



| Guía Docente | | | | |
|-----------------------|---|--------------------|--------------------------|----------|
| Datos Identificativos | | | | 2024/25 |
| Asignatura (*) | Cálculo sísmico e aeroelástico de estruturas | Código | 632514026 | |
| Titulación | Mestrado Universitario en Enxeñaría de Camiños, Canais e Portos | | | |
| Descritores | | | | |
| Ciclo | Período | Curso | Tipo | Créditos |
| Mestrado Oficial | 2º cuatrimestre | Primeiro | Optativa | 4.5 |
| Idioma | CastelánGalegoInglés | | | |
| Modalidade docente | Presencial | | | |
| Prerrequisitos | | | | |
| Departamento | Construcións e Estruturas Arquitectónicas, Cívicas e Aeronáuticas | | | |
| Coordinación | Jurado Albarracin-Martinon, Jose Angel | Correo electrónico | jose.angel.jurado@udc.es | |
| Profesorado | Fontan Perez, Arturo Norberto | Correo electrónico | arturo.fontan@udc.es | |
| | Jurado Albarracin-Martinon, Jose Angel | | jose.angel.jurado@udc.es | |
| | Nieto Mouronte, Felix | | felix.nieto@udc.es | |
| | Romera Rodriguez, Luis Esteban | | l.romera@udc.es | |
| Web | campusvirtual.udc.gal | | | |
| Descrición xeral | <p>O obxectivo da materia é dotar ao alumno dos coñecementos teóricos e prácticos da análise sísmico e aeroelástico estrutural e aplicalo á comprobación e deseño de estruturas.</p> <p>No campo do cálculo sísmico preténdese introducir ao alumno na análise sísmico lineal e non lineal de estruturas mediante o estudo de casos prácticos; coñecer e aplicar as normativas sísmicas existentes (NCSR-02, NCSP-07 e EC-8); e formar ao alumno no uso e interpretación de programas de cálculo sísmico de estruturas (SAP2000 e ABAQUS) e no deseño de sistemas de illamento sísmico e de amortiguación.</p> <p>No campo do análise aeroelástico de estruturas pretendese introducir o alumnado na enxeñaría do vento, estudando a aerodinámica e a aeroelasticidade de estruturas civís en especial de pontes, usando métodos experimentales e computacionais.</p> | | | |

| Competencias / Resultados do título | |
|-------------------------------------|---|
| Código | Competencias / Resultados do título |
| A1 | Capacitación científico-técnica e metodolóxica para a asesoría, a análise, o deseño, o cálculo, o proxecto, a planificación, a dirección, a xestión, a construción, o mantemento, a conservación e a explotación nos campos relacionados coa Enxeñaría Civil: edificación, enerxía, estruturas, xeotecnia, hidráulica, hidroloxía, enxeñaría cartográfica, enxeñaría marítima e costeira, enxeñaría sanitaria, materiais de construción, medio ambiente, ordenación do territorio, transportes e urbanismo, entre outros |
| A2 | Capacidade para comprender os múltiples condicionamentos de carácter técnico, legal e da propiedade que se suscitan no proxecto dunha obra pública, e capacidade para establecer diferentes alternativas válidas, elixir a óptima e plasmarla adecuadamente, prevendo os problemas da súa construción, e empregando os métodos e tecnoloxías máis adecuadas, tanto tradicionais como innovadoras, coa finalidade de conseguir a maior eficacia dentro do respecto polo medio ambiente e a protección da seguridade e saúde dos traballadores e usuarios da obra pública |
| A3 | Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar a lexislación necesaria durante o desenvolvemento da profesión de Enxeñeiro de Camiños, Canais e Portos |
| A4 | Coñecemento da historia da Enxeñaría Civil e capacitación para analizar e valorar as obras públicas en particular e a construción en xeral |
| A5 | Coñecemento da profesión de Enxeñeiro de Camiños, Canais e Portos e das actividades que se poden realizar no eido da Enxeñaría Civil |
| A6 | Aplicación das capacidades técnicas e xestoras en actividades de I+D+i dentro do eido da Enxeñaría Civil |
| A8 | Utilización dos ordenadores para a resolución de problemas complexos de enxeñaría. Utilización de métodos e modelos sofisticados de cálculo por ordenador así como utilización de técnicas de sistemas expertos e de intelixencia artificial no contexto das súas aplicacións na resolución de problemas do ámbito estrito da Enxeñaría Civil |



| | |
|-----|--|
| A9 | Capacidade para resolver numericamente os problemas matemáticos máis frecuentes na enxeñería, desde a formulación do problema ata o desenvolvemento da formulación e a súa implementación nun programa de ordenador. En particular, capacidade para formular, programar e aplicar modelos numéricos avanzados de cálculo, así como capacidade para a interpretación dos resultados obtidos no contexto da enxeñería civil, a mecánica computacional e/ou a enxeñería matemática, entre outros |
| A11 | Capacidade para documentarse, obter información e aplicar os coñecementos de materiais de construción en sistemas estruturais. Coñecementos da relación entre a estrutura dos materiais e as propiedades mecánicas que dela se derivan, incluíndo a caracterización microestrutural. Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar os métodos, procedementos e equipos que permiten a caracterización mecánica dos materiais, tanto experimentais como analíticos. Coñecementos teóricos e prácticos avanzados das propiedades dos materiais de construción máis utilizados en enxeñería civil. Capacidade para a aplicación de novos materiais a problemas construtivos. |
| A17 | Capacidade para analizar e comprender como as características das estruturas inflúen no seu comportamento, así como coñecer as tipoloxías máis usuais na Enxeñaría Civil. Capacidade para utilizar métodos tradicionais e numéricos de cálculo e deseño de todo tipo de estruturas de diferentes materiais, sometidas a esforzos diversos e en situacións de comportamentos mecánicos variados. Coñecemento das diferentes tipoloxías de pontes metálicas, de formigón e mixtas, o seu comportamento estrutural, os métodos de cálculo e os procedementos construtivos empregados |
| A18 | Coñecemento teórico e práctico para a análise non lineal e dinámico estrutural, con especial fincapé na análise sísmica, mediante a aplicación dos métodos e programas de deseño e cálculo dinámico de estruturas por ordenador, a partir do coñecemento e comprensión das cargas dinámicas máis habituais e a súa aplicación ás tipoloxías estruturais da Enxeñaría Civil. |
| A19 | Capacidade para definir a formulación do problema de deseño óptimo de estruturas, mediante a aplicación dos métodos de optimización lineal e non lineal máis habituais en diversas tipoloxías estruturais, incluíndo conceptos de análise de sensibilidade |
| A20 | Coñecemento dos esquemas estruturais máis empregados en Enxeñaría Civil, e capacidade para analizar os antecedentes históricos e a súa evolución ao longo do tempo. Comprensión das interaccións entre as tipoloxías estruturais, os materiais de construción existentes en cada etapa histórica e os medios de cálculo utilizados. |
| A52 | Coñecemento e comprensión dos diferentes estilos artísticos, en relación co contexto histórico, económico e social da súa época desenvolvendo a capacidade para apreciar e incluír condicionantes estéticos na obra civil. |
| B1 | Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser en gran medida autodirixido ou autónomo. |
| B2 | Posuír e comprender coñecementos que aporten unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación |
| B3 | Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en contornas novas ou pouco coñecidas dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo. |
| B4 | Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrontarse á complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación dos seus coñecementos e xuízos |
| B5 | Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan a públicos especializados e non especializados dun xeito claro e sen ambigüidades. |
| B6 | Resolver problemas de forma efectiva |
| B7 | Aplicar un pensamento crítico, lóxico e creativo |
| B8 | Traballar de xeito autónomo con iniciativa |
| B9 | Traballar de forma colaborativa |
| B11 | Comunicarse de xeito efectivo nun ambiente de traballo |
| B12 | Expresarse correctamente, tanto de forma oral coma escrita, nas linguas oficiais da comunidade autónoma |
| B16 | Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse |
| B18 | Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade |
| B19 | |
| C1 | Reciclaxe continua de coñecementos nunha perspectiva xeral no eido global de actuación da Enxeñaría Civil |
| C2 | Comprender a importancia da innovación na profesión |
| C5 | Comprensión da necesidade de actuar de forma enriquecedora sobre o medio ambiente contribuíndo ao desenvolvemento sostible |
| C8 | Facilidade para a integración en equipos multidisciplinares |



| | |
|-----|--|
| C9 | Capacidade para organizar e planificar |
| C12 | Capacidade de análise, síntese e estruturación da información e das ideas |
| C13 | Claridade na formulación de hipóteses |
| C14 | Capacidade de abstracción |
| C15 | Capacidade de traballo persoal, organizado e planificado |
| C16 | Capacidade de autoaprendizaxe mediante a inquietude por buscar e adquirir novos coñecementos, potenciando o uso das novas tecnoloxías da información |
| C17 | Capacidade para enfrontarse a novas situacións |
| C20 | Capacidade para aplicar coñecementos básicos na aprendizaxe de coñecementos tecnolóxicos e na súa posta en práctica |
| C21 | Capacidade de realizar probas, ensaios e experimentos, analizando, sintetizando e interpretando os resultados |

| Resultados da aprendizaxe | | | |
|--|---|---|--|
| Resultados de aprendizaxe | Competencias / Resultados do título | | |
| Capacidade para comprobar e deseñar estruturas coa resistencia sísmica axeitada mediante a aplicación das normativas sísmicas correspondentes. No ámbito da aeroelasticidade, capacidade para determinar o comportamento estrutural fronte a fenómenos dinámicos xerados pola acción do vento. | AM1 AM2 AM3 AM4 AM5 AM6 AM11 AM17 AM18 AM52 | BM1 BM2 BM3 BM4 BM6 BM7 BM8 BM9 BM16 BM19 | CM9 CM13 CM15 CM21 |
| Capacidade para realizar cálculos sísmicos e aeroelásticos mediante programas de ordenador, verificando os modelos desenvolvidos e os resultados obtidos. | AM1 AM2 AM3 AM6 AM8 AM9 AM11 AM17 AM18 | BM1 BM2 BM3 BM4 BM5 BM6 BM7 BM8 BM9 BM18 BM19 | CM1 CM2 CM5 CM9 CM13 CM15 CM21 |
| Capacidade para deseñar sistemas de illamento e amortiguación de estruturas, así como elementos que melloren o comportamento aeroelástico de estruturas fronte ás cargas de vento. | AM1 AM2 AM3 AM5 AM6 AM8 AM9 AM11 AM17 AM18 AM19 AM20 | BM1 BM2 BM3 BM4 BM5 BM6 BM7 BM8 BM9 BM19 | CM1 CM2 CM5 CM9 CM13 CM15 CM21 |



| | | | |
|-----------------------------|------|--|--|
| Capacidade para investigar. | AM11 | BM1 BM2 BM3 BM4 BM5 BM6 BM8 BM9 BM11 BM12 | CM8 CM9 CM12 CM14 CM16 CM17 CM20 |
|-----------------------------|------|--|--|

| Contidos | |
|--|--|
| Temas | Subtemas |
| Tema S1. Acción sísmica e resposta sísmica das estruturas | Nocións de sismoloxía. Ondas sísmicas. Resposta lineal de sistemas con 1 GDL. Espectros de resposta sísmica e espectros de deseño. Sistemas de NGDL. Análise modal. Resposta espectral e temporal. Introducción ás normas NCSR-02, EC-8. |
| Tema S2. Ductilidade e resposta sísmica non lineal | Resposta non lineal de sistemas con NGDL. Ductilidade e dano. Espectros inelásticos de deseño. Análise temporal non lineal. Pushover. Normas NCSR-02, EC-8 e NCSP-07. |
| Tema S3. Análise sísmica cos programas SAP2000 e Abaqus | Aplicación na análise sísmica lineal e non lineal de estruturas de edificación, pasarelas, pontes e presas. |
| Tema S4. Deseño estrutural antisísmico | Vulnerabilidade e deseño antisísmico en edificios históricos. Sistemas de control activo e pasivo. Sistemas de aillamento da base e sistemas de amortiguación. Aplicación en edificios e pontes. |
| Tema S5. Interacción solo-estrutura e fluído-estrutura | Modelos simples de interacción e modelos mediante o MEF. Ecuacións acopladas do movemento. Aplicación en edificación, pontes e presas. |
| Tema A1. Enxeñaría do vento | Termodinámica e hidrodinámica da atmosfera. Perfil de vento en altura. Variables aleatorias relacionadas co vento. Modelos de turbulencia. |
| Tema A2. Aerodinámica en estruturas | Ecuacións básicas en aerodinámica. Forzas e coeficientes aerodinámicos. Exemplos de análises aerodinámicas en estruturas en enxeñaría civil. |
| Tema A3. Fenómenos aeroelásticos en estruturas | Flameo e bataneo de estruturas esbeltas en especial de pontes de gran van. Excitación por torbellinos, galope de cables. Diverxencia torsional. |
| Tema A4. Aerodinámica e aeroelasticidade experimental | Tipos de túneles de vento. PCTUVI software de control do túnel de vento. Ensaos aerodinámicos. Ensaos aeroelásticos. |
| Tema A5. Mecánica de fluídos computacional aplicada á análise aeroelástica de pontes | Ecuacións do fluxo. Mallado de modelos de fluxo arredor de seccións de tableiros. Modelos de análise. Coeficientes aerodinámicos. Excitación por torbellinos. Funcións de flameo. |

| Planificación | | | | |
|-----------------------|---|---|-------------------------|--------------|
| Metodoloxías / probas | Competencias / Resultados | Horas lectivas (presenciais e virtuais) | Horas traballo autónomo | Horas totais |
| Solución de problemas | A1 A2 A3 A5 A6 A8 A9 A11 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B6 B7 B8 B9 B19 B18 C9 C13 C15 C21 | 10 | 15 | 25 |



| | | | | |
|--------------------------|--|-----|----|-----|
| Prácticas de laboratorio | A1 A2 A3 A5 A6 A11 A17 A18 B1 B2 B3 B4 B6 B7 B8 B9 B19 B18 C15 C21 | 10 | 10 | 20 |
| Traballos tutelados | A1 A2 A3 A6 A8 A9 A11 A17 A18 A19 A20 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B18 C1 C2 C8 C9 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C20 C21 | 5 | 20 | 25 |
| Sesión maxistral | A1 A2 A3 A4 A5 A6 A8 A9 A17 A18 A52 B1 B2 B3 B4 B7 B8 B19 B16 C2 C5 | 16 | 24 | 40 |
| Atención personalizada | | 2.5 | 0 | 2.5 |

*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado

| Metodoloxías | |
|--------------------------|---|
| Metodoloxías | Descrición |
| Solución de problemas | Resolución guiada das prácticas analíticas e numéricas dos temas plantexados na materia. |
| Prácticas de laboratorio | Prácticas da análise sísmica e aeroelástica realizadas polos estudantes en colaboración cos profesores da materia no CITEEC. |
| Traballos tutelados | Prácticas analíticas e numéricas, plantexadas polos profesores ao longo do curso e que os estudantes deben resolver de forma autónoma titorizada. |
| Sesión maxistral | Exposición dos contidos conceptuais dos temas da materia. |

| Atención personalizada | |
|--------------------------|---|
| Metodoloxías | Descrición |
| Sesión maxistral | Os estudantes deberán resolver as dúbidas que lles xurdan antes ou despois de que as prácticas de cada tema sexan resoltas na aula polos profesores da materia. |
| Solución de problemas | Do mesmo xeito, os estudantes poden resolver as dúbidas asociadas ás sesións maxistras, aos traballos tutelados, ou ás prácticas de laboratorio con calquera dos profesores da materia. |
| Prácticas de laboratorio | Os estudantes poden acudir a titoría individualmente ou en grupo. |
| Traballos tutelados | |

| Avaliación | | | |
|---------------------|--|---|---------------|
| Metodoloxías | Competencias / Resultados | Descrición | Cualificación |
| Traballos tutelados | A1 A2 A3 A6 A8 A9 A11 A17 A18 A19 A20 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B18 C1 C2 C8 C9 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C20 C21 | Os traballos tutelados consisten en diversas actividades como estudo de artigos, exercicios de cálculo, prácticas de laboratorio, etc. Algúns destes traballos serán entregados e outros serán presentados oralmente na clase. Cada actividade ten un valor proporcional ao tempo que tarda en realizala. | 100 |

| Observacións avaliación |
|-------------------------|
| |



As actividades descritas nos traballos tutelados, así como a asistencia e participación nas sesións serán avaliadas durante o curso. Para aprobar é necesario obter unha nota mínima de 4 sobre 10 en cada unha das dúas partes en que se divide a materia: análise sísmica e análise aeroelástica.

Fontes de información

| | |
|------------------------------------|--|
| Bibliografía básica | <ul style="list-style-type: none"> - (2002). NCSR-02. Norma de construción sismorresistente. Ministerio de fomento - (2007). NCSP-07. Norma de construción sismorresistente: Puentes. Ministerio de fomento - (2005). Eurocódigo 8: Disposicións para o proxecto de estruturas sismorresistentes. Reglas xerais. Accións sísmicas e requisitos xerais das estruturas. Parte 1.1. Aenor - Chopra, Anil K. (1995). Dynamic of Structures. Theory and Applications to Earthquake Engineering. Prentice Hall - Inman J. (2001). Engineering Vibration. Prentice Hall - Ewins D.J. (2000). Modal Testing: Theory, Practice and Application. Research Studies - (2002). SAP2000: Integrated software for structural analysis and design. Analysis Reference Manual. CSI, Berkeley, USA - (2012). ABAQUS: Analysis manual. Simulia - Simiu E.; Scanlan R. H. (1996). Wind effects on structures. Jhon Weley & sons INC. - Jurado J. A.; Hernandez S.; Nieto F.; Mosquera A. (2011). Bridge Aeroelasticity, Sensitivity Analysis and Optimum Design. Wit press - John D. Anderson (2001). Fundamentals of Aerodynamics. McGraw-Hill - John D. Anderson (1995). Computational FLuid Dynamics. McGraw-Hill |
| Bibliografía complementaria | |

Recomendacións

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Pontes II/632514023
 Tipoloxía de estruturas/632514027
 Deseño óptimo de estruturas/632514025
 Mecánica de medios continuos/632514002
 Cálculo dinámico de estruturas/632514024
 Pontes I/632514008

Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Materias que continúan o temario

Observacións

(*A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías