



## Guía docente 250470 - ESTREDIF - Estructuras de Edificación

Última modificación: 03/10/2023

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona  
**Unidad que imparte:** 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS (Plan 2012). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y DE LA CONSTRUCCIÓN (Plan 2015). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2023      **Créditos ECTS:** 5.0      **Idiomas:** Inglés

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** PEDRO ROCA FABREGAT

**Otros:** ANASTASIOS DROUGKAS, LARISA GARCIA-RAMONDA ESTEVEZ, LUCA PELA, PEDRO ROCA FABREGAT, MIQUEL RODRIGUEZ NIEDENFÜHR

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

#### Específicas:

8162. Conocimiento de todo tipo de estructuras y sus materiales, y capacidad para diseñar, proyectar, ejecutar y mantener las estructuras y edificaciones de obra civil.

8228. 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.

#### Transversales:

8559. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i.

8560. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

8561. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

---

La asignatura consta de 1,8 horas a la semana de clases presenciales en un aula (grupo grande) y 0,8 horas semanales con la mitad de los estudiantes (grupo mediano).

Se dedican a clases teóricas 1,8 horas en un grupo grande, en él que el profesorado expone los conceptos y materiales básicos de la materia, presenta ejemplos y realiza ejercicios.

Se dedican 0,8 horas (Grupo mediano), a la resolución de problemas con una mayor interacción con los estudiantes. Se realizan ejercicios prácticos con el fin de consolidar los objetivos de aprendizaje generales y específicos.

El resto de horas semanales se dedica a prácticas de laboratorio.

Se utiliza material de apoyo en formato de plan docente detallado mediante el campus virtual ATENEA: contenidos, programación de actividades de evaluación y de aprendizaje dirigido y bibliografía.

Aunque la mayoría de las sesiones se impartirán en el idioma indicado en la guía, puede que las sesiones en las que se cuente con el apoyo de otros expertos invitados puntualmente se lleven a cabo en otro idioma.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

---

Asignatura de especialidad en la que se intensifican conocimientos en competencias específicas.

Conocimientos a nivel de especialización que han de permitir desarrollar y aplicar técnicas y metodologías de nivel avanzado.

Contenidos de especialización de nivel de máster relacionados con la búsqueda o la innovación en el campo de la ingeniería.

Asignatura de especialidad en la que se intensifican conocimientos en competencias específicas. Conocimientos a nivel de especialización que deben permitir desarrollar y aplicar técnicas y metodologías de avanzado nivel. Contenidos de especialización de nivel de master relacionados con la investigación o la innovación en el campo de la ingeniería.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

---

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	63.95
Horas grupo pequeño	9,8	7.83
Horas grupo grande	25,5	20.38
Horas grupo mediano	9,8	7.83

**Dedicación total:** 125.1 h



## CONTENIDOS

### Funciones y sistemas del edificio

**Descripción:**

Funciones del edificio relativas a estabilidad, protección y acondicionamiento. Análisis de los subsistemas. Relación entre subsistemas y funciones. Introducción al sistema protector. Elementos de la envolvente exterior del edificio (fachadas y cubiertas) y funciones específicas. La compartimentación de los espacios interiores. Revestimientos. Dispositivos para la regulación. Introducción al sistema de instalaciones y equipos. Esquema general de una red de suministro y diferenciación entre sistemas centralizados o individualizados. Esquema general de una red de evacuación. Introducción a las principales instalaciones. Introducción al sistema estructural. Condiciones básicas que la estructura debe satisfacer. Elementos estructurales fundamentales. Visualización de los mecanismos resistentes globales ante acciones verticales y horizontales. Estructuraciones globales básicas.

**Objetivos específicos:**

Conocimiento de las funciones, los elementos y sistemas que conforman el edificio. Conocimiento del sistema estructural y de los subsistemas frente a acciones horizontales y verticales, y los elementos que lo conformen.

**Dedicación:** 7h 11m

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m



## Sistema estructural: forjados

### Descripción:

Forjados unidireccionales de hormigón Tipo fundamentales. Análisis de las características resistentes junto con los aspectos constructivos, tipos específicos y utilidades más comunes. Elementos del forjado y condiciones que deben satisfacer. Formación del forjado y condiciones geométricas exigibles. Métodos basados en la distribución plástica de momentos. Concepto de flecha activa y comprobación de la deformabilidad. Detalles constructivos para la formación de apoyos sobre diversos tipos de elementos de apoyo. Armado general del forjado.

Presentación resumida en clase del proceso práctico relativo al diseño y verificación completos de un forjado unidireccional.

Tipos generales y rango de utilización en función de la luz y la sobrecarga. Aspectos específicos del trabajo resistente.

Planteamiento del método de los pórticos virtuales. Vigas de borde: importancia, funciones y criterios de dimensionamiento.

Criterios generales para el armado de los forjados bidireccionales. Punzonado: descripción del mecanismo de ruptura y comprobación.

Presentación del proceso práctico relativo al diseño y verificación de un forjado bidireccional.

Forjado compuesto de chapa de acero y hormigón: elementos, formación y características fundamentales. Tipos. Posibilidades

estructurales y principales aplicaciones. Análisis resistente. Detalles para la mejora del comportamiento acústico y al fuego.

Criterios básicos de cálculo. Detalles constructivos.

Presentación de un ejemplo de dimensionamiento de forjado mixto.

Ventajas constructivas y resistentes del uso del post-tensado para la formación de forjados. Tipo de forjados postesados. Diseño y análisis de forjados postesados. Tecnología específica para el post-tesado de forjados de edificios. Soluciones y detalles constructivos específicos.

Presentación del proceso práctico relativo al diseño y verificación de un forjado post-tesado.

### Objetivos específicos:

Conocimiento de los tipos de forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado. Familiarización con los criterios y el proceso de cálculo en servicio y en condiciones últimas. Conocimiento de los detalles constructivos.

Demostración práctica del proceso de diseño y verificación resistente de un forjado unidireccional.

Conocimiento de los tipos de forjados bidireccionales de hormigón armado. Presentación de los criterios y del proceso de verificación en servicio y en condiciones últimas. Conocimiento de los detalles constructivos. Análisis de la resistencia a punzonamiento sobre pilares.

Demostración práctica del proceso de diseño y verificación resistente de un forjado bidireccional.

Conocimiento de las principales características y aplicaciones de los forjados compuestos de acero o madera y hormigón colaborando. Análisis resistente y dimensionamiento.

Conocimiento del proceso de dimensionamiento de un forjado mixto.

Conocimiento de las ventajas del post-tesado en la formación de forjados para edificios. Diseño de techos post-tensados de edificios. Conocimiento de los aspectos tecnológicos y de puesta en obra.

Demostración práctica del proceso de diseño y verificación resistente de un forjado post-tesado.

**Dedicación:** 28h 47m

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Aprendizaje autónomo: 16h 47m

## Física del edificio

### Descripción:

Se estudia la envolvente del edificio con los diferentes sistemas posibles de cerramientos y cubiertas, con la combinación de materiales y espesores. En particular se estudia su comportamiento energético a partir de la revisión de los conceptos clave de la termodinámica. Análisis de la resistencia térmica de cerramientos y cubiertas y de su comportamiento higrométrico. Requisitos exigibles a los elementos.

Práctica comportamiento térmico

Naturaleza y efectos de la acción del fuego. Niveles de actuación ante la ocurrencia de incendios. Caracterización de la acción "fuego" y de la respuesta de los Edificios y de sus elementos. Efectos y respuesta ante el fuego de diferentes materiales y elementos estructurales. Planteamiento de las condiciones de protección. Métodos generales y simplificados para la comprobación de la resistencia al fuego de las estructuras. Tratamiento y prescripciones establecidas en la normativa vigente. Revestimientos ignífugos. División del edificio en sectores y análisis de las condiciones de evacuación del edificio en caso de incendio. Práctica desarrollada en el aula relativa a la implementación práctica de los métodos y criterios normativos relacionados con la comprobación de la resistencia al fuego de elementos estructurales del edificio.

### Objetivos específicos:

Revisar los conceptos básicos de la termodinámica para estudiar el comportamiento energético de los edificios. Conèixer los tipos de cerramientos y cubiertas de los edificios. Conèixer los requisitos exigibles y las comprobaciones necesarias. Analitzar el comportamiento energético de los edificios.

Conocimiento de los efectos de los incendios en los edificios y de los niveles y soluciones que son aplicables para la protección. Conocimiento del comportamiento resistente de diversos materiales estructurales ante el fuego. Planteamiento de las técnicas básicas de análisis de los edificios frente al fuego. Planteamiento de las condiciones de evacuación y de las exigencias que se derivan para el diseño del edificio.

Demostración de la aplicación práctica de los conceptos y métodos relacionados con la verificación de la resistencia al fuego de la estructura de los edificios.

**Dedicación:** 14h 23m

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 8h 23m

## Sistema estructural: estabilidad lateral

### Descripción:

Características de las acciones horizontales de viento y sismo e incidencia en el edificio. Comportamiento de sistemas estructurales básicos ante acciones horizontales: edificios a base de paredes y edificios de estructura porticada. Rigidización lateral mediante pantallas y núcleos. Formación y utilización de pantallas de hormigón armado. Trabado mediante cruces metálicas. Formación y utilización de núcleos. Problemas derivados de la interacción entre pórticos y pantallas. Disposición de pantallas y de núcleos en planta. Particularidades del trabajo resistente y criterios para el cálculo de núcleos. Soluciones especiales para Edificios de gran altura. Pantallas acopladas. Vigas rigidizadoras. Megapòrtics. Tubos exteriores. Soluciones de tubo en tubo. Análisis de sistemas formados por pantallas simples y constantes en altura.

Aplicación práctica de los métodos para el análisis de edificios arriostrados horizontalmente mediante sistemas de pantallas simples. Determinación del centro de torsión de la planta estructural y de la distribución de fuerzas entre las diferentes pantallas.

### Objetivos específicos:

Discusión del comportamiento de los edificios ante acciones horizontales. Conocimiento de diversas soluciones específicas para la mejora de la capacidad de los edificios ante acciones horizontales y de su uso en función de la altura del edificio. Métodos de cálculo del sistema estructural ante acciones horizontales

Conocimiento y aplicación práctica los métodos disponibles para el análisis de sistemas estructurales a base de pantallas simples y constantes en altura. Análisis de la eficiencia de diversos sistemas en función de la ordenación geométrica de las pantallas.

**Dedicación:** 14h 23m

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 8h 23m

## Diseño sismorresistente de edificios

### Descripción:

Características de la acción sísmica. Efectos de los sismos sobre los edificios. Definición e importancia de la ductilidad de las estructuras. Consideraciones sobre el comportamiento sísmico de las construcciones de hormigón, metálicas y mixtas y de paredes de obra de fábrica. Concepción y diseño de edificios en zona sísmica. Detalles constructivos específicos en vigas, pilares, nudos de pórticos, pantallas y forjados de hormigón. Disipadores sísmicos. Aislamiento sísmico. Aplicación de la normativa vigente. Análisis de la acción sísmica.

Determinación de la acción sísmica a considerar para el diseño y verificación resistente de un edificio situado en una zona de cierta sismicidad. Determinación de la aceleración sísmica de cálculo en función de la zona sísmica, importancia del edificio y tipo de terreno. Determinación de fuerzas sísmicas estáticas equivalentes y de los esfuerzos generados en la estructura del edificio. Selección de detalles constructivos apropiados.

### Objetivos específicos:

Conocimiento de los efectos de los sismos en las estructuras y los aspectos a considerar en el diseño sismorresistente de un edificio. Capacidad para comprobar la resistencia al sismo de una estructura de edificación.

Demostración de la aplicación práctica de la normativa sismorresistente vigente para la determinación de la acción sísmica a considerar en el diseño de un edificio.

### Dedicación: 21h 36m

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 12h 36m

## Edificios especiales

### Descripción:

En los edificios de gran altura y en los edificios de gran luz, algunos aspectos, que en edificios convencionales son poco importantes, adquieren gran relevancia. Se tratan aspectos como: el efecto de las frecuencias propias de vibración en el comportamiento dinámico bajo la acción del viento en edificios de gran altura, importancia del transporte vertical, sistemas estructurales para edificios de gran luz y su principal aplicación.

### Objetivos específicos:

Conocimiento de los aspectos específicos de los edificios de gran altura o de gran luz, que son distintos de los edificios convencionales.

### Dedicación: 7h 11m

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

---

La calificación de la asignatura se obtiene a partir de las calificaciones de evaluación continua a realizar dentro del aula y de las correspondientes a las prácticas a realizar por el estudiante fuera del aula.

Las pruebas de evaluación incluyen una serie de cuestiones sobre conceptos asociados a los objetivos de aprendizaje de la asignatura en lo que se refiere al conocimiento o la comprensión. Las pruebas también pueden incluir ejercicios de aplicación. En total, se prevén unas 2 pruebas de evaluación. Estas pruebas constan de una serie de preguntas sobre conceptos relacionados con los distintos temas del curso.

Por otra parte, el estudiante debe resolver y entregar un conjunto de ejercicios prácticos evaluables relacionados con la aplicación práctica de los conceptos asociados a diferentes temas o bloques del curso. Estos ejercicios forman parte de las actividades dirigidas y evaluables a realizar fuera del aula. Se prevé que el estudiante deba resolver y entregar unos 4 ejercicios (o actividades) de este tipo. La entrega de todos estos ejercicios es obligatoria.

La calificación del curso (N) resulta del siguiente cálculo:  $N = 0,25 P + 0,40 A + 0,35 E$  donde P es la calificación de la prueba de evaluación parcial realizada en el aula, A es la calificación media de las actividades dirigidas (o ejercicios) a realizar fuera del aula y E es la calificación obtenida en la prueba global. N, P, A y E se evalúan en una escala de 0 a 10. Para aprobar la asignatura, el estudiante debe obtener una calificación N igual o superior a 5.0.

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

---

Si no se realiza alguna de las actividades de laboratorio o de evaluación continua en el periodo programado, se considerará como puntuación cero.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Calavera, J. Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón armado para edificios. 2a ed. Madrid: Intemac, 1984-1985. ISBN 843981108X (V. 1) ; 8439840039 (V. 2).
- Marí, A.R.; Molins, C.; Bairán, J.M.; Oller, E. Formigó armat i pretensat: exercicis curts de bases de càlcul i estats límits, adaptat a la Instrucció EHE-08. 2a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2009. ISBN 978-84-9880-390-7.
- Bozzo, L.M., Barbat, A.H. Diseño sismorresistente de edificios: técnicas convencionales y avanzadas. Barcelona: Reverté, 1999. ISBN 8429120114.
- Ministerio de Fomento, Secretaría General Técnica. EHE-08: instrucción de Hormigón Estructural: con comentarios de los miembros de la Comisión Permanente del Hormigón [en línea]. Madrid, 2008 [Consulta: 27/01/2020]. Disponible a: <http://www.ponderosa.es/docs/Norma-EHE-08.pdf>. ISBN 9788449808999.
- Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo. Documento básico SE: seguridad estructural [en línea]. Madrid: Ministerio de Fomento. Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, 2009 [Consulta: 17/04/2020]. Disponible a: [https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE\\_200904.pdf](https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE_200904.pdf).
- Ministerio de Fomento. Secretaría de Estado de Vivienda y Actuaciones Urbanas. Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda. Documento básico SI: seguridad en caso de incendio [en línea]. Madrid: Ministerio de Fomento. Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda, 2010 [Consulta: 08/02/2021]. Disponible a: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SI/DBSI.pdf>.
- Ministerio de Fomento. Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02): NCSE-02. Madrid: Ministerio de Fomento, 2003. ISBN 8449806658.
- Comisión Permanente del Hormigón. Guía de aplicación de la Instrucción de Hormigón Estructural: edificación. Madrid: Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento, 2014. ISBN 9788449809781.