UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Guia docente					
Datos Identificativos					2019/20
Asignatura (*)	Cálculo Dinámico de Estructuras			Código	632011601
Titulación	Enxeñeiro de Camiños, Canais e Portos				
Descriptores					
Ciclo	Periodo	Curso		Tipo	Créditos
1º y 2º Ciclo	2º cuatrimestre	Tercero Cuarto Quinto		Optativa	4
Idioma	Castellano				
Modalidad docente	Presencial				
Prerrequisitos					
Departamento	Enxeñaría Civil				
Coordinador/a			Correo electrónico		
Profesorado			Correo electrónico		
Web	moodle.udc.es (4514024-Cálculo dinámico de estructuras- MICCP)				
Descripción general	La asignatura pertenece a una titulación en extinción y no tiene docencia asignada. Los alumnos que se matriculen deben ponerse en contacto con los profesores de la asignatura.				

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: materiales de construcción, geotecnia, estructuras, edificación, hidráulica, energía, ingeniería sanitaria, medio ambiente, ingeniería marítima y costera, transportes, ingeniería cartográfica, urbanismo y ordenación del territorio.
A3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
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.
A21	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 barras, placas, láminas esféricas y de revolución, etc.) de diferentes materiales (hormigón, metálicas, mixtas, de madera, cerámicas, compuestas, etc.) sometidas a esfuerzos diversos y en situaciones de comportamientos mecánicos variados (elásticos, elastoplásticos, viscoelásticos, etc.).
A22	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.
B1	Aprender a aprender.
B2	Resolver problemas de forma efectiva.
B3	Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo.
B4	Trabajar de forma autónoma con iniciativa.
B10	Aprovechamiento e incorporación de las nuevas tecnologías.
B11	Entender y aplicar el marco legal de la disciplina.
B22	Capacidad de trabajo personal, organizado y planificado.
B24	Capacidad de enfrentarse a situaciones nuevas.
B27	Capacidad para aplicar conocimientos básicos en el aprendizaje de conocimientos tecnológicos y en su puesta en práctica.
C3	Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida.
C5	Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras.
C6	Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con los que deben enfrentarse.
C7	Asumir como profesional y ciudadano la importancia del aprendizaje a lo largo de la vida.

C8	Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad.

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje	Competencias / Resultados del título		
Capacidad de para analizar y comprender el comportamiento dinámico de las estructuras	A1 A5 A22	B3 B4 B10 B27	C3 C5 C6 C8
Capacidad de realizar modelos de elementos finitos para obtener las respuestas estructurales frente a acciones dinámicas	A1 A21 A22	B2 B3 B4 B22 B24 B27	C3 C6 C7
Capacidad para aplicar la normativa sismoresistente vigente en la legislación española en el diseño de estructuras	A1 A3 A5 A21	B1 B2 B4 B11	C3 C7

Contenidos	
Tema	Subtema
INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS FUNDAMENTALES	Tipos y clasificaciones de las acciones dinámicas. Respuesta estática y dinámica de un medio continuo deformable. Sistemas continuos y discretos: discretización de una estructura. Fuerzas elásticas, de inercia y de amortiguamiento. Concepto de grado de libertad dinámico. Métodos de obtención y solución de las ecuaciones diferenciales del movimiento. Vibraciones libres, forzadas, amortiguadas y no amortiguadas.
RESPUESTA FRENTE A VIBRACIONES LIBRES	Vibración libre no amortiguada. Frecuencia y periodo natural. Tipos de amortiguamiento. Vibración libre con amortiguamiento viscoso. Sistemas sobreamortiguados, críticamente amortiguados y subamortiguados. Medida y valores del amortiguamiento estructural. Energía en vibración libre. Amortiguamiento por fricción.
RESPUESTA FRENTE A CARGAS ARMÓNICAS Y PERIÓDICAS	Excitación armónica no amortiguada y amortiguada. Respuesta estacionaria y transitoria. Resonancia. Fuerzas transmitidas a la base. Excitación de la base y aislamiento de vibraciones. Amortiguamiento viscoso equivalente y amortiguamiento estructural. Medidas experimentales de frecuencias y ratios de amortiguación. Series de Fourier, representación de cargas genéricas y respuesta en frecuencias. Acelerómetros.
RESPUESTA FRENTE A CARGAS INCREMÉNTALES, PULSANTES Y GENERALES	Respuesta frente a cargas especiales: escalón, rampa y bilineal. Espectros de respuesta. Respuesta frente a cargas breves: pulso rectangular, senoidal y triangular. Respuesta aproximada frente a pulsos cortos. Respuesta al impulso unitario. Respuesta frente a cargas generales: Integral de Duhamel.

ACCIONES SÍSMICAS Y RESPUESTA ESTRUCTURAL	Nociones de sismología: tectónica de placas. Foco y epicentro. Tipos de sismos. Zonas sísmicas. Intensidad sísmica y sismicidad. Tipos de ondas sísmicas. Sismógrafos y acelerogramas. Escalas sísmicas y magnitud. Mapas de riesgo sísmico. Respuesta lineal en el tiempo de un sistema de un grado de libertad. Espectro de respuesta de un sismo y características. Espectros de diseño. Normas NCSE-02, CTE, EC-8. Efectos en las estructuras: descripción tipológica y en función del tipo de material. Reglas de diseño. Sismos históricos en España. Sismos de México (1985) y Kobe (1995).
OBTENCIÓN NUMÉRICA DE LA RESPUESTA DINÁMICA	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 lienales: método de diferencias centrales y método de Newmark.
INTRODUCCIÓN AL 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
ESTRUCTURAS CON MASA Y ELASTICIDAD DISTRIBUIDAS	Ecuaciones de equilibrio en estructuras 1D con masa distribuida. 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.
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y ECUACIONES DEL MOVIMIENTO	Ecuaciones del movimiento en estructuras de dos GDL y de múltiples GDL. Matrices de rigidez elástica, de masas y de amortiguamiento. Condensación estática. Excitación sísmica, uniforme o múltiple. Aplicación a distintos sistemas estructurales. Métodos de solución numéricos.
FRECUENCIAS NATURALES Y MODOS DE VIBRACIÓN	Vibración libre no amortiguada: autovalores, frecuencias naturales y modos de vibración, matrices modal, espectral y de masas, ortogonalidad modal, matrices de rígidez y masas generalizadas, teorema de expansión y respuesta en vibración libre no amortiguada. Vibración libre amortiguada: amortiguamiento clásico y no clásico. Métodos de obtención de los modos de vibración. Vectores de Ritz.
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.
ANÁLISIS LINEAL DE SISTEMAS CON N GRADOS DE LIBERTAD	Análisis modal. Ecuaciones modales en estructuras no amortiguadas. Ecuaciones modales en sistemas amortiguados. Respuesta por superposición modal. Contribuciones modales. Convergencia de la solución. Método de corrección estática. Análisis modal experimental.
ANÁLISIS DINÁMICO CON 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. Introducción a los programas Sap2000. Ejemplos de aplicación.
RESPUESTA SÍSMICA DE SISTEMAS CON N GRADOS DE LIBERTAD	Análisis modal. Factores de participación de masas. Respuesta temporal. Respuesta espectral. Reglas de combinación modal: ABSSUM, SRSS, CQC. Respuesta no lineal. Ductilidad y daño. Espectros inelásticos de diseño. Normas NCSE-02, CTE, 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.
ACCIONES DE VIENTO EN LAS ESTRUCTURAS. AEROELASTICIDAD I	Modelos de flujo de viento. Flujo laminar y flujo turbulento. Fenómenos aeroelásticos. Modelos espectrales de viento. Obtención experimental de las fuerzas del viento en las estructuras.
VIENTO LAMINAR EN PUENTES DE GRAN VANO. AEROELASTICIDAD II	Formulación de las funciones de flameo. Equilibrio dinámico frente a fuerzas aeroelásticas. Obtención de la velocidad de flameo.

VIENTO TURBULENTO EN PUENTES DE GRAN VANO. AEROELASTICIDAD III	Equilibrio dinámico con cargas de viento turbulento. Transformación al dominio de la frecuencia. Transformada inversa de Fourier. Obtención de las respuestas estructurales.
NORMATIVAS, EJEMPLOS DE APLICACIÓN Y ANÁLISIS EXPERIMENTAL	Normas NCSE-02, NCSP-07, EC-8. Aplicación en edificación, puentes y pasarelas. Problemas de interacción sísmica suelo-estructura y fluido-estructura en presas y depósitos.

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciales y virtuales)	Horas trabajo autónomo	Horas totales
Sesión magistral		20	30	50
Prácticas de laboratorio		14	14	28
Trabajos tutelados		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.
Prácticas de laboratorio	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. 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.
Trabajos tutelados	El alumno deberá realizar un trabajo a lo largo del curso académico. En dicho trabajo deberá demostrar las capacidades adquiridas durante las clases teóricas y prácticas. El trabajo consisstirá en la realización de un modelo en SAP2000 de la estructura definida por el enunciado entregado por el profesor. Deberá aplicarse la normativa sismoresistente vigente en la legislación española para verificar los estados límite frente a acciones dinámicas.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Trabajos tutelados Prácticas de laboratorio Sesión magistral	Trabajos tutelados: El profesor asesorará al alumno durante el transcurso del trabajo, indicándole los errores que está cometiendo y como solucionarlos. Periodicamente el alumno pasará por el despacho del profesor para comentar la evolución de su trabajo. Practicas de laboratorio: El profesor deberá atender en clase todas las dudas que le surjan al alumno y de forma individualizada. Sesion magistral: Los alumnos deberán preguntar en tutoría individual aquellos aspectos desarrollados en las sesiones magistrales que no han sido suficientemente comprendidos e interiorizados.

Evaluación			
Metodologías	Competencias / Resultados	Descripción	**Calificación**

Trabajos tutelados		El profesor valorará el desarrollo del trabajo a medida que se va completando y el interés del alumno, así como el esfuerzo realizado. Esta nota será el 40% del total siendo la valoración final del trabajo el resto de la nota.	100
Otros			

Observaciones evaluación
La asignatura pertenece a una titulación extinguida y no tiene docencia asignada.

Fuentes de información	
Básica	- (). . 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.
Complementária	- 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 - Sap90, Saplot, Saptime & Sapspec, computer software for structural and earthquake engineering, User Manuals. Computers and Structures Inc. Wilson E..L. & Habibullah A. 1990. Direcciones web www.geo.ign.es Instituto Geográfico Nacional. www.ecgs.lu European Center for Geodynamics and Seismology http://www.emsc-csem.org European-Mediterranean Sismological Center http://www.orfeus-eu.org/ Observatories and Research Facilities for European Seismology www.eeri.org Earthquake Engineering Research Institute (USA) http://nisee.berkeley.edu National Inf. Service for Earthquake Eng. (USA) http://www.aeis-sismica.es/ Asociación Española de Ingeniería Sísmica http://nsmp.wr.usgs.gov/ US Geological Survey. Nat. Strong-motion project http://www.bosai.go.jp/e/ NIED National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention www.earthquakeprotection.com EPS (Earthquake Protection Systems) http://www.alga.it/en http://www.maurer-soehne.es/

Recomendaciones
Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente
Estructuras I/632011202 Estructuras II/632011303
Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente
Estructuras III/632011604
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