

Conservación, Auscultación y Rehabilitación Estructural

1. Datos generales

Código UPM	Créditos	Carácter	Especialidad	Idioma
43000398	4,5	Optativa	Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales	Español
Nombre en inglés	Structural conservation, auscultation and rehabilitation			
Materia	Opción Estructuras, Geotecnia, Construcción y Materiales			
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras.			
Web asignatura	http://www.he-upm.com			
Periodo impartición	Cuarto semestre			
Formación predoctoral	Asignatura válida como créditos formativos de admisión al Programa de Doctorado D6 <i>Doctorado em Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales</i> , según la línea de investigación de la tesis doctoral			

2. Profesorado

Nombre y apellidos	Tribunal	Grupo	Horario tutorías	Lugar	Correo electrónico
Hugo Corres Peiretti	Pte.	Todos	J (16-20) V (16-19)	Sótano 2	hcp@he-upm.com
Javier León González	Vocal	Todos	J (10-14) V (18-20)	Sótano 2	jlg@he-upm.com

NOTA. El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Hormigón y estructuras metálicas, Construcción de estructuras de hormigón y acero

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

Análisis experimental de estructuras, Tipología estructural, Historia, arte y estética de la ingeniería civil

4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

Código	Competencia
CGP4	Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
CGP11	Capacidad para el proyecto, ejecución e inspección de estructuras (puentes, edificaciones, etc.), de obras de cimentación y de obras subterráneas de uso civil (túneles, aparcamientos), y el diagnóstico sobre su integridad.
CGP12	Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.

Código	Competencia
CE22	Conocimiento y capacidad para el análisis estructural mediante la aplicación de los métodos y programas de diseño y cálculo avanzado de estructuras, a partir del conocimiento y comprensión de las solicitaciones y su aplicación a las tipologías estructurales de la ingeniería civil. Capacidad para realizar evaluaciones de integridad estructural.
CE23	Conocimiento de todo tipo de estructuras y sus materiales, y capacidad para diseñar, proyectar, ejecutar y mantener las estructuras y edificaciones de obra civil.
CE38	Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, diseño y modelización físico-matemática en ingeniería estructural.
CT8	Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil.
CM45	Comprensión y asunción de los principios de incertidumbre, riesgo y oportunidad en la aplicación de los métodos y modelos de la ingeniería civil

5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

Código	Resultado del aprendizaje (RA)	Competencias asociadas
RA1	Conocimiento de los criterios de inspección y valoración del estado de las estructuras.	CGP11, CGP12, CE23, CT8, CM45
RA2	Conocimiento de los procedimientos de auscultación (toma de muestras, análisis de las mismas) y de monitorización en el tiempo. Pruebas de carga	CE23, CT8, CM45
RA3	Conocimiento de los procedimientos de evaluación de la capacidad resistente y de la vida útil residual de construcciones existentes. Conocimiento de las técnicas de reparación y refuerzo estructurales, tanto desde el punto de vista de la durabilidad (prolongación de la vida útil) como desde el de la capacidad resistente por incremento de la misma.	CGP4, CE22, CE38, CM45

6. Indicadores de logro

Código	Básico	Descripción del indicador de logro	RA asociado
IL1	Sí	Concepto de la evolución de las prestaciones y las solicitaciones a lo largo del tiempo y las estrategias para su gestión	RA1
IL2	Sí	Capacidad para identificar la tipología estructural y los mecanismos resistentes y de deterioro de una construcción existente.	RA1
IL3	Sí	Capacidad para identificar, cuando sea necesario, los aspectos objeto de auscultación y las técnicas necesarias para ello.	RA1, RA2
IL4	Sí	Capacidad para emitir dictamen acerca del nivel de seguridad y de la vida útil residual de una construcción existente.	RA2, RA3
IL5	Sí	Capacidad para proyectar la reparación y el refuerzo de una construcción existente, así como su plan de mantenimiento.	RA2, RA3

NOTA. Básico: Indicador de logro que debe superarse de forma individual para aprobar la asignatura.

7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán	Peso
--	------

7.1. Mediante "evaluación continua"

PE1. Ejercicios teórico-prácticos de curso	50%
---	------------

Descripción: Consiste en la resolución individual de ejercicios de carácter teórico-práctico sobre la materia tratada en clase. Se prevé la realización de cuatro ejercicios durante el curso.

Criterios de calificación: Cada ejercicio se valorará sobre 10 puntos. La calificación será la media aritmética de los cuatro ejercicios.

Momento y lugar: Se realizarán durante las horas de clase en calendario programado.

PE2. Trabajo de curso	50%
------------------------------	------------

Descripción: Consiste en la elaboración individual de un caso práctico de inspección de una estructura, redactando su correspondiente informe, plan de auscultación, evaluación de la capacidad resistente, vida útil residual y propuesta de reparación y refuerzo.

Criterios de calificación: El trabajo se valorará sobre 10 puntos.

Momento y lugar: El ejercicio, que se presentará por escrito, será objeto de una presentación oral por parte del alumno en el Laboratorio de Estructuras, siendo objeto, al tiempo de un examen oral con cuestiones de tipo teórico y práctico que permitan detectar tanto la formación del alumno como si el trabajo se basa en conocimientos consolidados.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la siguiente:

- La calificación obtenida en los ejercicios teórico-prácticos de curso (50%)
- La calificación del trabajo de curso y examen oral asociado (50%)

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante "solo prueba final".

7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción: Consiste en un único examen cuya duración se estima será de unas 2 horas. Este examen estará formado por varios ejercicios de carácter práctico o teórico relativos a cualquier parte del contenido de la asignatura.

Criterios de calificación: Cada ejercicio del examen se valora de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen, con igual peso para los ejercicios de tipo teórico que los de tipo práctico.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

8. Contenidos específicos (temario)

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 1. Ingeniería de Mantenimiento de estructuras	IL1
1.1. Conceptos de conservación, auscultación y rehabilitación	
1.2. El ciclo vital de las construcciones	
1.3. Consideraciones acerca de las construcciones existentes: su auscultación y criterios de intervención.	

Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores	Indicador de Logro asociado
Tema 2. Sistemas de gestión de estructuras. Componentes <ul style="list-style-type: none"> 2.1. Inventario de estructuras. Datos 2.2. Inspecciones básicas 2.3. Inspecciones principales 2.4. Inspecciones especiales 2.5. Criterios de valoración y toma de decisiones 	IL1
Tema 3. Descripción de componentes estructurales. Tipologías y encuadre histórico. Identificación del esquema resistente de una construcción existente <ul style="list-style-type: none"> 3.1. Elementos de cimentación: pilotes, encepados, zapatas, etc. 3.2. Soportes y muros 3.3. Vigas y losas 3.4. Arcos, bóvedas 3.5. Cables, tirantes 	IL2
Tema 4 Planteamiento de las inspecciones principales <ul style="list-style-type: none"> 4.1 Catálogos de daños. Repaso de los mecanismos de deterioro 4.2 Medios de inspección (reglas comparadoras, endoscopios, plataformas, etc.) 4.3 Valoración del estado de las estructuras. 4.4 Interacción con el mantenimiento ordinario y el especializado 	IL2
Tema 5. Planteamiento de las inspecciones especiales <ul style="list-style-type: none"> 5.1. Objetivo: dictaminar la capacidad resistente y la vida útil residual 5.2. Toma de muestras 5.3. Ensayos complementarios (medida de espesores, recubrimientos, ultrasonidos, impacto-eco, esclerometría) 5.4. Ensayos de laboratorio (carbonatación, contenido de cemento, composición química, contenido de cloruros, perfiles de contenido de cloruros, microscopía, etc.) 	IL3
Tema 6. Determinación de la capacidad resistente y de la vida útil residual. <ul style="list-style-type: none"> 6.1. Formatos de seguridad 6.2. Modos de análisis (lineal, no lineal, plástico). 6.3. Deducción de la vida útil residual 	IL4
Tema 7. Pruebas de carga y monitorización <ul style="list-style-type: none"> 7.1. Pruebas de carga en ELS y en ELU 7.2. Dispositivos de auscultación para movimientos, temperaturas, etc. 7.3. Monitorización en el tiempo y análisis de los resultados 	IL5
Tema 8. Reparación de estructuras <ul style="list-style-type: none"> 8.1. Mapas de daños 8.2. Tipos de reparación (durabilidad, accidentes, preventivos, etc.) 8.3. Materiales de reparación 8.4. Técnicas de reparación y control 8.5. Auscultación de seguimiento 8.6. Actualización del plan de mantenimiento 	IL5
Tema 9. Refuerzo de estructuras <ul style="list-style-type: none"> 9.1. Consideraciones estructurales y tipos de refuerzo activos y pasivos 9.2. Materiales para el refuerzo: polímeros, morteros y micro-hormigón, acero, etc. 9.3. Influencia del nivel de precarga 9.4. Auscultación de seguimiento 9.5. Actualización del plan de mantenimiento 	IL5

9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los conceptos necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno. Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones

Clases prácticas:

Las clases prácticas sirven para la resolución de ejercicios o problemas que permitan complementar las clases teóricas para la correcta comprensión de la asignatura. En las clases prácticas se aplicaran los conocimientos adquiridos a situaciones reales, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y resolución de problemas similares a los que se encontrará en la vida profesional. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones se dejará a los alumnos trabajar en un problema que resolverá seguidamente el profesor.

Prácticas de laboratorio o de campo:

No se realizarán prácticas de laboratorio en esta asignatura.

Trabajo autónomo:

El alumno estudiará la materia expuesta en clases teóricas y se esforzará por resolver los ejercicios resueltos en clase. Además, como se ha indicado, se prevé la realización de un trabajo de curso de tipo práctico, consistente en un caso real que el alumno inspeccionará y para el que propondrá un plan de auscultación, una reparación y un refuerzo.

Trabajo en grupo:

No se prevén trabajos en grupo.

Tutorías

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas y para encauzar el trabajo autónomo.

10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

CEN European Committee for Standardization (2004). EN 1992-1. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.

Ministerio de Fomento (2008). EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural.

Inspección y diagnóstico de puentes ferroviarios. ADIF, 2008

PATOLOGIA DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON, 2 VOLS. **José Calavera**. INTEMAC, 1998.

UNE-EN 1504 Reparación y refuerzo de estructuras

Bibliografía complementaria:

FIB Bulletin 14: bulletin 14 “Externally bonded FRP reinforcement for RC structures”

FIB Bulletin 22. “Monitoring and safety evaluation of existing concrete structures”

FIB Model Code 2010

Recursos Web:

Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE). Página web www.he-upm.com

Equipamiento específico:

Biblioteca del departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras.

Tabla 11. Cronograma (puede diferir ligeramente entre los diferentes grupos que se imparten)

Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
1	Tema 1 3 h			Estudio tema 1 2 h			5 h
2	Tema 2 3 h			Estudio tema 2 2 h			5 h
3	Tema 3 3 h			Estudio tema 3 2 h			5 h
4	Tema 4 3 h			Estudio tema 4 2 h			5 h
5	Tema 5 1 h 30 min	Ejercicios prácticos clase 1 h 30 min		Estudio tema 5 6 h			9 h
6	Tema 5			Estudio tema 5	Ejer. Teórico-práctico 1 2 h 30 min		2 h 30 min
7	Tema 6 3 h			Estudio tema 6 6 h			9 h
8	Tema 6 1 h 30 min	Ejercicios prácticos clase 1 h 30 min		Estudio tema 6 6 h			9 h
9	Tema 6			Estudio tema 7	Ejer. Teórico-práctico 2 2 h 30 min		2 h 30 min
10	Tema 7 3 h			Estudio tema 7 6 h			9 h
11	Tema 7 1 h 30 min	Ejercicios prácticos clase 1 h 30 min		Estudio tema 8 4 h 30 min			7 h 30 min



Semana (ver Nota 1)	Clases magistrales	Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc.	Clases de laboratorio (ver Nota 2)	Trabajo individual	Actividades de evaluación	Otras actividades	Horas
12	Tema 8 3 h			Estudio tema 8 7 h			10 h
13	Tema 8	Ejercicios prácticos clase 3 h		Estudio tema 8. 2 h	Ejer. Teórico-práctico 3 2 h 30 min		7 h 30 min
14	Tema 9 3 h			Estudio tema 9 6 h			9 h
15	Tema 9 1 h 30 min	Ejercicios prácticos clase 1 h 30 min		Estudio tema 9 4 h 30 min	Ejer. Teórico-práctico 4 2 h 30 min		10 h
Trabajo de curso				11 h 30 min		5 h	16 h 30 min
Horas	30 h	9 h		67 h 30 min	10 h	5 h	121 h 30 min

NOTA 1. Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro donde se presenta el calendario académico.

