



E.T.S. de Ingeniería de  
Caminos, Canales y Puertos y  
de Ingeniería de Minas  
Universidad Politécnica  
de Cartagena



# Guía docente de la asignatura

## Construcción en Hormigón



**Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos Curso**

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Construcción en Hormigón (Concrete Construction)				
<b>Materia*</b>	Ingeniería estructural, de la construcción y del terreno				
<b>Módulo*</b>	Tecnología específica				
<b>Código</b>	213101006				
<b>Titulación</b>	Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos				
<b>Plan de estudios</b>	2011				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas				
<b>Tipo</b>	Obligatoria				
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	2º	<b>Curso</b>	1º
<b>Idioma</b>	Castellano				
<b>ECTS</b>	6	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	180

\* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Antonio Tomás Espín		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Civil		
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería de la Construcción		
<b>Ubicación del despacho</b>	Edf. de Caminos y Minas/Navales, 1ª planta, despacho A1.12		
<b>Teléfono</b>	968 32 56 53	<b>Fax</b>	968 33 88 05
<b>Correo electrónico</b>	antonio.tomas@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://www.upct.es/~ingcivil">http://www.upct.es/~ingcivil</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Horario semanal de tutorías: En actualización permanente. Para consultarlo pincha <a href="#">AQUÍ</a>		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	En el despacho		

<b>Titulación</b>	Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1997
<b>Nº de quinquenios</b>	4
<b>Líneas de investigación</b>	Diseño avanzado de láminas y estructuras de hormigón y metálicas. Nuevas técnicas de optimización estructural. Métodos computacionales en diseño sismorresistente. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las construcciones. Investigador responsable del grupo de investigación STRENGTH - <i>Structural Engineering and Technology</i> , UPCT. Miembro del grupo de trabajo GT1/3 <i>Proyectos de estructuras de hormigón en zona sísmica</i> , de la Asociación Española de Ingeniería Estructural.
<b>Nº de sexenios</b>	2
<b>Experiencia profesional</b>	Múltiples contratos con empresas para actividades de asesoramiento y asistencia técnica en ingeniería estructural.
<b>Otros temas de interés</b>	Innovación docente. Premio a la Labor Docente (ETSII-UPCT, curso 2007-2008). Premio al Profesor de Referencia en el Marco del EEES (UPCT, cursos 2014-2015 y 2015-2016).

<b>Profesor</b>	Juan José Jorquera Lucerga		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Civil		
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería de la Construcción		
<b>Ubicación del despacho</b>	Edf. de Caminos y Minas/Navales, 1ª planta, despacho A1.15		
<b>Teléfono</b>	868 07 12 77	<b>Fax</b>	968 33 88 05
<b>Correo electrónico</b>	juango.jorquera@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://www.upct.es/~ingcivil">http://www.upct.es/~ingcivil</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Lunes y martes de 11 a 14 h. Se recomienda contactar previamente con el profesor.		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	En el despacho		

<b>Titulación</b>	Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Contratado Doctor (interino)
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2009
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	1
<b>Líneas de investigación</b>	Tipologías estructurales; Puentes arco espaciales; Puentes atirantados; Form-finding. Investigador responsable del grupo de investigación <i>New Structural Typologies</i> (NEST), UPCT.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	1
<b>Experiencia profesional</b>	De 1997 a 2014, en ingeniería estructural, fundamentalmente en proyectos de puentes y estructuras de obra civil. Otras áreas de trabajo han sido la programación de aplicaciones informáticas de análisis estructural; trabajos de patología estructural; proyectos de edificación singular y supervisión de proyectos de estructuras de obra civil.
<b>Otros temas de interés</b>	

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura *Construcción en hormigón* desarrolla los fundamentos de aplicación al proyecto y a la construcción de estructuras de hormigón armado y pretensado.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La formación recibida en el curso permite proyectar y construir estructuras de hormigón armado y pretensado. La asignatura aporta, por tanto, la formación necesaria para que el futuro titulado pueda desarrollar adecuadamente las atribuciones profesionales relacionadas con el comportamiento de las estructuras de hormigón y con su capacidad para concebir, proyectar, construir y mantener este tipo de estructuras.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura *Construcción en hormigón* está relacionada con la de *Teoría de estructuras*, de 1º curso del Máster, donde se imparten conocimientos de análisis matricial de estructuras y análisis de piezas alargadas de directriz curva, todos ellos recomendables para seguir la asignatura.

#### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen.

#### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Antes de cursar la asignatura de *Construcción en hormigón* se recomienda que el estudiante haya superado la asignatura de *Teoría de estructuras* de primer cuatrimestre de 1º del Máster y repase sus conocimientos de resistencia de materiales.

#### 3.6. Medidas especiales previstas

El Vicerrectorado correspondiente podrá establecer adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de enseñanzas para los estudiantes que padezcan algún tipo de discapacidad o alguna limitación, a efectos de posibilitarles la continuación de los estudios (artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la UPCT).

El estudiante que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales de este tipo, debe comunicárselo al profesor al principio del cuatrimestre.

Asimismo, los estudiantes extranjeros que puedan tener dificultades con el idioma deben comunicárselo al profesor. Las pruebas de evaluación pueden desarrollarse en inglés.

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

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 (CB7).

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil (G01).

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 (G11).

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Conocimiento de todo tipo de estructuras y sus materiales, y capacidad para diseñar, proyectar, ejecutar y mantener las estructuras y edificaciones de obra civil (TE03).

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Aplicar conocimientos a la práctica (nivel 2)

### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

Al terminar con éxito esta asignatura, los estudiantes serán capaces de:

- 1) Aplicar los conceptos básicos y la terminología propia de las estructuras de hormigón armado y pretensado.
- 2) Utilizar los métodos de diseño y cálculo fundamentales de este tipo de estructuras.
- 3) Manejar la normativa de hormigón estructural, interpretándola y aplicándola a casos prácticos de diseño y cálculo.
- 4) Ante una determinada situación de tipo académico o profesional, analizar las posibles soluciones, eligiendo la que considera más adecuada y justificando su elección.
- 5) Diseñar una viga continua de hormigón pretensado con armadura postesa.
- 6) Conocer, a nivel introductorio, la historia y terminología de los puentes.
- 7) Comprender los mecanismos resistentes básicos para los puentes de hormigón de luces cortas y medias.

**\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)



## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Elementos de hormigón en masa. Resolución de regiones D. Ménsulas cortas. Vigas de gran canto. Placas. Hormigón postensado. Zonas de anclaje de armaduras activas. Construcción evolutiva. Mantenimiento de construcciones de hormigón. Introducción a los puentes de hormigón.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### UNIDAD DIDÁCTICA I: MATERIALES, PROPIEDADES Y COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN, BASES DE PROYECTO.

**T1. MATERIALES BÁSICOS DEL HORMIGÓN.-** Cemento. Agua. Áridos. Aditivos y adiciones.

**T2. ARMADURAS.-** Tipos de armaduras. Tipos de aceros. Características. Diagrama tensión-deformación. Suministro. Almacenamiento.

**T3. PROPIEDADES DEL HORMIGÓN.-** Propiedades del hormigón fresco. Propiedades del hormigón endurecido. Deformaciones termohigrométricas. El hormigón y la temperatura. Características mecánicas del hormigón. Características reológicas del hormigón.

**T4. DURABILIDAD.-** Durabilidad y vida útil de una estructura. Clases de exposición ambiental. Etapa de concepción de la estructura. Etapa de proyecto. Reglas básicas de la durabilidad.

**T5. BASES DE PROYECTO.-** Acciones. Valores característicos. Valores de cálculo. Estados Límite. El método de los coeficientes parciales de seguridad. Situaciones de proyecto. Hipótesis de combinación de acciones.

#### UNIDAD DIDÁCTICA II: CÁLCULO DE SECCIONES Y ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO (ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS Y ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO).

**T6. CÁLCULO EN AGOTAMIENTO A FLEXO-COMPRESIÓN. ESTUDIO GENERAL.-** Hipótesis básicas. Dominios de deformación de las secciones. Condiciones de equilibrio y compatibilidad.

**T7. MÉTODOS SIMPLIFICADOS DE CÁLCULO A FLEXO-COMPRESIÓN.-** Método del diagrama rectangular. Cálculo en flexión-compresión según el diagrama rectangular. Fórmulas de dimensionamiento y comprobación de la EHE. Disposiciones relativas a las armaduras.

**T8. FLEXIÓN ESVIADA.-** Método de los ábacos adimensionales en roseta. Métodos de reducción a flexión recta.

**T9. ESTADO LIMITE DE AGOTAMIENTO FRENTE A CORTANTE.-** Analogía de la celosía. Cortante efectivo. Cortantes de agotamiento. Comprobaciones del estado límite. Regla del decalaje. Limitaciones y disposición de armaduras.

**T10. ESTADO LÍMITE DE INESTABILIDAD.-** Planteamiento general no lineal. Estado límite de inestabilidad. Soportes aislados. Método aproximado propuesto por la EHE-08. Estructuras aporricadas.

**T11. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN.-** Finalidad del estudio de la fisuración. Estado límite de fisuración. Cálculo de la abertura de fisura. Cálculo de sección fisurada de hormigón armado. Limitación de la fisuración por esfuerzo cortante y torsión. Comprobación del ELS de fisuración.

**T12. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE DEFORMACIÓN Y DE VIBRACIONES.-** Estado límite de deformación. Elementos solicitados a flexión simple o compuesta. Elementos solicitados a torsión. Elementos solicitados a tracción pura. Estado límite de vibraciones.

### UNIDAD DIDÁCTICA III: CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO.

**T13. ESTRUCTURAS EN ZONAS SÍSMICAS.-** Ductilidad. Configuración. Métodos de cálculo. Materiales. Detalles constructivos. Patología de daños post-sismo.

**T14. EJECUCIÓN.-** Criterios generales. Procesos previos al hormigonado. Elaboración, armado y montaje de armaduras. Elaboración y puesta en obra del hormigón. Procesos posteriores al hormigonado. Elementos prefabricados. Aspectos medioambientales.

**T15. CONTROL DE CALIDAD EN LAS OBRAS DE HORMIGÓN ARMADO.-** Control de la resistencia del hormigón. Ensayos. Control del acero y de las armaduras pasivas. Control de la ejecución. Ensayos de información complementaria de la estructura. Pruebas de carga.

### UNIDAD DIDÁCTICA IV: ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL HORMIGÓN PRETENSADO.

**T16. CONSIDERACIONES SOBRE EL ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.-**

Idealización de la estructura. Tipos de análisis. Análisis para ELS y ELU. Aspectos específicos de las estructuras de hormigón. Análisis en el tiempo. Regiones B y D.

**T17. EFECTO DEL PRETENSADO.-** Equilibrio del cable. Equilibrio del hormigón. Esfuerzos debidos al pretensado. Trazado concordante.

**T18. PÉRDIDAS DE PRETENSADO.-** Proceso de puesta en tensión con armadura postesa. Fuerza de tesado. Pérdidas instantáneas. Pérdidas diferidas.

**T19. DIMENSIONAMIENTO DE LA ARMADURA ACTIVA.-** Limitaciones tensionales. Diagrama de Magnel. Limitaciones geométricas. Variación de la fuerza de pretensado. Comprobación de sección mínima. Pretensado mínimo. Núcleo y huso de paso. Fuerza de tesado. Trazado de cables. Proceso de dimensionamiento.

### UNIDAD DIDÁCTICA V: REGIONES D Y ELEMENTOS DE CONTENCIÓN Y CIMENTACIÓN.

**T20. EL MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES.-** Regiones B y regiones D. Ideas básicas sobre el mecanismo de transmisión de esfuerzos. Estructura interna de bielas y tirantes. Comprobación de bielas. Dimensionamiento de armaduras. Comprobación de zonas nodales. Vigas de gran canto. Ménsulas cortas.

**T21. CIMENTACIONES SUPERFICIALES.-** Definiciones y condicionantes. Tipologías. Recomendaciones constructivas. Métodos de análisis. Criterios de proyecto. Mecanismo resistente. Distribución de presiones en el terreno. Determinación de la presión máxima. Criterios generales de proyecto. Cálculo de zapatas rígidas. Cálculo de zapatas flexibles. Disposiciones relativas a las armaduras.

**T22. CIMENTACIONES PROFUNDAS.-** Tipos de pilotes. Criterios de elección de pilotes. Cálculo de cargas y esfuerzos en los pilotes. Cálculos geotécnicos. Cálculos estructurales. Zonas sísmicas.

**T23. MUROS.-** Tipología. Formas de agotamiento: introducción a la seguridad. Empujes del terreno. Armado y detalles constructivos.

### UNIDAD DIDÁCTICA VI: INTRODUCCIÓN A LOS PUENTES DE HORMIGÓN.

**T24. CONCEPTOS GENERALES.** Definiciones y condicionantes para el proyecto. Breve historia de los puentes.

**T25. TIPOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN DE PUENTES DE HORMIGÓN.** Puentes losa. Puentes de vigas. Estribos. Pilas. Apoyos.

### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

#### **Práctica. Diseño y comprobación de un conjunto estructural con ayuda del ordenador.**

Parte I. Obtención de las acciones y establecimiento de las bases de cálculo.

Parte II. Análisis y dimensionamiento del conjunto estructural.

En la parte I de la práctica se define el tipo de hormigón y de acero, incidiendo en sus propiedades mecánicas y reológicas. Se aplica el estado límite de durabilidad definiendo la clase de exposición ambiental. Por último, se establecen y clasifican las acciones, sus valores característicos y de cálculo, los coeficientes de seguridad y las hipótesis de combinación de acciones, de cara a las posteriores comprobaciones de los estados límite.

En la parte II de la práctica se aborda el problema de diseñar una serie de piezas básicas de hormigón armado que estén solicitadas a diversos esfuerzos: flexión y cortante (vigas) y flexocompresión (pilares). Se comprueban además los estados límite de servicio de fisuración y de deformación en los elementos flectados.

### Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

### 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

#### **I. MATERIALS, CONCRETE PROPERTIES AND BEHAVIOUR, BASIS OF DESIGN.**

1. Concrete.
2. Reinforcing steel.
3. Concrete properties and behaviour.
4. Durability.
5. Basis of design.

#### **II. CALCULATION OF SECTIONS AND ELEMENTS OF REINFORCED CONCRETE (ULTIMATE AND SERVICEABILITY LIMIT STATES).**

6. Bending with or without axial force. General verification procedure.
7. Bending with or without axial force. Simplified verification procedure.
8. Biaxial bending.
9. Shear.
10. Instability of columns.
11. Crack control.
12. Deflection control and vibrations.

#### **III. CONSTRUCTION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES.**

13. Structures in seismic areas.
14. Detailing of members and particular rules.
15. Quality control in reinforced concrete works.



#### IV. STRUCTURAL ANALYSIS OF PRESTRESSED MEMBERS AND STRUCTURES.

16. General analysis of concrete structures.
17. Consideration of prestress in analysis.
18. Losses of prestress.
19. Design of prestressing tendons.

#### V. DISCONTINUITY REGIONS, RETAINING WALLS AND FOUNDATIONS.

20. Design with strut and tie models.
21. Footings.
22. Piles.
23. Walls.

#### VI. INTRODUCTION TO CONCRETE BRIDGES.

24. General concepts.
25. Typology and construction of concrete bridges.

### 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en seis unidades didácticas:

#### Unidad didáctica I.- Materiales, propiedades y comportamiento del hormigón, y bases de proyecto.

Se presentan los materiales básicos constituyentes del hormigón y los tipos de acero y armaduras, incidiendo en sus propiedades mecánicas y reológicas. Se presenta el estado límite de durabilidad y las clases de exposición ambiental a tener en cuenta en las etapas de concepción y proyecto de una estructura. Por último, se establecen las bases necesarias al inicio de todo diseño de estructuras de hormigón, se clasifican las acciones, se exponen los conceptos de valor característico y de valor de cálculo, se exponen los estados límite que no deben ser alcanzados por las estructuras, y se presentan los coeficientes de seguridad, así como las hipótesis de combinación de acciones.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Conocer los materiales básicos del hormigón y los tipos de armaduras.
- Conocer las propiedades del hormigón, sus deformaciones termohigrométricas y sus características mecánicas y reológicas.
- Comprender y manejar las clases de exposición ambiental y las reglas básicas de la durabilidad para emplearlas en el diseño y construcción de estructuras de hormigón.
- Obtener y clasificar las acciones a emplear en el cálculo de una estructura, distinguiendo los coeficientes de seguridad a emplear en las combinaciones de acciones, así como los coeficientes de simultaneidad.
- Realizar las distintas hipótesis de combinación de acciones según que el Estado Límite a comprobar sea Último o de Servicio.

#### Unidad didáctica II.- Cálculo de secciones y elementos de hormigón armado (estados límite últimos y estados límite de servicio).

En esta unidad se aborda el problema de diseñar piezas básicas de hormigón armado que se vean solicitadas a diversos esfuerzos, aisladamente o combinados: flexión y cortante (vigas) y flexocompresión (pilares). Se comprueban además los estados límite de servicio de fisuración y de deformación en elementos flectados.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Aprender a identificar los fenómenos estructurales (resistentes y de inestabilidad) que puedan aparecer en una pieza de hormigón armado en función de los esfuerzos que la solicitan.
- Emplear criterios de predimensionamiento de piezas.
- Saber aplicar los procedimientos de comprobación en el diseño de piezas.

#### Unidad didáctica III.- Construcción de estructuras de hormigón armado.

Esta unidad trata de los aspectos constructivos de estructuras de hormigón armado. Se



revisan las recomendaciones y prescripciones para las estructuras situadas en zonas sísmicas, se imparten los criterios generales de ejecución antes, durante y después del hormigonado, y se aborda el control de calidad en las obras de hormigón armado.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Conocer las recomendaciones y prescripciones para las estructuras situadas en zonas sísmicas, así como la patología de daños habituales tras un sismo.
- Conocer los aspectos constructivos en la ejecución de estructuras de hormigón armado.
- Saber aplicar los criterios de control de calidad en la construcción de este tipo de estructuras.

#### **Unidad didáctica IV.- Análisis estructural del hormigón pretensado.**

En esta unidad se aborda el problema de diseñar elementos de hormigón pretensado. Se realizan unas consideraciones sobre el análisis de estructuras de hormigón, se analiza el efecto del pretensado, se calculan las pérdidas de pretensado y se realiza el dimensionamiento de la armadura activa.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Aprender a identificar los aspectos a considerar en el análisis de estructuras de hormigón.
- Comprender y aplicar los efectos que sobre la estructura provoca la existencia del pretensado.
- Aprender a calcular las pérdidas instantáneas y diferidas del pretensado.
- Saber aplicar las limitaciones tensionales y geométricas para realizar el dimensionamiento de la armadura activa.

#### **Unidad didáctica V.- Regiones D y elementos de contención y cimentación.**

Se aborda el diseño de diversos elementos estructurales al margen de las vigas y los pilares. Se presenta el método de bielas y tirantes para resolver regiones D y se estudian cimentaciones superficiales (zapatas y losas), profundas (pilotes), y elementos de contención (muros).

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Identificar las regiones D y B en una estructura de hormigón.
- Comprender y aplicar el método de bielas y tirantes para diseñar una región D.
- Identificar los distintos tipos de cimentaciones y de elementos de contención.
- Comprender los mecanismos resistentes en cada tipo de elemento de cimentación y de contención.
- Saber aplicar los métodos de cálculo en el diseño de cimentaciones y de muros.

#### **Unidad didáctica VI.- Introducción a los puentes de hormigón.**

Se definen los conceptos básicos y la terminología técnica propia de los puentes. Se analizan los condicionantes para el proyecto de un puente. Se estudia brevemente la historia de los puentes. Se presentan los puentes más frecuentes para las obras de paso de luces cortas y medias, como los puentes losa y los puentes de vigas, y se describen muy concisamente sus mecanismos resistentes. Se presenta las distintas tipologías de estribos, pilas y apoyos.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Identificar las diferentes tipologías de puentes, y la terminología propia de los mismos.
- Conocer la evolución cronológica de las diferentes tipologías y materiales empleados en la construcción de puentes.
- Conocer las tipologías de puentes losa y de vigas, así como adquirir conocimientos introductorios de sus comportamientos resistentes.
- Conocer las tipologías habituales de estribos, pilas y apoyos.
- Conocer a nivel introductorio los principales procesos constructivos empleados en los puentes de luces cortas y medias.



## 6. Metodología docente

### 6.1. Metodología docente\*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva empleando el método de la lección. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.	<u>Presencial convencional</u> : Toma de apuntes. Planteamiento de dudas.	30
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	45
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos	Resolución de problemas tipo y análisis de casos prácticos. Se enfatiza en el planteamiento de métodos de resolución y no en los resultados. En ocasiones se da un tiempo para que el estudiante intente resolverlo, con posibilidad de participación activa a través de estudiantes voluntarios. Se proponen problemas y/o casos prácticos similares.	<u>Presencial convencional</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas.	25
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor. Se pueden entregar voluntariamente en clase, en el despacho o enviarse por correo electrónico.	39
Clase de Prácticas. Sesiones de laboratorio y aula de informática	Las sesiones prácticas de laboratorio acercan el entorno de trabajo industrial al alumno y permiten enlazar contenidos teóricos y prácticos de forma directa. Mediante las sesiones de aula de informática se pretende que los alumnos adquieran habilidades básicas computacionales y manejen programas y herramientas de cálculo y simulación profesionales.	<u>Presencial convencional</u> : Manejo de instrumentación. Desarrollo de competencias en expresión oral y escrita con la presentación de informes de prácticas por los alumnos con apoyo del profesor.	5
		<u>No presencial</u> : Elaboración voluntaria del informe de prácticas.	17
Actividades de evaluación formativa	Se realiza una prueba tipo test en clase y se corrige a continuación. Se dispone así de un seguimiento del grado de asimilación de los contenidos. No se emplea para la evaluación del alumno pero sí para reforzar contenidos en caso necesario.	<u>Presencial no convencional</u> : Realización del test. Corrección del test de otro estudiante. Planteamiento de dudas.	3
Visita técnica	Visita a obras o instalaciones cuya actividad esté relacionada con los contenidos de la asignatura.	<u>Presencial no convencional</u> : Asistencia a la visita.	4
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría y ejercicios.	<u>Presencial no convencional</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	3
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico.	
Foro	Cada estudiante puede proponer en el foro temas de discusión diversos y/o responder a los mismos. El profesor sigue los temas como observador, interviniendo para corregir o matizar las respuestas que no sean del todo correctas.	<u>No presencial</u> : Participación en el foro.	1
Exámenes	Evaluación escrita (dos parciales).	<u>Presencial no convencional</u> : Asistencia a los exámenes.	8
			<b>180</b>

**Nota:** Dependiendo de las condiciones de cada curso (número de matriculados, existencia de obras de interés, oportunidad de la fase de la obra, etc.) la visita técnica se organizará en la medida de lo posible. De no organizarse, se distribuirán las horas correspondientes entre el resto de actividades presenciales.

## 6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

	Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clase de teoría	X		X			X	X			
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos		X	X	X	X		X			
Clase de Prácticas. Sesiones de laboratorio y aula de informática		X	X	X	X					
Actividades de evaluación formativa	X			X						
Visita técnica				X						
Foro	X	X	X	X	X	X	X			

## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa *	Formativa *			
Examen escrito: teoría	X		- Dos parciales. - Preguntas tipo test, de conceptos y definiciones. - Evalúan, principalmente, conocimientos teóricos.	21 %	1, 3, 6, 7
Examen escrito: ejercicios	X		- Dos parciales. - Diversos ejercicios similares a los resueltos y propuestos. - Evalúan, principalmente, habilidades.	49 %	2, 3, 4, 7
Prueba escrita: test		X	Realización de prueba tipo test en clase y corrección de la prueba con participación grupal. Evalúan la evolución del aprendizaje.	-	1, 3, 6, 7
Memoria de prácticas	X	X	- Resolución y entrega de una memoria de práctica informática sobre la unidad 4, por equipos de entre 3 y 5 componentes. - Evalúa habilidades y competencias.	30 %	2 a 5
Resolución de ejercicios y casos prácticos		X	Resolución y entrega voluntaria de ejercicios y casos prácticos propuestos para las unidades 1 a 3 y 5.	-	2 a 4
Foro de temas de discusión sobre la asignatura		X	Cada estudiante puede proponer en el foro temas de discusión diversos y/o responder a los mismos. El profesor sigue los temas como observador, interviniendo para corregir o matizar las respuestas que no sean del todo correctas.	-	1 a 4

- Se realizarán dos pruebas parciales, eliminatorias a partir de 4,0, con la misma estructura que el examen final, y con un peso del 40 % la primera prueba y el 30 % la segunda. La primera prueba corresponde a las tres primeras unidades didácticas y la segunda a las unidades 5 y 6.
- Es necesario obtener un mínimo de 3 sobre 10 en la teoría o en cada problema para promediar con el resto del examen. En la calificación de los problemas se considerará principalmente la obtención de resultados correctos.
- Es necesario obtener una nota mínima de 4 sobre 10 para compensar cada parcial, nota que se guarda hasta la convocatoria de febrero del curso siguiente.
- La nota de la memoria de prácticas sobre la unidad 4 promedia a partir de obtener un 4,0 en cada parcial.
- La adquisición de la competencia “aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos” se evalúa a través de los ejercicios y casos prácticos propuestos por el profesor o resueltos en los exámenes.
- Se incentiva la participación en el foro valorándose hasta 0,5 puntos, que se añaden a la calificación final de la asignatura en función del nivel de participación, de los temas propuestos y de la calidad de las respuestas.
- Se incentiva la asistencia a clase mediante controles a lo largo del curso, valorándose hasta 0,5 puntos, que se añaden a la calificación final de la asignatura.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

## 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

La prueba tipo test que se realiza en clase, así como los ejercicios, prácticas y problemas propuestos por parte del estudiante, permiten detectar posibles lagunas formativas y consolidar los conceptos más importantes de la asignatura.

Las tutorías grupales provocan el planteamiento de cuestiones en clase que permiten comprobar el nivel que se va adquiriendo a lo largo del curso.

## 8 Bibliografía y recursos

Enlace a bibliografía recomendada (CRAI-Biblioteca UPCT):

<https://upct.ent.sirsidynix.net.uk/client/es/ES/M-ICCP/>

### 8.1. Bibliografía básica\*

#### TEORÍA:

##### Unidades didácticas I a III y V:

- García, A., Morán, F. & Arroyo, J.C. (2010). *Jiménez Montoya. Hormigón armado* (15ª edición). Barcelona: Gustavo Gili.

##### Unidades didácticas I a V:

- Calavera, J. (2009). *Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón*. Madrid: INTERMAC.

##### Unidad didáctica VI:

- Manterola, J. (2006). *Puentes: apuntes para su diseño, cálculo y construcción* (2 tomos). Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, CC. y PP.
- Dirección General de Carreteras. (2000). *Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales*. Madrid: Ministerio de Fomento.

#### PRÁCTICA. Unidades didácticas I a V:

- Gil, L.M. (2012). *Problemas resueltos de elementos estructurales de hormigón armado y pretensado según EHE-08 y EC2*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, CC. y PP.
- Bonet, J.L., Castro, M.C., Fernández, M.A., Martí, J.R., Miguel, P.F., Navarro, J. & Pallarés, L. (2011). *Cálculo de secciones y elementos estructurales de hormigón. Casos prácticos adaptados a la EHE-08* (2 tomos). Valencia: Servicio de Publicaciones UPV.
- Corres, H., Martínez, J.L., Pérez, A. & López, J.C. (2013). *Prontuario informático del hormigón estructural 3.1.7*. IECA. (<http://www.ieca.es>).

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

#### Unidades didácticas I a III y V:

- Martí, J.R., Fernández, M.A., Bonet, J.L. & Miguel, P.F. (2000). *Colección de ejercicios básicos de hormigón armado*. Valencia: Editorial UPV.
- Castillo, A. y Vallecillo, A. (2000). *El hormigón armado en problemas según la EHE*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, CC. y PP.

#### Unidades didácticas I a V:

- Comisión Permanente del Hormigón. (2014). *Guía de aplicación de la Instrucción de Hormigón Estructural – Edificación*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- Marí, A.R., Aguado, A., Agulló, L., Martínez, F. y Cobo, D. (1999). *Hormigón armado y pretensado. Ejercicios*. Barcelona: Edicions UPC.

#### Unidad didáctica VI:

- Fernández, L. (2004). *Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes* (2 tomos). 2ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, CC. y PP.
- Menn, C. (1990). *Prestressed Concrete Bridges*. Boston: Birkhäuser.

### 8.3. Normativa

#### NORMATIVA DE ACCIONES:

- CTE. (2006). *Código Técnico de la Edificación. Documentos Básicos SE “Seguridad Estructural”, SE-AE “Acciones en la edificación”, SE-C “Cimientos”*. Ministerio de Vivienda: BOE 28/03/2006 y modificaciones 23/10/07, 20/12/07, 25/01/09 y 23/04/09.
- EC-1. Eurocódigo 1. Norma UNE-ENV 1991 *Bases de proyecto y acciones en estructuras. Partes 1, 2 y 4*. Madrid: AENOR.

- NCSE-02. (2009). *Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- IAP-11. (2012). *Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- IAPF-07. (2010). *Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- NCSP-07. (2008). *Norma de construcción sismorresistente: puentes*. Madrid: Ministerio de Fomento.

#### **NORMATIVA DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN:**

- EHE-08. (2011). *Instrucción de hormigón estructural*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- EC-2. (2010). Eurocódigo 2. Norma UNE-EN 1992-1-1. *Proyecto de estructuras de hormigón*. Madrid: AENOR.

### **8.4. Recursos en red y otros recursos**

E.T.S. de Ingeniería de Caminos, CC. y PP. y de Ingeniería de Minas - UPCT

<http://caminosyminas.upct.es/>

Departamento de Ingeniería Civil - UPCT

<http://www.upct.es/~ingcivil/>

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Sede Nacional

<http://www2.ciccp.es/>

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Región de Murcia

<http://www.caminosmurcia.es/>

Centro Virtual de Publicaciones de Fomento

<http://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/>

Comisión Permanente del Hormigón

[http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/ORGANOS\\_COLEGIADOS/MASORGANOS/CPH/](http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ORGANOS_COLEGIADOS/MASORGANOS/CPH/)

ACHE. Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural

<http://e-ache.com/>

Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones

<http://www.ieca.es/>

Base de datos de ingeniería estructural

<http://structurae.net/>

Estructurando

<http://estructurando.net/>

Earthquake | KickMyBrain

<http://www.kickmybrain.com/earthquake/>

Carreteros

<http://carreteros.org/>

Código Técnico de la Edificación

<http://www.codigotecnico.org>

Asociación Española de Normalización y Certificación

<http://www.aenor.es/>

