



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Arquitectura

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

35002002 - Proyecto De Estructuras

PLAN DE ESTUDIOS

03AQ - Grado En Fundamentos De La Arquitectura

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	7
6. Cronograma.....	12
7. Actividades y criterios de evaluación.....	16
8. Recursos didácticos.....	21
9. Otra información.....	23

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	35002002 - Proyecto de Estructuras
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Quinto curso
Semestre	Noveno semestre Décimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	03AQ - Grado en Fundamentos de la Arquitectura
Centro responsable de la titulación	03 - Escuela Técnica Superior De Arquitectura
Curso académico	2020-21

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Maria Belen Orta Rial (Coordinador/a)	3.17	belen.orta@upm.es	J - 10:15 - 11:15 V - 10:15 - 11:15
Alejandro Calle Garcia	3.14	alejandro.calle@upm.es	J - 10:15 - 11:15 V - 10:15 - 11:15

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

2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Juan Carlos Arroyo Portero	jc.arroyo@upm.es	UPM

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Geometria Afin Y Proyectiva
- Calculo
- Mecanica Fisica
- Curvas Y Superficies
- Estructuras 1
- Fisica De Las Construcciones
- Estructuras 2
- Estructuras 3
- Mecanica Del Suelo

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Construcción 3
- El alumno debería haber alcanzado el nivel correspondiente a la superación de Construcción 3
- El alumno debería haber alcanzado el nivel correspondiente a la superación de Proyectos 8

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE 11 - Conocimiento aplicado del cálculo numérico, la geometría analítica y diferencial y los métodos algebraicos.

CE 12 - Capacidad para concebir, calcular, diseñar, integrar en edificios y conjuntos urbanos y ejecutar estructuras de edificación.

CE 15 - Aptitud para concebir, calcular, diseñar, integrar en edificios y conjuntos urbanos y ejecutar soluciones de cimentación.

CE 17 - Aptitud para aplicar las normas técnicas y constructivas.

CE 18 - Aptitud para conservar las estructuras de edificación, la cimentación y obra civil.

CE 24 - Conocimiento adecuado de la mecánica de sólidos, de medios continuos y del suelo, así como de las cualidades plásticas, elásticas y de resistencia de los materiales de obra pesada.

CE 38 - Capacidad para intervenir en y conservar, restaurar y rehabilitar el patrimonio construido.

CE 60 - Conocimiento de la reglamentación civil, administrativa, urbanística, de la edificación y de la industria relativa al desempeño profesional.

CE 7 - Conocimiento adecuado y aplicado a la arquitectura y al urbanismo de los principios de la mecánica general, la estática, la geometría de masas y los campos vectoriales y tensoriales

CG 11. - Razonamiento crítico

CG 12. - Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar

CG 13. - Trabajo en equipo

CG 16. - Intuición mecánica

CG 17. - Resolución de problemas

CG 18. - Trabajo en colaboración con responsabilidades compartidas

CG 19. - Capacidad de gestión de la información

CG 20. - Uso de tecnologías de la información y las comunicaciones y conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio

CG 24. - Comprensión numérica

CG 25. - Adaptación a las nuevas situaciones

CG 4. - Capacidad de análisis y síntesis

CG 5. - Toma de decisiones

CG 6. - Imaginación

CG 8. - Capacidad de organización y planificación

CG 9. - Motivación por la calidad

4.2. Resultados del aprendizaje

RA309 - Capacidad de realizar del proyecto de estructuras a nivel de proyecto de ejecución. Producción de los planos generales y de detalle. Justificación de las soluciones adoptadas.

RA12 - El alumno será capaz de analizar la documentación encontrada para extraer la información relevante para su estudio

RA31 - Conocimiento y resolución de Estructuras de hormigón armado, in situ y prefabricado.

RA312 - El alumno aprenderá a tener una visión crítica de los documentos de proyecto de una estructura en base a la actual normativa.

RA34 - Conocimiento y resolución de Forjados unidireccionales.

RA33 - Conocimiento y resolución de Sistemas de estructuras ligeras.

RA313 - Capacidad de comunicación con otros técnicos que intervendrán en el proceso de revisión y ejecución de la estructura

RA36 - Conocimiento y resolución de Rampas, escaleras. (Fijas y móviles) y Ascensores.

RA38 - Conocimiento y resolución de estructuras de plano de cubiertas de alta pendiente en relación con los Materiales de cobertura

RA39 - Conocimiento y resolución de cubiertas de baja pendiente.

RA137 - Conocimiento de los principios fundamentales de la mecánica de los sistemas materiales

RA115 - Adquirir destrezas y habilidades gráficas para realizar procesos gráficos creativos

RA278 - RA13 - El alumno será capaz de entender y explicar la incidencia de las cuestiones técnicas, funcionales y formales en el conjunto de la obra de arquitectura

RA282 - RA139 - Adquisición de destrezas para el análisis de las condiciones de equilibrio de los sistemas materiales y para el cálculo de las fuerzas a las que están sometidos

RA106 - Analizar, a través de la documentación encontrada o suministrada, aspectos relevantes de un edificio o de la obra de un arquitecto determinado

RA129 - Conocer el modo de generación, las propiedades geométricas, gráficas y constructivas de las formas que interesan al arquitecto, así como las líneas relevantes que contienen y permiten su control.

RA276 - RA115 - Adquirir destrezas y habilidades gráficas para realizar procesos gráficos creativos

RA140 - Conocimiento básico de los fundamentos físicos de la elasticidad

RA284 - RA141 - Adquisición de destrezas básicas para el análisis de tensiones y deformaciones en sistemas estructurales simples

RA286 - RA142 - Obtención de una visión general de los fundamentos físicos de la resistencia de materiales y el análisis de estructuras

RA142 - Obtención de una visión general de los fundamentos físicos de la resistencia de materiales y el análisis de estructuras

RA147 - Comprender y saber describir correctamente las propiedades físicas y mecánicas de los materiales. Conocer los equipos y ensayos de laboratorio para su obtención. Su comprobación en obra. Conocimiento de la normativa de ensayo y de control de calidad de las propiedades de los materiales de construcción.

RA289 - RA15 - El alumno será capaz de entender y explicar la evolución en el tiempo de los conceptos fundamentales de la teoría expuestos en el curs

RA290 - RA120 - Iniciar los procesos analíticos de la forma

RA139 - Adquisición de destrezas para el análisis de las condiciones de equilibrio de los sistemas materiales y para el cálculo de las fuerzas a las que están sometidos

RA134 - Conocer los tipos de edificios de grandes dimensiones

RA283 - RA140 - Conocimiento básico de los fundamentos físicos de la elasticidad

RA291 - RA117 - Capacidad de iniciar los procesos gráfico-proyectuales

RA281 - RA137 - Conocimiento de los principios fundamentales de la mecánica de los sistemas materiales

RA277 - RA129 - Conocer el modo de generación, las propiedades geométricas, gráficas y constructivas de las formas que interesan al arquitecto, así como las líneas relevantes que contienen y permiten su control

RA292 - RA132 - Conocer los procesos patológicos de los edificios

RA141 - Adquisición de destrezas básicas para el análisis de tensiones y deformaciones en sistemas estructurales simples

RA288 - RA147 - Comprender y saber describir correctamente las propiedades físicas y mecánicas de los materiales. Conocer los equipos y ensayos de laboratorio para su obtención. Su comprobación en obra. Conocimiento de la normativa de ensayo y de control de calidad de las propiedades de los materiales de construcción.

RA135 - conocer los tipos de edificios en altura y sus condicionantes

RA175 - Conocimiento de los tipos estructurales convencionales en hormigón y acero, de su comportamiento y sus campos de aplicación.

RA179 - Capacidad para la realización de la documentación de proyecto de ejecución de estructuras convencionales de edificación, con la especificación necesaria para su construcción, incluyendo su geometría general y de detalle y despiece así como la especificación de materiales y sus cualidades y parámetros de empleo.

RA178 - Capacidad para el modelado de estructuras de edificación de tipos convencionales, su análisis aproximado, y para la comprobación del cumplimiento de los requisitos de aplicación, tanto globales como en elementos aislados y en sus uniones.

RA176 - Capacidad para la concepción y para la propuesta y definición justificada de soluciones estructurales convencionales completas para edificación en hormigón, acero y madera, en sus aspectos globales y de detalle.

RA177 - Capacidad para la caracterización de las acciones sobre las edificaciones convencionales, así como de los requisitos de estabilidad, resistencia, rigidez y durabilidad, etc. de acuerdo a la normativa europea.

RA285 - RA141 - Adquisición de destrezas básicas para el análisis de tensiones y deformaciones en sistemas estructurales simples

RA13 - El alumno será capaz de entender y explicar la incidencia de las cuestiones técnicas, funcionales y formales en el conjunto de la obra de arquitectura.

RA287 - RA143 - Asimilación de los conocimientos y conceptos fundamentales de la ciencia e ingeniería de materiales

RA133 - Conocer las principales técnicas de intervención en los edificios construidos

RA148 - Conocimiento de las materias primas y de los procesos de fabricación de los materiales de construcción, en relación con el coste y análisis de su ciclo de vida. Comprender los criterios de sostenibilidad, preservación del medio ambiente, valorización y reutilización de residuos.

RA293 - RA133 - Conocer las principales técnicas de intervención en los edificios construidos

RA311 - Capacidad de lectura de planos y documentación de proyecto de estructuras.

RA136 - Conocer las condiciones básicas de la sostenibilidad en arquitectura

RA310 - Capacidad para la caracterización de las acciones sobre las edificaciones convencionales, incluyendo acciones accidentales (incendio y sismo), de acuerdo a la normativa española.

RA32 - Conocimiento y resolución de Estructuras reticulares de acero.

RA35 - Conocimiento y resolución de Forjados bidireccionales, losas macizas y aligeradas, prefabricadas, de chapa colaborante.

RA37 - Conocimiento y resolución de estructuras de base de cubiertas de alta pendiente.

RA308 - Capacidad de modelizar los tipos estructurales convencionales en hormigón, acero y madera, entender su comportamiento y sus campos de aplicación.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura se estructura de acuerdo a los OBJETIVOS del PLAN, a saber:

Estrategia de toma de decisiones en la definición del sistema estructural. Desarrollo del sistema estructural a nivel de proyecto de ejecución. Capacitación para la realización del proyecto de ejecución de estructuras.

La asignatura trata de recorrer de forma integrada todos los procesos de proyecto: concepción, análisis y validación de propuestas de estructuras, así como los de producción y evaluación crítica de la documentación técnica requerida para la construcción de la estructura proyectada.

Por tanto tiene dos objetivos principales: Por una parte, proporciona la formación necesaria y estrategias para saber tomar decisiones en la definición del sistema estructural de edificación y elaboración de la documentación del proyecto y su justificación, es lo que se denomina el proyecto de la estructura. El segundo objetivo, la estructura en el proyecto, presenta al alumno un conjunto básico de conceptos que trascienden los empleados en el análisis, de utilidad para caracterizar el comportamiento estructural a partir de sus parámetros de forma, lo que facilita la incorporación de la solución estructural en la exploración geométrica correspondiente a las primeras fases de concepción de todo proyecto.

Proyectar estructuras implica concebirla, ligar la estructura a la forma del edificio, entendiendo su comportamiento, tratando que los conceptos estructural y arquitectónicamente sean coherentes y sensatos desde el punto de vista estructural. Por otra parte hay que justificar las decisiones de manera normalizada. Dado que el agente que proyecta el edificio no es la misma que la que lo construye, habitualmente una organización compleja, debe quedar documentado, esta documentación es el conjunto de instrucciones para que otro lo construya (planos de ejecución).

La teoría del proyecto de estructuras (estructura en el proyecto) trata de racionalizar el proceso de diseño mediante análisis de soluciones genéricas, especialmente en la toma de decisiones en las primeras etapas del proceso de diseño, arquitectónico y estructural. Interesa saber si algo no muy preciso (trazo) es válido desde el punto de vista estructural. Se trata de decisiones con potencia, que se toman en fases iniciales del proyecto que tienen muchas implicaciones después y, si luego, hay que cambiarlas altera el proyecto de manera sustancial por lo que interesa integrarlas pronto y con eficacia. Esta teoría obtiene reglas que permiten llegar en el menor tiempo y al menor coste a soluciones razonables. Al final del proceso será precisa una etapa de diseño específico y de definición constructiva. La realidad es geométrica en gran medida (luces, cantos, desplazamientos, cargas en función de áreas, etc.), las cualidades mecánicas de los materiales de mayor relevancia también lo son, las herramientas en etapas iniciales son geométricas (croquis, dibujos, etc.) por lo que es interesante incluir reflexiones de tipo geométrico en función del tipo de estructura (pisos, cubierta, etc.).

Dentro de un marco de autonomía metodológica para cada profesor, el curso se desarrolla fundamentalmente a través de la redacción dirigida y tutelada de proyectos concretos para tipos convencionales de edificación. El curso abordará entre 2 y 3 trabajos de acuerdo al siguiente orden (El nivel de profundidad en cada trabajo depende del número total de ellos debiendo alcanzarse los Indicadores de logros establecidos más adelante):

1º Viviendas, oficinas o escuelas, de Hormigón y/o Acero;

2º Gran superficie o polideportivo de ACERO (cubierta y grandes fachadas)

3ºA Rehabilitación. Peritaje y refuerzo de MADERA y ACERO (sobre edificaciones de inicios del S XX: 1900-1930)

3ºB Estructura Espacial, radial, o singular de MADERA y/o ACERO

En el caso de desarrollarse dos proyectos de estructuras, se tratará de un caso de los dos primeros tipos

El primer proyecto se puede basar en un proyecto arquitectónico desarrollado previamente por cada alumno. En este caso, la propuesta de proyecto debe hacerse al profesor en la primera semana del curso para su aceptación expresa. Dicho proyecto, de acuerdo a las conversaciones mantenidas entre los Departamentos de Estructuras y Construcción, puede servir de base única para los desarrollos prácticos previstos en las asignaturas 2001 Proyecto de Sistemas Constructivos, (2002 Proyecto de Estructuras) 2003 Proyecto de Instalaciones y 1903 Arquitectura Legal.

Cada profesor desarrollará una versión detallada del cronograma aplicable a su grupo, incluyendo actividades, trabajos a realizar, fechas de entrega previstas y forma y pesos de la evaluación.

Puede haber fases de trabajo de los estudiantes en equipos, pero los siguientes indicadores deben poder acreditarse individualmente:

Indicadores de Logros.

IN 01. Haber realizado al menos 12 planos del proyecto original de una estructura convencional, de los cuales, al menos los 5 últimos han alcanzado calidad profesional (están en la media de los aceptables para una Oficina de Control Técnico de Proyectos)

IN 02. Haber realizado correctamente el análisis, la verificación, y la documentación correspondiente al proyecto de ejecución de al menos 2.000 m² de estructuras convencionales, (Incluye tanto la documentación escrita --memorias descriptivas y anejos de cálculo-- como la gráfica: planos).

IN 03. Ser capaz de proponer, validar y documentar de forma autónoma una estructura convencional para un edificio de tamaño reducido en un tiempo limitado.

5.2. Temario de la asignatura

1. Objetivos del curso. Resultados esperados. Metodología del curso y método de trabajo. Método de evaluación
2. Metodología de proyecto. Marco normativo y fuentes documentales. Procesos de concepción, validación / justificación y documentación / comunicación. Evolución histórica y casos de procesos de diseño o proyecto a lo largo de la historia.
3. La estructura en el proyecto: teoría de diseño de estructuras.
 - 3.1. Materiales estructurales.
 - 3.2. Alcance estructural.
 - 3.3. Peso propio y estabilidad.
4. Estructuras de pisos. Tipos porticados, forjados y losas.
 - 4.1. Decisiones sobre tipo, organización, modulación y predimensionado de estructura frente a carga vertical y horizontal.
 - 4.2. Determinación de cargas convencionales, y casos singulares. Hipótesis o combinaciones de carga, envolventes de esfuerzos y proyecto de capacidades.
 - 4.3. Armados de planta, huecos, bordes, enlaces.
 - 4.4. Proyecto de la estructura para trasladar cargas verticales y horizontales. Soportes, arriostramientos.
 - 4.5. Proyecto de elementos de cimentación.
 - 4.6. Situación accidental: sismo; conceptos y parámetros básicos.
5. Situación accidental: incendio, conceptos básicos y resistencia de estructuras de madera, acero y hormigón armado.
6. Estructuras ligeras y naves.
 - 6.1. Cargas. Rigidez, estabilidad y arriostramiento: efectos de segundo orden local y global.
 - 6.2. Toma de decisiones para tipos en flexión: correas, vigas, cerchas... módulos... y para sistemas de estabilidad horizontal.
7. Fachadas. Cargas. Coacciones y compatibilidad de movimientos fachada/estructura
8. Uniones. Concepción y evaluación. Resistencia y rigidez, completa o parcial. Tipos. Modos de rotura y modelos de análisis. Casos típicos en hormigón, madera, acero y mixtos.
9. Rehabilitación / reutilización de edificios antiguos. Daños y carencias habituales. Soluciones habituales en refuerzos de cimiento, estructura vertical, y forjados y cubiertas de madera.
10. Estructuras espaciales y efectos de anillo. Trazados funiculares en alzado y planta. Cúpulas. Formas y costes

en las estructuras de cubierta. Tipología de estructuras de cubierta de medias y grandes luces.

11. Trabajo estructural. Cantidad de estructura. Teoremas de Maxwell y Mitchel. Estructura mínima.

11.1. Costes en estructuras a flexión: vigas, arcos, cerchas.

12. La forma estructural. Biomecánica. La forma estructural en la naturaleza. Orígenes, evolución. La estructura diseñada.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Avance en el proceso de proyecto Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Trabajo de proyecto, en grupo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00 Práctica individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
2	Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Correcciones públicas Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		Avance en el proceso de proyecto Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Trabajo de proyecto, en grupo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00 Práctica individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
3	Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Correcciones públicas Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		Avance en el proceso de proyecto Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Trabajo de proyecto, en grupo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00 Práctica individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
4	Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Correcciones públicas Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		Avance en el proceso de proyecto Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Trabajo de proyecto, en grupo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00 Práctica individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00

5	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Correcciones públicas Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p>Avance en el proceso de proyecto Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Trabajo de proyecto, en grupo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p>Práctica individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
6	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Correcciones públicas Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p>Avance en el proceso de proyecto Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Trabajo de proyecto, en grupo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p>Práctica individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
7				<p>Presentación de proyectos, 1ª Fase PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 05:00</p>
8	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Correcciones públicas Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p>Avance en el proceso de proyecto Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Trabajo de proyecto individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p>Práctica individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
9	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Correcciones públicas Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p>Avance en el proceso de proyecto Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Trabajo de proyecto individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p>Práctica individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
10	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Correcciones públicas Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p>Avance en el proceso de proyecto Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Trabajo de proyecto individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p>Práctica individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>

11	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Correcciones públicas Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p>Avance en el proceso de proyecto Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Trabajo de proyecto individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p>Práctica individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
12	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Correcciones públicas Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p>Avance en el proceso de proyecto Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Trabajo de proyecto individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p>Práctica individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
13	<p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Correcciones públicas Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p>Avance en el proceso de proyecto Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Trabajo de proyecto individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p> <p>Práctica individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
14				<p>Presentación de proyectos, Fase final PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 05:00</p>
15				<p>Examen individual EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p>
16	<p>Evaluación del curso Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>			
17				<p>Examen Ordinario (examen único). La intención de aprobar solo por examen debe haber sido declarada la primera semana del curso EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00</p>

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
1	Trabajo de proyecto, en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	2%	1 / 10	CG 4. CG 9. CG 17. CE 12 CE 15
1	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
2	Trabajo de proyecto, en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
2	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
3	Trabajo de proyecto, en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
3	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
4	Trabajo de proyecto, en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
4	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	

5	Trabajo de proyecto, en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
5	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
6	Trabajo de proyecto, en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	4%	1 / 10	
6	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
7	Presentación de proyectos, 1ª Fase	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	05:00	5%	1 / 10	CG 6. CG 4. CG 5. CG 8. CG 9. CG 11. CG 12. CG 13. CG 16. CG 17. CG 18. CG 19. CG 20. CE 7 CE 11 CE 12 CE 15 CE 17 CE 38 CE 60
8	Trabajo de proyecto individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	4%	2.5 / 10	
8	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
9	Trabajo de proyecto individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	4%	2.5 / 10	

9	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
10	Trabajo de proyecto individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	4%	2.5 / 10	
10	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
11	Trabajo de proyecto individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	4%	2.5 / 10	
11	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
12	Trabajo de proyecto individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	4%	2.5 / 10	
12	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
13	Trabajo de proyecto individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	4%	2.5 / 10	
13	Práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	2%	1 / 10	
14	Presentación de proyectos, Fase final	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	05:00	5%	1 / 10	
15	Examen individual	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	20%	4 / 10	CG 6. CG 4. CG 5. CG 8. CG 9. CG 11. CG 12. CG 13. CG 16. CG 17. CG 18. CG 19.

							CG 20. CE 7 CE 11 CE 12 CE 15 CE 17 CE 38 CE 60
--	--	--	--	--	--	--	--

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Ordinario (examen único). La intención de aprobar solo por examen debe haber sido declarada la primera semana del curso	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG 5. CG 8. CG 9. CG 6. CG 4. CG 11. CG 12. CG 13. CG 16. CG 17. CG 18. CG 19. CG 20. CE 7 CE 11 CE 12 CE 15 CE 17 CE 38 CE 60

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

El estudiante puede aprobar por dos procedimientos, evaluación continua o examen. El estudiante que así lo desee, puede indicar a principio de curso que pretende solo aprobar por examen. Seguir el régimen para aprobar por evaluación continua permite en cualquier caso intentarlo además por examen en la convocatoria ordinaria.

Evaluación continua:

Para aprobar por evaluación continua debe obtenerse una nota del curso superior a 5, que incluya una calificación no menor de 4 en un examen individual al final del curso. La nota del curso se obtiene a partir de la media ponderada de las actividades evaluables, que incluyen cualesquiera de las siguientes, con los rangos de calificación posibles que se indican, a fijar por el profesor de cada grupo:

- Práctica o test (potestativo, calificado con 2 puntos máximo por trabajo) 10-25% de la calificación
- Trabajo de proyecto (obligatorio, entregas parciales de 1 punto semanal máximo y finales entre 10 y 20 puntos) 35-70% de la calificación-
- Defensa del trabajo (obligatorio, al menos 1 por curso por grupo + 1 por curso individual) 5-10%
- Examen individual (obligatorio, Mínima calificación de 4 para aprobar por curso) 10-20%

La participación en las actividades de clase se incorpora como puntuación adicional a la evaluación diaria, la de los trabajos, y la de defensa. Para poder acceder a una calificación superior a "aprobado" el alumno deberá haber superado el examen individual con calificación superior a 6.

Evaluación por examen final:

La calificación para los alumnos que se evalúen por examen final será la nota obtenida en este en convocatoria ordinaria o extraordinaria, siendo necesaria al menos una calificación de 5 sobre 10 para aprobar. Dicho examen exigirá resolver el diseño justificado, la evaluación crítica, y la documentación constructiva de la estructura de una obra arquitectónica.

SISTEMA DE CALIFICACIÓN: Según lo establecido en el Art. 5 del Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre,

la CALIFICACIÓN se realizará mediante la escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa: 0-4,9: Suspenso (SS); 5,0-6,9. Aprobado (AP); 7,0-8,9: Notable (NT); 9,0-10: Sobresaliente (SB); Podrá otorgarse 1 Matrícula de Honor por cada 20 alumnos (5%) para calificación igual a superior a 9,0.

La evaluación considera tanto la calidad de las propuestas aportadas (calidad de la estructura proyectada) como la calidad de la documentación en la que se definen y justifican dichas soluciones (calidad de la documentación de proyecto)

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Arroyo Portero, J.C (2009)	Bibliografía	"Números gordos en el proyecto de estructuras" Cinter Divulgación Técnica
Addis W. Addis W. (2001)(2001)	Bibliografía	"Creativity and innovation: the structural engineer's contribution to design" Architectural Pr
Addis W. (1990)	Bibliografía	"Structural engineering. The nature of theory and design" Ellis Horwood
Cervera, J (2011)	Bibliografía	"Concebir y analizar estructuras" OA-UPM: http://oa.upm.es/3691/
Mainstone, R.J. (1998)	Bibliografía	"Developments in structural form" Architectural Press
Moisset, D (1992)	Bibliografía	"Intuición y razonamiento en el diseño estructural" Escala
Mollaert, M (2002)	Bibliografía	"The design of membrane and lightweight structures: from concept to execution" VUB
Nageinm, H.K. (2005)	Bibliografía	"Steel structures: practical design studies" Taylor & Francis

Ortiz,J, Hernando J.I., Cervera J. (2007)	Bibliografía	"Manual de uniones atornilladas frontales pretensadas" Pub. APTA http://oa.upm.es/8660/
Ortiz,J, Hernando J.I., Cervera J. (2009)	Bibliografía	"Manual de uniones atornilladas laterales" Publicaciones APTA http://oa.upm.es/8661/
Popovic O, Tyas A. (2003)	Bibliografía	"Conceptual Structural Design: bridging the gap between architects and engineers". Thomas Telford,
Riddel, C.R. (2002)	Bibliografía	"Diseño estructural" Ediciones Universidad Católica de Chile
Tamboli, A.R. (2002)	Bibliografía	"Handbook of structural steel connection design and details" Mc Graw Hill
NORMAS de referencia:	Bibliografía	Código técnico de la edificación (CTE) Parte I, y documentos básicos, SE, SI, SE AE, SE A, SE M, SE C, SE F http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/ Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, RD 1247/2008 (BOE 22-08-2008)
Normas de consulta	Bibliografía	Comité Europeo de Normalización (CEN): "EuroNormas 1990 a 1999 (EN)" (Eurocódigos estructurales)
Normas ISO. Bases de proyecto de estructuras	Recursos web	ISO/TC 98 "Bases for design of structures" http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/other_bodies/iso_technical_committee.htm?commid=50930
Normas ISO. Estructuras de edificios	Recursos web	ISO/ICS 91.080 "Structures of buildings " http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_ics_browse.htm?ICS1=91&ICS2=80
Equipamiento ETSAM	Equipamiento	Biblioteca de la ETSAM Ordenadores de la ETSAM Red WIFI de la UPM Servidores y aplicaciones docentes de la UPM, y en particular, plataforma MOODLE.

Recursos WEB de grupos	Recursos web	Los diferentes grupos habilitarán el acceso a recursos web mediante la plataforma moodle o páginas propias. Para incluir resúmenes de los contenidos de la asignatura, enunciados y soluciones de los ejercicios propuestos, procedimientos de evaluación
Recursos WEB propios	Recursos web	Cada grupo (o grupos) establecerá recursos adicionales (tipo Moodle) para incluir contenidos de clase y adicionales, tareas, con enunciados y soluciones, etc.
Mas-Guindal Lafarga, Antonio José	Bibliografía	MECÁNICA DE FÁBRICAS. Libro de Mecánica fundamental de estructuras de Fábrica Teoría y ejemplos Ed. Munilla Leiria Madrid 2000
José Luís de Miguel Rodríguez	Bibliografía	ESTRUCTURAS. Compendio de Resistencia de Materiales, Normativa y Diseño de Estructuras TOMO I. Mayo 2.019 Ed. MunillaLeiria Madrid

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Es importante reiterar que los criterios de evaluación incluyen la valoración, tanto del contenido de las propuestas (calidad de la estructura proyectada) como del continente (calidad de la documentación aportada en la definición y justificación de la estructura) debiendo ambos componentes alcanzar niveles "profesionales" de acuerdo a los "Indicadores de logro" señalados en la descripción de la asignatura.

Los alumnos tienen información en la página Moodle de la asignatura a la que pueden acceder, donde se van poniendo a disposición tanto los ejercicios prácticos como apuntes y lecciones magistrales de uso.

La prueba de fin de curso que cada grupo realice, es una prueba personal de conocimiento obligatoria sin

exclusión para todos los alumnos, que junto con el trabajo evaluado de forma continua durante el curso determina el aprobado por curso de la asignatura sin el examen final.

El cronograma puede sufrir modificaciones durante el curso.

Desde Galileo la teoría de estructuras siempre ha puesto el acento en la economía de recursos, hacer más con menos, etc. En esta asignatura se trabaja en los Objetivos de Desarrollo Sostenible haciendo hincapié en que el proyecto de la estructura no sólo debe cumplir los requisitos de estabilidad, resistencia, rigidez y durabilidad, sino también en el coste y la economía de recursos materiales de manera sostenible para el planeta.

Debido al estado de alerta sanitaria, consecuencia del COVID-19, las actividades presenciales (clases magistrales, corrección pública de proyectos, avance en el proceso de proyecto, defensa pública, prácticas individuales y pruebas de evaluación por curso) se podrán llevar a cabo a través de la videoconferencia de manera síncrona con los estudiantes en el horario de la asignatura. Para ello se usarán plataformas institucionales (Zoom, Teams, Skype Empresarial o Blackboard a través de Moodle). Se tratará de docencia telemática presencial para la cual se podrá solicitar que el estudiante mantenga su cámara encendida, se identifique mediante DNI o carnet de la UPM, etc. En tal caso la comunicación con el profesorado a través de correo electrónico se hará a través de la cuenta institucional del estudiante. Se responderán emails en horario laboral. Las tutelas se podrán realizar por email o mediante videocomunicación.

- Está prohibido grabar las clases y pruebas de evaluación presencial, telemática presencial u online.

- La propiedad intelectual del material docente es del profesor, o del autor que indique en el mismo.