Guia docente				
Datos Identificativos				2023/24
Asignatura (*)	Cálculo sísmico y aeroelástico de estructuras		Código	632514026
Titulación	Mestrado Universitario en Enxeñería de Camiños, Canais e Portos			
Descriptores				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
Máster Oficial	2º cuatrimestre	Primero	Optativa	4.5
Idioma	CastellanoGallegoInglés			
Modalidad docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Construcións e Estruturas Arquitectónicas, Civís e Aeronáuticas			
Coordinador/a	Jurado Albarracin-Martinon, Jose Angel	Correo electrónico	jose.angel.jurado@udc.es	
Profesorado	Fontan Perez, Arturo Norberto Jurado Albarracin-Martinon, Jose Angel Nieto Mouronte, Felix Romera Rodriguez, Luis Esteban	Correo electrónico	arturo.fontan@udc.es jose.angel.jurado@udc.es felix.nieto@udc.es l.romera@udc.es	
Web	campusvirtual.udc.gal			
Descripción general	El objetivo de la asignatura es dotar al alumno de los conocimientos teóricos y prácticos del análisis sísmico y aeroelástico estructural y aplicarlo a la comprobación y diseño de estructuras. En el campo del cálculo sísmico se pretende introducir al alumno en el análisis sísmico lineal y no lineal de estructuras mediante el estudio de casos prácticos; conocer y aplicar las normativas sísmicas existentes (NCSR-02, NCSP-07 y EC-8); y formar al alumno en el uso e interpretación de programas de cálculo sísmico de estructuras (SAP2000 y ABAQUS) y en el diseño de sistemas de aislamiento sísmico y de amortiguación. En el campo del análisis aeroelástico de estructuras se pretenden introducir al alumnado en la ingeniería del viento, estudiando la aerodinámica y la aeroelasticidad de estructuras civiles en especial de puentes, usando métodos experimentales y computacionales.			

Competencias del título	
Código	Competencias del título
A1	Capacitación científico-técnica y metodológica para la asesoría, el análisis, el diseño, el cálculo, el proyecto, la planificación, la dirección, la gestión, la construcción, el mantenimiento, la conservación y la explotación en los campos relacionados con la Ingeniería Civil: 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.
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.
C8	Facilidad para la integración en equipos multidisciplinares.

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 del título		
Capacidad para comprobar y diseñar estructuras con la resistencia sísmica adecuada mediante la aplicación de las normativas sísmicas correspondientes. En el ámbito de la aeroelasticidad, capacidad para determinar el comportamiento estructural frente a fenómenos dinámicos generados por la acción del viento.	AM1 AM2 AM3 AM4 AM5 AM6 AM11 AM17 AM18 AM52	BM1 BM2 BM3 BM4 BM6 BM7 BM8 BM9 BM16 BM19	CM9 CM13 CM15 CM21
Capacidad para realizar cálculos sísmicos y aeroelásticos mediante programas de ordenador, verificando los modelos desarrollados y los resultados obtenidos.	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
Capacidad para diseñar sistemas de aislamiento y amortiguación de estructuras, así como elementos que mejoren el comportamiento aeroelástico de estructuras frente a las cargas de viento.	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

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

Contenidos	
Tema	**Subtema**
Tema S1. Acción sísmica y respuesta sísmica de las estructuras	Nociones de sismología. Ondas sísmicas. Respuesta lineal de sistemas con 1 GDL. Espectros de respuesta sísmica y espectros de diseño. Sistemas de NGDL. Análisis modal. Respuesta espectral y temporal. Introducción a las normas NCSR-02, EC-8.
Tema S2. Ductilidad y respuesta sísmica no lineal	Respuesta no lineal de sistemas con NGDL. Ductilidad y daño. Espectros inelásticos de diseño. Análisis temporal no lineal. Pushover. Normas NCSR-02, EC-8 y NCSP-07.
Tema S3. Análisis sísmico con los programas SAP2000 y ABAQUS	Aplicación en el análisis sísmico lineal y no lineal de estructuras de edificación, pasarelas, puentes y presas.
Tema S4. Diseño estructural antisísmico	Vulnerabilidad y diseño antisísmico en edificios históricos. Sistemas de control activo y pasivo. Sistemas de aislamiento de la base y sistemas de amortiguación. Aplicación en edificios y puentes.
Tema S5. Interacción suelo-estructura y fluido-estructura	Modelos simples de interacción y modelos mediante el MEF. Ecuaciones acopladas del movimiento. Aplicación en edificación, puentes y presas.
Tema A1. Ingeniería del viento.	Termodinámica e hidrodinámica de la atmósfera. Perfil de viento en altura. Variables aleatorias relacionadas con el viento. Modelos de turbulencia.
Tema A2. Aerodinámica en estructuras.	Ecuaciones básicas en aerodinámica. Fuerzas y coeficientes aerodinámicos. Ejemplos de análisis aerodinámicos en estructuras en ingeniería civil.
Tema A3. Fenómenos aeroelásticos en estructuras.	Flameo y bataneo de estructuras esbeltas en especial de puentes de gran vano. Excitación por torbellinos, Galope de cables. Divergencia torsional.
Tema A4. Aerodinámica y aeroelasticidad experimental.	Tipos de túneles de viento. PCTUVI software de control del túnel de viento. Ensayos aerodinámicos. Ensayos aeroelásticos.
Tema A5. Mecánica de fluidos computacional aplicada al análisis aeroelástico de puentes.	Ecuaciones del flujo. Mallado de modelos de flujo alrededor de secciones de tableros. Modelos de análisis. Coeficientes aerodinámicos. Excitación por torbellinos. Funciones de flameo.

Planificación				
Metodologías / pruebas	**Competéncias**	**Horas presenciales**	**Horas no presenciales / trabajo autónomo**	**Horas totales**
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
Trabajos 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 magistral	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
(*)Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos				

Metodologías	
Metodologías	**Descripción**
Solución de problemas	Resolución guiada de las prácticas analíticas y numéricas de los temas planteados en la asignatura.
Prácticas de laboratorio	Practicas de análisis sísmico y aeroelástico realizadas por los alumnos en colaboración con los profesores de la asignatura en el CITEEC.
Trabajos tutelados	Prácticas analíticas y numéricas, planteadas por los profesores a lo largo del curso y que los alumnos deben resolver de forma autónoma tutorizada.
Sesión magistral	Exposición de los contenidos conceptuales de los temas de la asignatura.

Atención personalizada	
Metodologías	**Descripción**
Sesión magistral Solución de problemas Prácticas de laboratorio Trabajos tutelados	Los alumnos deberán resolver las dudas que se les planteen antes o después de que las prácticas de cada tema hayan sido resueltas en el aula por los profesores de la asignatura. De la misma forma, los alumnos pueden resolver las dudas asociadas a las sesiones magistrales, a los trabajos tutelados, o a las prácticas de laboratorio con cualquiera de los profesores de la asignatura. Los alumnos pueden acudir a tutoría individualmente o en grupo.

Evaluación			
Metodologías	**Competéncias**	**Descripción**	**Calificación**
Trabajos 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	Los trabajos tutelados consisten en actividades diversas como estudio de artículos, ejercicios de cálculo, prácticas de laboratorio, etc. Algunos de estos trabajos serán entregados y otros se expondrán oralmente en clase. Cada actividad tiene un valor proporcional al tiempo necesario para ser completada.	100

Observaciones evaluación

Las actividades descritas en los trabajos tutelados, así como la asistencia y participación en las sesiones serán evaluadas durante el curso. Para aprobar es necesario obtener una nota mínima de 4 sobre 10 en cada una de las dos partes en que se divide la asignatura: análisis sísmico y análisis aeroelástico.

Fuentes de información	
Básica	- (2002). NCSR-02. Norma de construcción sismorresistente. Ministerio de fomento - (2007). NCSP-07. Norma de construcción sismorresistente: Puentes. Ministerio de fomento - (2005). Eurocódigo 8: Disposiciones para el proyecto de estructuras sismorresistentes. Reglas generales. Acciones sísmicas y requisitos generales de las estructuras. 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 Optimun Design. Wit press - John D. Anderson (2001). Fundamentals of Aerodynamics. McGraw-Hill - John D. Anderson (1995). Computational FLuid Dynamics. McGraw-Hill
Complementária	

Recomendaciones
Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente
Puentes II/632514023 Tipología de estructuras/632514027 Diseño óptimo de estructuras/632514025 Mecánica de medios continuos/632514002 Cálculo dinámico de estructuras/632514024 Puentes I/632514008
Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente
Asignaturas que continúan el temario
Otros comentarios

(*) 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