y activos. Ejemplos de diseño antisísmico de estructuras. |
| SNGDL: Normativas, análisis experimental y FRF's. | Normas NCSE-02, NCSP-07, EC-8. Análisis modal experimental. Funciones de respuesta en frecuencias. Aplicación en edificación, puentes y pasarelas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| Planificación                                                                                                                     |                                                                                                                                             |                                           |                        |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|---------------|
| Metodologías / pruebas                                                                                                            | Competencias / Resultados                                                                                                                   | Horas lectivas (presenciales y virtuales) | Horas trabajo autónomo | Horas totales |
| Sesión magistral                                                                                                                  | 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            |
| Trabajos 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             |
| (*)Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos |                                                                                                                                             |                                           |                        |               |

| Metodologías          |                                                                                                                                                      |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías          | Descripción                                                                                                                                          |
| Sesión magistral      | Las clases magistrales consistirán en la exposición del contenido teórico, involucrando al alumno en debate y discusión sobre el contenido expuesto. |
| Solución de problemas | Sesiones de solución analítica de problemas planteados previamente por el profesor.                                                                  |



|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prácticas de laboratorio | <p>A medida que se van desarrollando los temas teóricos se realizarán prácticas de ordenador en el laboratorio de estructuras de la escuela de caminos, canales y puertos.</p> <p>Cada una de las practicas consistirán en la modelización mediante elementos finitos de una estructura definida por el profesor, donde se aplicarán los conocimientos teoricos adquiridos previamente.</p> <p>También se realizarán prácticas de análisis modal experimental.</p>                                            |
| Trabajos tutelados       | <p>El alumno deberá realizar dos trabajos a lo largo del cuatrimestre. En dichos trabajos deberá demostrar las capacidades adquiridas durante las clases teóricas y prácticas. Los trabajos consistirán en la resolución analítica y mediante ordenador de las estructuras definidas por el profesor y su posterior presentación. Deberá aplicarse también en otra practica la normativa sismoresistente vigente en la legislación española para verificar los estados límite frente a acciones sísmicas.</p> |

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

| Evaluación         |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |              |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Metodologías       | Competencias / Resultados                                                                                                                                                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                      | Calificación |
| Trabajos tutelados | <p>A1 A2 A3 A8 A9 A11</p> <p>A17 A18 A19 A20</p> <p>A21 A52 B1 B2 B3 B4</p> <p>B5 B6 B7 B8 B9 B16</p> <p>B18 C1 C2 C5 C9</p> <p>C12 C13 C14 C15</p> <p>C16 C17 C20 C21</p> | <p>El profesor valorará el desarrollo de los trabajos a medida que se va completando y el interés del alumno, así como el esfuerzo realizado, junto con la valoración de los trabajos finalmente entregados y la calidad de su presentación.</p> | 100          |
| Otros              |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |              |

| Observaciones evaluación |
|--------------------------|
|                          |

| Fuentes de información |
|------------------------|
|------------------------|



|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>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 Direcciones 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>Complementaria</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| Recomendaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente</b>                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Estructuras III/632514003                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente</b>                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Asignaturas que continúan el temario</b>                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Cálculo sísmico y aeroelástico de estructuras/632514026                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Análisis avanzado de estructuras/632514028                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Otros comentarios</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 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. |

(\*) 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