

## 1. DATOS BÁSICOS

<b>Asignatura</b>	Tipología, mantenimiento, patología y rehabilitación de estructuras
<b>Titulación</b>	Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos
<b>Escuela/ Facultad</b>	Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño
<b>Curso</b>	Primero
<b>ECTS</b>	5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatorio
<b>Idioma/s</b>	Castellano
<b>Modalidad</b>	Presencial
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Curso académico</b>	2023/2024
<b>Docente coordinador</b>	Raúl Rubén Rodríguez Escribano

## 2. PRESENTACIÓN

La asignatura forma parte del Módulo Tecnológico Específico del Máster Habilitante de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, introduciendo aspectos básicos relativos al diseño estructural que luego serán desarrollados en otras asignaturas del módulo, y exponiendo específicamente aspectos relativos a la patología estructural, a los sistemas de reparación y mantenimiento de estructuras, conforme al siguiente esquema:

- Aspectos Asociados al Proceso de Diseño.
- Elementos Estructurales Básicos.
- Tipologías Estructurales en Ingeniería Civil. Forma y Función.
- Cargas en Estructuras especiales.
- Análisis estructural avanzado mediante software específico.
- Mantenimiento de Estructuras.
- Patología y Rehabilitación de Estructuras. Integridad estructural.

Así, el objetivo de la primera parte de la asignatura es dotar a los alumnos de herramientas para el diseño de estructuras que complementen su formación previa, en lo relativo al proceso de diseño, los elementos estructurales que puede emplear, y la consideración de algunas acciones especiales como el viento o el sismo. Se expone también una panorámica de las diferentes herramientas informáticas para el diseño de estructuras. A esta parte está dedicada la **Unidad UA 1 – Tipología y diseño de estructuras**.

Además, la asignatura pretende aportar al alumno una visión global e integrada del proceso de diagnóstico y definición de las medidas correctoras en los casos de Patología en edificación, conforme al siguiente planteamiento (correspondiente a la **Unidad UA2 – Patología de estructuras**):

- a) Mecanismos de daños. En esta parte de la asignatura se aprenderá a identificar los síntomas de los procesos patológicos más comunes en estructuras (fisuración, degradación de materiales, deformaciones excesivas, etc.) de manera que, a partir de los síntomas que presenta, se pueda establecer un primer diagnóstico del problema.
- b) Técnicas de investigación: En esta parte se expondrán las técnicas de investigación en estructuras más importantes, de manera que sirvan para verificar el diagnóstico establecido sobre los daños observados, analizar los condicionantes que la construcción pueda plantear a una rehabilitación prevista, u obtener la información necesaria para la definición de las medidas de reparación, recalce y/o refuerzo que resulten necesarias (**Unidad UA3 – Técnicas de investigación**).
- c) Técnicas de intervención: En esta última parte del curso se enseñarán las técnicas de refuerzo de estructuras (pilares, vigas, forjados, etc.) y reparación de elementos estructurales (daños por corrosión, fuego, etc.) (**Unidad UA4 – Técnicas de intervención**).

Por último, se exponen los criterios básicos que deben conocerse para el mantenimiento de estructuras. A esta parte se dedica la **Unidad UA 5 – Mantenimiento de estructuras**.

### 3. COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

#### Competencias básicas:

- **CB06:** 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.
- **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.

#### Competencias generales:

- **CG04:** 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.
- **CG11:** 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.

#### Competencias transversales:

- **CT04:** Capacidad para identificar, formular y resolver problemas, no solo los que atañen a la resolución de problemas matemáticos, científicos o ingenieriles de diversa complejidad, sino a superar escollos e imprevistos frecuentes en el ejercicio de la profesión (resolución de problemas).
- **CT06:** Capacidad para aplicar los conocimientos necesarios de matemáticas, ciencias experimentales e ingeniería.

#### Competencias específicas:

- **CE04:** 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.

- **CE05:** Conocimiento de todo tipo de estructuras y sus materiales, y capacidad para diseñar, proyectar, ejecutar y mantener las estructuras y edificaciones de obra civil.

**Resultados de aprendizaje:**

- **RA1:** Proyectos de cálculo, dimensionamiento, patología y rehabilitación de estructuras.
- **RA2:** Ejercicios de cálculo avanzado, diagnóstico de daños, rehabilitación y mantenimiento de estructuras.
- **RA3:** Proyectos de cálculo y dimensionamiento de puentes y estructuras de edificación.
- **RA4:** Uso de software específico de cálculo de estructuras.

En la tabla inferior se muestra la relación entre las competencias que se desarrollan en la asignatura y los resultados de aprendizaje que se persiguen:

Competencias	Resultados de aprendizaje
CB06, CB10, CG04, CG11, CT04, CT06, CE04, CE05	RA1
CB10, CG04, CT04, CT06, CE04, CE05	RA2
CB06, CB10, CG11, CT04, CE05	RA3
CB06, CB10, CG11, CT04, CE04	RA4

## 4. CONTENIDOS

La materia está organizada en seis unidades de aprendizaje, las cuales, a su vez, están divididas en temas:

- **UNIDAD 1: Tipología y diseño de estructuras**
  1. Aspectos asociados al proceso de diseño de estructuras.
  2. Elementos estructurales básicos.
  3. Tipologías estructurales en Ingeniería Civil. Forma y función.
  4. Cargas especiales en Estructuras. Análisis estructural avanzado mediante software específico.
- **UNIDAD 2: Patología estructural**
  5. Introducción a la Patología y rehabilitación de estructuras. Integridad estructural. Mecanismos de daño.
  6. El lenguaje de las fisuras. Ejemplos: Fallos en la fase de proyecto.
  7. Fallos debidos a los materiales. El hormigón.
  8. Fallos debidos a los materiales. El hormigón – bajas de resistencia.
  9. Fallos debidos a los materiales. Armaduras en estructuras de hormigón.
  10. Fallos debidos a los materiales. Acero estructural.
  11. Fallos debidos a los materiales. Madera.

12. Fallos en la cimentación.
13. Fallos en la fase de ejecución – estructuras de hormigón.
14. Fallos en la fase de ejecución – estructuras metálicas.
15. Fallos en la etapa de uso y mantenimiento – estructuras de hormigón.
16. Fallos en la etapa de uso y mantenimiento – estructuras.

- **UNIDAD 3: Técnicas de investigación**

17. Técnicas de investigación en estructuras de cimentación.
18. Técnicas de investigación en estructuras de hormigón armado y pretensado.
19. Técnicas de investigación en estructuras metálicas.

- **UNIDAD 4: Técnicas de intervención.**

20. Intervención en estructuras de cimentación.
21. Refuerzo de pilares.
22. Refuerzo de vigas y forjados.
23. Reparación de estructuras de hormigón.

- **UNIDAD 5: Mantenimiento de estructuras**

24. Mantenimiento y gestión de estructuras

## 5. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

A continuación, se indican los tipos de metodologías de enseñanza-aprendizaje que se aplicarán:

- Clase magistral.
- Método del caso.
- Aprendizaje cooperativo.

## 6. ACTIVIDADES FORMATIVAS

A continuación, se identifican los tipos de actividades formativas que se realizarán y la dedicación en horas del estudiante a cada una de ellas:

### Modalidad presencial:

Actividad formativa	Número de horas
Lecciones magistrales	34 h
Análisis de casos	10 h
Elaboración de informes y escritos	35 h
Trabajo autónomo	40 h
Pruebas presenciales de conocimiento	6 h
<b>TOTAL</b>	<b>125 h</b>

## 7. EVALUACIÓN

A continuación, se relacionan los sistemas de evaluación, así como su peso sobre la calificación total de la asignatura:

### Modalidad presencial:

Sistema de evaluación	Peso
Pruebas presenciales de conocimiento	60%
Informes y escritos (evaluación de casos prácticos)	30%
Exposiciones orales	10%

En el Campus Virtual, cuando accedas a la asignatura, podrás consultar en detalle las actividades de evaluación que debes realizar, así como las fechas de entrega y los procedimientos de evaluación de cada una de ellas.

### 7.1. Convocatoria ordinaria

Los porcentajes de los métodos de evaluación se desglosan de la siguiente manera:

- Dos pruebas objetivas de conocimiento parciales (parte teórica y parte práctica) (supone el 60% de la calificación: 40% la primera de las pruebas, y 20% la segunda).
- Trabajo práctico, consistente en la realización de un proyecto integrador de las diferentes partes de la asignatura (15%).
- Ejercicios prácticos de aplicación de los conocimientos adquiridos (15%).
- Exposición oral del proyecto integrador (10%).

Para superar la asignatura en convocatoria ordinaria deberás cumplir las siguientes condiciones:

- Calificación mínima total de la asignatura: 5/10.
- Calificación mínima en cada una de las pruebas objetivas de conocimiento parciales: 5/10.
- Calificación mínima en el trabajo práctico: 5/10.
- Calificación mínima en las prácticas: 5/10.
- Calificación mínima en la exposición oral del trabajo: 5/10.

### 7.2. Convocatoria extraordinaria

Los porcentajes de los métodos de evaluación se desglosan de la siguiente manera:

- Pruebas objetivas de conocimiento: 60%, salvo que esta parte se haya aprobado en la convocatoria ordinaria en cuyo caso se conservará la nota de esta.

- Trabajo práctico, consistente en la realización de un proyecto integrador de las diferentes partes de la asignatura que integrará prácticas parciales análogas a las que se propondrán en la convocatoria ordinaria: 30%, salvo que esta parte se haya aprobada en la convocatoria ordinaria en cuyo caso se conservará la nota de esta.
- Exposición oral del proyecto integrador (10%), salvo que esta parte se haya aprobado en la convocatoria ordinaria en cuyo caso se conservará la nota de esta.

Para superar la asignatura en convocatoria ordinaria deberás cumplir las siguientes condiciones:

- Calificación mínima total de la asignatura: 5/10.
- Calificación mínima en la prueba objetiva de conocimiento: 5/10.
- Calificación mínima en el trabajo práctico: 5/10.
- Calificación mínima en la exposición oral del trabajo: 5/10

## 8. CRONOGRAMA

En este apartado se indica el cronograma con fechas de entrega de actividades evaluables de la asignatura:

Actividades evaluables	Fecha
Actividades 1 y 2 (Temas 1 y 2: El proceso de diseño de estructuras y Elementos estructurales básicos)	Semana 3
Actividad 3 (Tema 3: Tipologías estructurales en Ingeniería Civil. Forma y función)	Semana 4
Actividades 4 (Tema 4. Cargas especiales en Estructuras y Análisis estructural avanzado mediante software específico. Trabajo autónomo)	Semana 5
Actividad 5 (Tema 4. Cargas especiales en Estructuras y Análisis estructural avanzado mediante software específico. Trabajo en grupo)	Semana 5
Actividades 6 (Temas 5 y 6: Patología de estructuras. Introducción y El lenguaje de las fisuras)	Semana 6
Actividades 7, 8 y 9 (Temas 7, 8 y 9: Patologías asociadas al hormigón como material; bajas de resistencia y armaduras)	Semana 7
Actividades 10 y 11. (Temas 10 - 11: Patologías asociadas a los materiales: acero y madera estructural)	Semana 7
Actividad 12. (Tema 12: Patologías debidas a fallos en la cimentación)	Semana 8
Actividad 13 (Tema 13 y 14: Fallos en la etapa de ejecución – estructuras de hormigón y metálicas)	Semana 8
Actividad 14 (Temas 15 y 16: Fallos en la etapa de uso y mantenimiento – estructuras de hormigón y acero)	Semana 8
<b>Actividad 15</b> <b>Prueba de Conocimiento. - unidades 1 y 2 (temas 1 a 16)</b>	<b>Semana 8</b>

Actividades 16 y 17 (Temas 17, 18 y 19. Técnicas de investigación en cimentaciones, estructuras de hormigón y estructuras metálicas)	Semana 10
Actividad 18 (Temas 17, 18 y 19 – Prácticas de laboratorio)	Semana 10
<b>Actividad 19</b> <b>Entrega Proyecto Integrador de la asignatura – informe preliminar</b>	<b>Semana 11</b>
Actividades 20 (Tema 20: Intervención en estructuras de cimentación)	Semana 13
Actividad 21 (Tema 21: Intervención en pilares)	Semana 14
Actividad 22 (Tema 22: Intervención en vigas y forjados)	Semana 15
Actividad 23 (Tema 23: Reparación de estructuras)	Semana 16
Actividades 24 (Tema 24: Mantenimiento y gestión de estructuras)	Semana 16
<b>Actividad 25</b> <b>Prueba de conocimiento - Unidades 3, 4 y 5 (Temas 17 a 24)</b>	<b>Semana 17</b>
<b>Actividad 26</b> <b>Proyecto Integrador de la asignatura – informe final: Entrega y presentación oral</b>	<b>Semana 17</b>

Este cronograma podrá sufrir modificaciones por razones logísticas de las actividades. Cualquier modificación será notificada al estudiante en tiempo y forma.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

La obra de referencia para el seguimiento de la asignatura son tus propios apuntes tomados en clase. Además, en el campus virtual podrás encontrar apuntes y las presentaciones de las clases.

A continuación, se indica bibliografía recomendada:

- CALAVERA, J. “Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón”. 2ª edición. Ed. INTEMAC. Madrid, 2008
- EHE-08: “Instrucción de Hormigón Estructural”. 2008.
- C.E.: “Código Estructural”. 2021
- CALAVERA, J., Gª DUTARI, L., RGUEZ. ESCRIBANO, R.: “Cálculo de flechas en estructuras de hormigón armado”. 2ª edición. Ed. INTEMAC. Madrid, 2009.
- Gª MESEGUER, A., MORÁN CABRÉ, F., ARROYO PORTERO, J.C. “Jiménez Montoya. Hormigón Armado”. 15ª edición. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2009.
- MARCO Gª, J. “Fundamentos para el cálculo y diseño de estructuras metálicas de acero laminado”. McGraw Hill. 1997
- QUINTERO, F., CUDÓS, V. “Estructuras metálicas”. 2ª edición. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Escuela de la Edificación. Madrid, 1987.
- MANTEROLA, J., “Curso de Puentes E.T.S.I. Caminos, C. y P. Madrid”
- LEÓN, J. “Notas para una historia del hormigón estructural”
- TORROJA, E. “Razón y ser de los tipos estructurales”

- CALAVERA, J. et ál., “Edificación”. ETSICCP de la UPM. Servicio de Publicaciones
- RYALL, M.V.; PARKE, G.A.R.; HARDING, J.E., “Manual of Bridge Engineering”. The Institution of Civil Engineers. Thomas Telford, London, 2000
- MILLAIS, M.; “Estructuras de Edificación”. Thompson Science & Professional, E & FN Spon, 1997 Reino Unido. Traducción al Español en Ediciones Celeste.
- CALAVERA, J., “Cálculo, Construcción, Patología y Rehabilitación de Forjados de Edificación”. 5ª edición. Ed. INTEMAC, Madrid, 2002.
- UNE 41805-1 IN: “Diagnóstico de edificios. Parte 1: Generalidades”
- CALAVERA, J.,” Patología de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado”. 2ª edición. Ed. INTEMAC, 2005

## 10. UNIDAD DE ORIENTACIÓN EDUCATIVA Y DIVERSIDAD

Desde la Unidad de Orientación Educativa y Diversidad (ODI) ofrecemos acompañamiento a nuestros estudiantes a lo largo de su vida universitaria para ayudarles a alcanzar sus logros académicos. Otros de los pilares de nuestra actuación son la inclusión del estudiante con necesidades específicas de apoyo educativo, la accesibilidad universal en los distintos campus de la universidad y la equiparación de oportunidades.

Desde esta Unidad se ofrece a los estudiantes:

1. Acompañamiento y seguimiento mediante la realización de asesorías y planes personalizados a estudiantes que necesitan mejorar su rendimiento académico.
2. En materia de atención a la diversidad, se realizan ajustes curriculares no significativos, es decir, a nivel de metodología y evaluación, en aquellos alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo persiguiendo con ello una equidad de oportunidades para todos los estudiantes.
3. Ofrecemos a los estudiantes diferentes recursos formativos extracurriculares para desarrollar diversas competencias que les enriquecerán en su desarrollo personal y profesional.
4. Orientación vocacional mediante la dotación de herramientas y asesorías a estudiantes con dudas vocacionales o que creen que se han equivocado en la elección de la titulación.

Los estudiantes que necesiten apoyo educativo pueden escribirnos a:

[orientacioneducativa@universidadeuropea.es](mailto:orientacioneducativa@universidadeuropea.es)

## 11. ENCUESTAS DE SATISFACCIÓN

¡Tú opinión importa!

La Universidad Europea te anima a participar en las encuestas de satisfacción para detectar puntos fuertes y áreas de mejora sobre el profesorado, la titulación y el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las encuestas estarán disponibles en el espacio de encuestas de tu campus virtual o a través de tu correo electrónico.

Tu valoración es necesaria para mejorar la calidad de la titulación.

Muchas gracias por tu participación.