



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000447 - Conservación, Auscultación y Rehabilitación Estructural**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AM - Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000447 - conservación, auscultación y rehabilitación estructural
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	04AM - Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Hugo Eduardo Corres Peiretti (Coordinador/a)	Lab. Estruct.	hugoeduardo.corres@upm.es	V - 15:45 - 20:00
Fco.javier Leon Gonzalez	Lab. Estruct.	franciscojavier.leon@upm.es	J - 16:00 - 20:00 V - 16:00 - 20:00

Leonardo Todisco	Lab Estructuras	leonardo.todisco@upm.es	J - 16:00 - 20:00 V - 16:00 - 20:00
------------------	--------------------	-------------------------	--

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Hormigón y estructuras metálicas, Construcción de estructuras de hormigón y acero. Materiales de construcción. Análisis experimental de estructuras, Tipología estructural, Historia, arte y estética de la ingeniería civil. Física, Química. Resis

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CB10 - 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.

CB6 - 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

CB9 - 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

CE15 - Capacidad para el ejercicio profesional de alta especialización o para la investigación predoctoral mediante la utilización de recursos de modelización predictiva en Seguridad y durabilidad estructural.

CG1 - Polivalencia para extender a ámbitos afines las competencias generales adquiridas en el ámbito temático del título.

CG5 - Capacidad de utilización de los servicios de comunicación y de obtención de información para su transformación en conocimiento aplicable al ejercicio de las competencias específicas.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA19 - familiarizarse con la metodología científica de las disciplinas en que se apoya la asignatura

RA6 - Aplica normativa europea e internacional de ingeniería estructural, geotécnica y de materiales estructurales en proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica

RA41 - Concepto y obtención de líneas de presión

RA5 - Resuelve problemas de proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica de infraestructuras que se planteen en contextos globalizados e involucren aspectos de comportamiento no lineal de estructuras.

RA12 - Realiza individualmente un proyecto o una preinvestigación originales de Ingeniería estructural, geotécnica o de materiales estructurales

RA1 - Utiliza con eficacia, autonomía y polivalencia recursos de modelización predictiva en la temática de la materia

RA18 - saber aplicar los conocimientos anteriores en diseño, construcción y mantenimiento de estructuras

RA7 - Diseña, analiza e interpreta experimentos relevantes en ingeniería estructural, geotécnica y de materiales estructurales

RA8 - Utiliza con eficacia recursos de modelización predictiva en una o más de las materias del módulo

RA25 - Conoce el formato de seguridad necesario para poder realizar comprobaciones estructurales mediante cálculos no lineales en estructuras reales.

RA29 - Asume los principios de incertidumbre y riesgo en la aplicación de los métodos y modelos de estructuras para el estudio de los puentes

RA15 - Aplica normativa europea e internacional de ingeniería estructural, geotécnica y de materiales estructurales en proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica Interioriza los principios de deontología profesional de ingeniería civil

RA16 - conocer los modelos teóricos de comportamiento mecánico en rotura de mayor interés aplicables a los materiales estructurales

RA27 - Aplica los métodos y modelos de cálculo de estructuras para el análisis del comportamiento de los puentes

y para la comprobación de su seguridad

RA17 - conocer los fundamentos físicos de los comportamientos macroscópicos

RA2 - Presenta comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente, en lengua española e inglesa

RA13 - Sintetiza e integra con polivalencia y autonomía las competencias específica de formación científico-técnica para iniciación en I+D+i, para la alta especialización y para la investigación doctoral.

RA11 - Realiza una exploración bibliográfica y un plan de trabajo justificado del TFM haciendo uso en particular del conocimiento adquirido sobre normativa europea e internacional de ingeniería estructural, geotécnica y de materiales estructurales para proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica Interioriza los principios y técnicas de organización y dirección de equipos Interioriza los principios de deontología profesional de ingeniería civil

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

En esta asignatura se presentan las claves de la llamada Ingeniería de Mantenimiento o conservación de estructuras del patrimonio construido, principalmente puentes porque en torno a ellos se han desarrollado y consolidado los métodos de actuación.

Se presentan inicialmente los conceptos de conservación, auscultación y rehabilitación, así como el "ciclo vital" de las construcciones y el hecho de ser construcciones existentes, lo que marca importantes diferencias con respecto a las que se proyectan y, por tanto, aún no existen.

Tras ello se presentan los sistemas de gestión que contemplan el clásico esquema de inventarios, inspecciones principales (también básicas), especiales. En ciertos casos, también el proyecto de reparación o refuerzo (o ambas cosas) de estructuras existentes.

Después de un recorrido por los componentes principales (cimentaciones, pilares, bóvedas, arcos, dinteles, cables, tirantes, etc., se presenta el catálogo de daños típico que presentan estas construcciones (puentes fundamentalmente). Todo ello ilustrado con diferentes ejemplos y casos reales.

Se aborda a continuación cómo se ha de afrontar una inspección principal, para cuantificar con índices de comportamiento, el estado de una estructura, con la ayuda del catálogo de daños, y las interacciones con las

operaciones de mantenimiento ordinario y especializado.

Se acomete con detalle el planteamiento para la realización de inspecciones especiales, pensadas para emitir dictamen acerca del nivel de seguridad de la estructura y de su vida útil residual. De los conceptos asociados se dan definiciones y procedimientos de generación de dichos documentos,

Se dedica luego una atención especial a la reparación y el refuerzo de estructuras, tanto desde el punto de vista de su planteamiento teórico como de su realización práctica.

Finalmente, se plantea una guía para la redacción del Manual de Conservación.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Ingeniería de Mantenimiento de estructuras
  - 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
2. Sistemas de gestión de estructuras. Componentes
  - 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
3. Descripción de componentes estructurales. Tipologías y encuadre histórico. Identificación del esquema resistente de una construcción existente
  - 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
4. Planteamiento de las inspecciones principales
  - 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
5. Planteamiento de las inspecciones especiales
  - 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.)
6. Determinación de la capacidad resistente y de la vida útil residual
  - 6.1. Formatos de seguridad
  - 6.2. Modos de análisis (lineal, no lineal, plástico)
  - 6.3. Deducción de la vida útil residual
7. Pruebas de carga y monitorización
  - 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
8. Reparación de estructuras
  - 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
9. Refuerzo de estructuras
  - 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

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 3</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 4</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tutoría recopilatoria</b> Duración: 02:30 OT: Otras actividades formativas	
5	<b>Tema 5 (primera parte)</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 5 (segunda parte)</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Tema 6</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Prueba PE1 (primer parcial)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
8	<b>Tema 7</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tutoría recopilatoria</b> Duración: 02:30 OT: Otras actividades formativas	
9	<b>Tema 8 (primera parte)</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>Tema 8 (segunda parte)</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>Conferencia de profesor invitado</b> Duración: 02:30 OT: Otras actividades formativas			
12	<b>Tema 9 (primera parte)</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tutoría recopilatoria</b> Duración: 02:30 OT: Otras actividades formativas	
13	<b>Tema 9 (segunda parte)</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

14			<b>Debate sobre criterios técnicos y no técnicos de restauración / visita</b> Duración: 02:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
15	<b>Conferencia de profesor invitado</b> Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas			<b>Prueba PE2 (segundo parcial)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
16			<b>Tutoría colectiva</b> Duración: 02:30 OT: Otras actividades formativas	
17			<b>Tutoría recopilatoria</b> Duración: 02:30 OT: Otras actividades formativas	<b>Examen final de junio</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Prueba PE1 (primer parcial)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	5 / 10	CG1 CG5 CB6 CB9 CB10 CE15
15	Prueba PE2 (segundo parcial)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	5 / 10	CG1 CG5 CB6 CB9 CB10 CE15

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final de junio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CB6 CB9 CB10 CE15 CG1 CG5

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

Examen extraordinario de julio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	100%	5 / 10	CG1 CG5 CB6 CB9 CB10 CE15
--------------------------------	-------------------------------------	------------	-------	------	--------	--

## 7.2. Criterios de evaluación

Para aprobar por curso hay que haber aprobado cada uno de los exámenes parciales con nota igual o superior a 5.

Al examen final de junio podrán acudir los alumnos que no se hayan presentado a los parciales. Si aprobaron uno de los parciales, pueden presentarse sólo a la parte correspondiente a lo suspendido.

Al examen extraordinario de julio podrán acudir los alumnos que no se hayan presentado antes o que hayan suspendido el examen de junio. No se conserva la nota de los exámenes parciales.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
CEN European Committee for Standardization (2004). EN 1992-1. Eurocode 2: Design of concrete structures ? Part 1-1: General rules and rules for buildings	Bibliografía	
Inspección y diagnosis de puentes ferroviarios	Bibliografía	Documento para ADIF
UNE-EN 1504 Reparación y refuerzo de estructuras	Bibliografía	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura se podrá impartir tanto presencialmente como telemáticamente. Los ejercicios de examen, presenciales u telemáticos, tendrán igual contenido, criterio de valoración y peso en la nota final.