

**Máster Universitario en
Estructuras de la Edificación**

**Universidad Politécnica de Madrid
Programa Máster en Arquitectura**

**Máster Universitario en
Estructuras de la Edificación**

Guía del Curso 2012-2013

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE ARQUITECTURA

Avda. Juan de Herrera 4, 28040 Madrid - España

Secretaría Máster Estructuras

3ª Planta - Pabellón Antiguo (terraza)
Tel.: 91 336 42 51 - L-V 10h00 a 13h30

Aula del Máster Estructuras

Aula 1N1 - 1ª Planta - Pabellón Nuevo

Departamento de Estructuras

3ª Planta - Pabellón Nuevo
Tel.: 91 336 65 16 - L-V 8h30 a 14h00

master.estructuras@gmail.com
www.masterestructuras.org

Coordinador:

Santiago Huerta Fernández

Secretario:

Jorge Conde Conde

Secretario académico:

Fabián López Ulloa

Profesores:

Antuña Bernardo, Joaquín

Aroca Hernández-Ros, Ricardo

Avila Jalvo, José Miguel

Bernabeu Larena, Alejandro

Castañon Cristobal, Fernando

Cervera Bravo, Jaime

Conde Conde, Jorge

Fernández Cabo, José Luis

Fuentes González, Paula

García Gamallo, Ana M^a

González Cárceles, Juan

Huerta Fernández, Santiago

Mas-Guindal Lafarga, Antonio

Miguel Rodríguez, José Luis de

Nuere Matauco, Enrique

Ortiz Herrera, Jesús M^a

Quintas Ripoll, Valentín

Rey Rey, Juan

Río Vega, M^a Concepción del

Rodríguez de Rivas, Juan

Rodríguez Santiago, Jesús

Rodríguez Ortiz, José M^a

Rodríguez Zugasti, César

Rguez-Monteverde Cantarell, Pilar

Salva Prieto, Juan Carlos

San Salvador Ageo, Luis

Torre Calvo, Juan Francisco de la

Vega Catalán, Luis

Villa Cellino, Julia

Director Departamento de Estructuras:

José Luis de Miguel Rodríguez

Secretario del Departamento:

Joaquín Antuña Bernardo

Secretaria:

Cristina de Lucas Salas

Índice

1. Preámbulo 9
2. Organización docente 13
3. Organización de clases lectivas: Módulos y asignaturas 18
4. Calendario por semanas y asignaturas 23
5. Realización del Máster: uno o dos años 41

Cualquier estructura o máquina, cuyo proyecto implica la guía de la Ciencia, debe considerarse, no sólo como un instrumento para promover la comodidad o el provecho, sino como monumento y testimonio de que quienes lo proyectaron estudiaron las Leyes de la Naturaleza, y esto impregna el objeto proyectado de valor e interés, por pequeño que sea su tamaño, por modesto que sea su material.

W. J. M. Rankine. *Disertación sobre la armonía entre teoría y práctica*

Meditar sobre los esquemas estructurales, sobre las características de los materiales, tener en cuenta la experiencia propia y ajena, es un acto de amor hacia el acto de construir en sí y por sí, ya sea por parte del director de la obra, ya sea por parte de sus constructores.

Pier Luigi Nervi *Estructuras*

Es absurdo descender a la concreción cuantitativa sin la seguridad de tener encajado el conjunto en sus acertados dominios . Es un error demasiado corriente empezar a calcular la viga número 1 sin haber antes meditado si la construcción debe llevar vigas o no.

Eduardo Torroja *Razón y Ser de los tipos estructurales*

1. Preámbulo

Aunque afortunadamente la fuerza de la gravedad, el viento y los terremotos no han cambiado, ni tampoco lo han hecho de manera sensible los materiales estructurales vivimos una época de continuos cambios normativos y de un creciente sistema de controles que obliga cada vez más a cuidar y justificar las decisiones.

Un titulado con conocimientos sólidos de teoría de estructuras, con dedicación suficiente, debe ser capaz de asimilar y aplicar cualquier nueva normativa, aprender el manejo de los programas de ordenador que puedan ayudarle en su trabajo y con el tiempo llegar a ser capaz de evaluar con eficacia distintas alternativas para tomar decisiones de diseño.

Este Máster aporta las ventajas de la formación reglada que sirve, y no es poco, para recorrer en menos tiempo y con más seguridad el camino preciso para adquirir confianza en el trabajo profesional de redactar la parte del proyecto de ejecución correspondiente a la cimentación y la estructura, incluyendo no sólo la documentación gráfica general y de detalle sino también la escrita, cada vez más importante a efectos de control de calidad y seguridad en el resultado económico.

Por otra parte, la realización de un Máster oficial universitario como el presente, con 75 créditos de postgrado, habilita para acceder al tramo de investigación, esto es pedir un título de Tesis Doctoral, dentro de una Línea de Investigación en cualquier universidad española (RD 99/2011). En este sentido, las enseñanzas de máster oficial sustituyen con ventaja al antiguo doctorado.

El seguimiento del curso implica un intenso trabajo personal por lo que está estructurado para que pueda ser superado en un año a tiempo completo o en dos años a tiempo parcial.

El Máster se estructura en seis Módulos troncales: M0) Módulo Fundamental (10 cr.); M1) General y cimentaciones (10 cr.); M2) Hormigón (10 cr.); M3) Fundamentos, aplicaciones y programas (6cr.); M4) Acero (10 cr.); y M5) Madera y fábrica modernas (6 cr.). Se puede elegir, después, entre dos bloques optativos, cada uno de 8 cr.: M6) Análisis y consolidación de estructuras históricas; y M7) Estructuras espaciales. Finalmente, a lo largo del curso el alumno deberá desarrollar un proyecto de estructuras a nivel de ejecución que presentará al final como Proyecto Fin de Máster (15 cr.)

Las clases se dividen en dos: 1) Clases de teoría que se imparten en el aula 1N1; 2) Clases prácticas divididas en dos grupos.

Los alumnos dispondrán de un aula propia (pabellón nuevo, aula 1N1) durante todo el día en la que podrán trabajar.

El enfoque del Máster es “profesional” en el sentido de que va dirigido a suministrar las destrezas y competencias necesarias para proyectar, calcular, elaborar un proyecto y, finalmente, dirigir la ejecución de la estructura de un edificio. Pero ninguna de las tareas mencionadas es trivial o rutinaria: “proyectar” (también una estructura) es, en esencia, un acto de creación. Que las limitaciones sean más grandes que en otros campos del arte o de la ciencia, en el sentido de que hay que llegar a un resultado estable (la estructura no debe caerse en un plazo razonable),

en un plazo determinado, no debe hacer suponer que no se trata de una tarea exigente. Nos encontramos aquí, con el viejo prejuicio de la inferioridad de la técnica respecto a las disciplinas puramente intelectuales.

Quede claro que si *investigar* es “indagar, hacer diligencias para descubrir una cosa”, el trabajo del proyecto estructural tiene, per se, una alta dosis de investigación. La gimnasia mental, el arte de decidir, de valorar entre distintas opciones, de corregir un rumbo ya tomado, en su caso, creemos que son una excelente muestra de trabajo de investigación. Esta habilidad aprendida, se podrá luego aplicar a otros temas en el Doctorado posterior, como prevé el RD 99/2011, sin necesidad de clases “teóricas” sobre unas supuestas técnicas de investigación, que contradicen el sentido mismo de la actividad.

Ars sine scientia, nihil est, la práctica no es nada sin la teoría, pero la teoría sin práctica, salvo en el campo de la matemática pura, se convierte en un estéril e inútil juego intelectual,

2. Organización docente

La organización docente se basa en las llamadas “Directrices de Bolonia” que miden la dedicación del alumno en función, no de las clases lectivas, sino en función del trabajo total del alumno (véase Apéndice de “números gordos” al final). Las directrices tienen como objetivo homogeneizar la estructura de los estudios en la Unión Europea para facilitar la movilidad de estudiantes y titulados dentro del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior).

El trabajo del alumno se puede dividir en:

tiempo de contacto con el profesor. Incluye:

- *clases lectivas*
- *tutelas*: tiempo en que el profesor resuelve de manera individual, o en pequeños grupos, preguntas de los alumnos
- *otros*: conferencias, dossieres de obra, trabajo en laboratorio, visitas de obra, etc.

tiempo de trabajo personal. Incluye:

- estudio y reflexión, trabajo de biblioteca, elaboración de trabajos, manejo de programas, etc.

En nuestro caso el esquema básico del Calendario es el siguiente:

- clases lectivas octubre-junio
- PFM, fase terminación, mayo, junio y principios de julio
- PFM, defensa oral pública, (cuatro convocatorias: marzo, julio, octubre y diciembre)

Clases lectivas:

Las clases lectivas se estructuran de la siguiente manera:

- 1) Duración lectiva del Máster: 28 semanas de septiembre a mayo.
- 2) Horas de clase por semana: 18 horas de clase.
- 3) Días de clase y horario: Lunes, Martes y Miércoles, 15,30 -21,30 h.

La limitación y concentración de horas de clase lectiva busca facilitar el trabajo personal del alumno y dejar espacio para los trabajos de taller y laboratorio, las visitas y conferencias, y el resto de actividades.

Las clases se organizan en tres partes, para todas las asignaturas del Máster, de la siguiente forma:

- 15,30 á 16,45 Primera parte. Teoría
- 16,45 á 17,00 *Pausa*
- 17,00 á 18,00 Segunda parte. Teoría
- 18,00 á 18,30 *Descanso*
- 18,30 á 21,30 Tercera parte. Práctica

Las clases lectivas impartidas por los profesores del Máster se ordenan en *asignaturas* que, a su vez, se agrupan en *módulos*. El módulo es, en realidad, la unidad básica del Máster: las enseñanzas se coordinan dentro de cada módulo y se emite una calificación única, que el Tribunal de cada módulo debe confirmar. Esto quiere decir que un módulo se aprueba o se suspende, pero no se aprueban o suspenden asignaturas aisladas dentro del módulo. Se busca de esta manera reforzar la

coordinación y facilitar la concentración del alumno en objetivos homogéneos.

Trabajos prácticos semanales:

Las normas sobre las prácticas, son las siguientes:

- se entrega como máximo una práctica a la semana
- la entrega se realizará necesariamente a través del Moodle. Las entregas se harán los viernes y el Moodle estará abierto hasta las 14 horas.
- NO se admiten prácticas atrasadas. Si hay alguna dificultad extraordinaria se notificará al profesor. Si no ha dado tiempo a terminar, se entrega lo que se ha hecho. El objetivo es conseguir un ritmo de trabajo razonable y constante, sin altibajos, que deje espacio al estudio, la lectura y el ocio.
- las prácticas se devolverán corregidas en un plazo máximo de 10 días.

Conferencias:

Las conferencias se imparten los miércoles en el Salón de Actos de la ETSAM según el Calendario que se presente más adelante, a las 13h. Van dirigidas no sólo a los alumnos del Máster sino a todos los miembros de la ETSAM, alumnos y profesores, interesados en el proyecto de estructuras. Por este motivo, empiezan en febrero después del comienzo de las clases del segundo semestre. Serán impartidas por arquitectos e ingenieros de prestigio en el campo del proyecto de estructuras.

Tutelas:

Las tutelas son el espacio en que el alumno puede preguntar de forma personal al profesor sus dudas. Cada profesor podrá atender a los alumnos en su horario de tutelas.

Trabajo personal del alumno:

El trabajo personal lo puede desarrollar el alumno donde le parezca más conveniente. El aula 1N1 del Máster estará abierta todos los días de 10 a 14:30, y los jueves y viernes se abrirá por la tarde de 15:30 a 20:00. En el aula hay ordenadores fijos con los programas de estructuras y de propósito general más usuales. Por otra parte, hay salidas de Internet y tomas de corriente para ordenadores portátiles, así como Wifi.

Workshop:

La semana 28 (16-18 de mayo) se realizará una exposición preliminar de los trabajos del Proyecto Fin de Máster. Se realizarán también visitas, conferencias, y mesas redondas sobre el proyecto de estructuras.

Módulo Fundamental

Se ofrecen cuatro semanas de clases orientadas a que los alumnos del Máster empiecen las clases teóricas con un buen conocimiento de los conceptos básicos de la moderna teoría de estructuras. Se introducirán también el empleo de programas. Las clases se complementarán con conferencias sobre estructuras de edificación.

Proyecto de estructuras Fin de Master, PFM (15cr.)

Director: Antonio Mas-Guindal Lafarga

Tutores: J. Antuña Bernardo, A. Bernabeu Larena, J. Conde Conde, S. Huerta Fernández, A. Mas-Guindal Lafarga, V. Quintas Ripoll, J. Rey Rey, J. F. de la Torre Calvo

El tema del Proyecto Fin de Máster se propondrá individualmente a los alumnos durante el Módulo Fundamental. Se realizarán nueve grupos de Proyecto Fin de Máster, cada uno de ellos dirigido por uno de los tutores. Los grupos se reunirán una vez cada tres semanas, los lunes o martes de 12:30 a 14:30 (consultar calendario). La coordinación de los distintos tutores correrá a cargo del Director del PFM. En julio de 2013 se realizará la defensa oral pública del Proyecto de Estructura Fin de Máster, en primera convocatoria. La segunda convocatoria será en octubre. Si no se aprueba en estas convocatorias, el alumno se puede matricular el curso siguiente para las convocatorias de Diciembre, Marzo y Julio, pagando las correspondientes tasas de matrícula. En la matrícula 2012-2013 entran dos convocatorias: Julio y Octubre. Aquellos que se matriculen para el curso siguiente tendrán tres convocatorias: Diciembre, Marzo y Julio. El motivo es que la matrícula va por cursos académicos (y no por años).

3. Organización de clases lectivas: Módulos y asignaturas

MÓDULOS TRONCALES:

M0 Fundamental [10 cr.]

M1 General y cimentaciones [10 cr.]

- 1_1 Modelos estructurales: bases de la normativa (2)
- 1_2 La estructura en el proyecto arquitectónico: parámetros relevantes (2)
- 1_3 Control de estructuras: Incendio (2)
- 1_4 Reconoc. del terreno y estudios geotécnicos. Excavaciones urbanas (1)
- 1_5 Proyecto de estructuras de cimentación (3)

M2 Hormigón [10 cr.]

- 2_1 Estructuras de hormigón armado y pretensado (4)
- 2_2 Estructuras de edificación de hormigón con armaduras postesas (2)
- 2_3 Refuerzo de estructuras de hormigón (2)
- 2_4 Patologías de hormigón estructural (2)

M3 Teoría y aplicación de programas [6 cr.]

- 3_1 Fundamentos del análisis y su aplicación al cálculo por ordenador (2)
- 3_2 Bases del método de elementos finitos: Programas (2)
- 3_3 Aplicación de la normativa sismorresistente (2)

M4 Acero [10 cr.]

- 4_1 Estructuras de acero y mixtas de acero-hormigón (5)
- 4_2 Estructuras de perfiles de acero de pequeño espesor (2)
- 4_3 Análisis en rotura: placas y pórticos. Proyecto de uniones (3)

M5 Estructuras de madera y fábrica [6 cr.]

- 5_1 Estructuras de madera (3)
- 5_2 Estructuras de fábrica de ladrillo y bloque (3)

MÓDULOS OPTATIVOS:

M6 Análisis y consolidación de estructuras históricas [8 cr.]

- 6_1 Análisis límite de estructuras de fábrica y madera (2)
- 6_2 Diagnósis y consolidación de estructuras históricas (2)
- 6_3 Intervención en cimentaciones construidas (2)
- 6_4 Historia de la construcción y de las estructuras (2)

M7 Estructuras espaciales [8 cr.]

7_1 Análisis avanzado de estructuras: aplicaciones (2)

7_2 Estructuras espaciales: cáscaras (2)

7_3 Estructuras tensadas y espaciales de barras (2)

7_4 Aplicaciones de herramientas matemáticas (2)

Organización de las clases lectivas (octubre 2012 a junio 2013)

Sem	L	M	X
1	M0		
2			
3	Módulo Fundamental		
4			
5		[10 cr]	
6	M1		
7			
8	General. Proyecto. Normativa		
9		Cimentaciones	
10		[10 cr]	
11	M2	M3	M4
12			
13	FIESTA		
14		Fundamentos	
15		Aplicaciones y	
16		Programas	
17	Hormigón	[6 cr]	Acero
18	[10 cr]		[10 cr]
19			
20		FIESTA	
21		M5	
22		Madera y	
23		fábrica	
24		[6 cr]	
25			FIESTA
26	M6 ó M7		
27		Especialización	FIESTA
28		[8 cr]	
29			
30			

Asignación docente del profesorado

MÓDULOS TRONCALES

M0 Fundamental

0_1 Teoría fundamental de estructuras (3 cr)

Teoría: Huerta, S.

Práctica: Huerta, S.; Fuentes, P.

0_2 Proyecto estructural: diseño, programas, planos de ejecución (7 cr)

Teoría: Rey, J.

Práctica: Bernabeu, A.; Conde, J.; Fuentes, P.; Rey, J.

M1 General y cimentaciones (10 cr)

1_1 Modelos estructurales: bases de la normativa (2 cr)

Teoría: Miguel, José Luis de

Práctica: Salvá Prieto, J.C.; Río Vega, M. C.;

1_2 La estructura en el proyecto arquitectónico (2 cr)

Teoría: Huerta, Santiago

Práctica: Rodríguez de Rivas; J.; Huerta, S.

1_3 Control de estructuras: Incendio (2 cr)

Teoría: Villa, Julia

Práctica: Vega, L.; Bernabeu, A.

1_4 Reconoc. terreno y est.geotécnicos. Exc.urbanas (2 cr)

Teoría: Rodríguez Zugasti, César

Práctica: Rodríguez Monteverde, P.

1_5 Proyecto de estructuras de cimentación (2 cr)

Teoría: Rodríguez Zugasti, César

Práctica: G^a Gamallo, A. M^a

M2 Hormigón (10 cr.)

2_1 Estructuras de hormigón armado y pretensado (4 cr)

Teoría: Rodríguez Santiago, Jesús

Práctica: Antuña, J.; Castañón, F.

2_2 Estructuras de hormigón con armaduras postesas (2 cr)

Teoría: Bernabeu Larena, Alejandro

Práctica: Bernabeu, A.; Castañón Cristóbal, F. (2 cr)

2_3 Patologías de hormigón estructural (2 cr)

Teoría: Ávila, J. M.

Práctica: Castañón, F.; Salvá Prieto, J. C.

2_4 Refuerzo de estructuras de hormigón (2 cr)

Teoría: Ávila Jalvo, José Miguel

Práctica: Ávila, J. M.; Antuña, J.

M3 Teoría y aplicación de programas (6 cr.)

3_1 Fundamentos del análisis; cálculo por ordenador (2 cr)

Teoría: Huerta, S.

Práctica: Huerta, S.; Fuentes, P.

3_2 Bases del método de elementos finitos (2 cr)

Teoría: Conde, J.

Práctica: Conde, J.; Rodríguez de Rivas, J.

3_3 Aplicación de la normativa sismorresistente (2 cr)

Teoría: Miguel Rodríguez, J. L.; de la Torre, J. F.

Práctica: Conde, J.; de la Torre Calvo, J. F.

M4 Acero (10)

4_1 Estructuras de acero y mixtas de acero hormigón (5 cr)

Teoría: Conde, J.

Práctica: Conde, J.; Bernabeu, A.

4_2 Estructuras de perfiles de acero de pequeño espesor (2 cr)

Teoría: Antuña, J.

Práctica: Castañón, F.; Antuña, J.

4_3 Análisis en rotura: placas, pórticos. Proyecto uniones (3 cr)

Teoría: Ortiz Herrera, J.

Práctica: Conde, J.; Bernabeu, A.

M5 Estructuras de madera y fábrica (6)

5_1 Estructuras de madera

Teoría: Nuere, E; Fernández Cabo, José L. (3 cr)

Práctica: Fdez Cabo, J.L.; Majano, A.

5_2 Estructuras de fábrica de ladrillo y bloque (3 cr)

Teoría: de Miguel, J.L.

Práctica: de Miguel, J.L.; Vega, L.

MÓDULOS DE ESPECIALIZACIÓN

M6 Estructuras históricas (8)

6_1 Análisis límite de estructuras de fábrica y madera (2 cr)

Teoría: Huerta, S.

Práctica: Huerta, S.; Fuentes, P.

6_2 Historia de la construcción y de las estructuras (2 cr)

Teoría: Huerta, Santiago

Práctica: Huerta, S.; Fuentes, P.

6_3 Diagnóstico y consolidación de estructuras históricas (2 cr)

Teoría y Práctica: Mas Guindal, A.

6_4 Intervención en cimentaciones construidas (2 cr)

Teoría: Rguez-Monteverde, P., Rguez Ortiz, J. M.

Práctica: Rodríguez-Monteverde, P.

M7 Estructuras espaciales (8)

7_1 Análisis avanzado de estructuras: aplicaciones (2 cr)

Teoría y Práctica: Quintas Ripoll, V.

7_2 Estructuras espaciales: cáscaras (2 cr)

Teoría y Práctica: Quintas Ripoll, V.

7_3 Estructuras tensadas y espaciales de barras (2 cr)

Teoría y Práctica: Rodríguez de Rivas, J.

7_4 Aplicaciones de herramientas matemáticas (2 cr)

Teoría y Práctica: Fernández Cabo, J. L.; Antuña Bernardo, J.

4. Calendario por semanas y asignaturas

Módulo 0. Fundamental

SEMANA	Lunes	
	Teoría (15,30-17,30)	Práctica (18,00-20,00)
1 15-17 OCTUBRE	INAUGURACIÓN (12:00) SALÓN DE ACTOS Teoría fundamental de estructuras 1 S. HUERTA	Teoría fundamental de estructuras 1 S. HUERTA/ P. FUENTES
2 22-24 OCTUBRE	Teoría fundamental de estructuras 2 S. HUERTA	Teoría fundamental de estructuras 2 S. HUERTA/ P. FUENTES
3 29-31 OCTUBRE	Teoría fundamental de estructuras 3 S. HUERTA	Teoría fundamental de estructuras 3 S. HUERTA/ P. FUENTES
4 5-7 NOVIEMBRE	Teoría fundamental de estructuras 4 S. HUERTA	Teoría fundamental de estructuras 4 S. HUERTA/ P. FUENTES
5 12-14 NOVIEMBRE	Teoría fundamental de estructuras 5 S. HUERTA	Teoría fundamental de estructuras 5 S. HUERTA/ P. FUENTES

Martes		Miércoles	
Teoría (15,30-17,30)	Práctica (18,00-20,00)	Teoría (15,30-17,30)	Práctica (18,00-20,00)
Diseño y cálculo estructural. Breve repaso histórico J. REY	Cypecad (1) J. REY/ P. FUENTES	La estructura en el proyecto arquitectónico. Criterios de diseño (1) J. REY	Cypecad (2) J. REY/ P. FUENTES
La estructura en el proyecto arquitectónico. Criterios de diseño (2) J. REY	Práctica Cypecad (1) J. REY/ P. FUENTES	Modelos de cálculo (1) J. REY	Práctica Cypecad (2) J. REY/ P. FUENTES
Modelos de cálculo J. REY	Práctica Cypecad (3) J. REY/ P. FUENTES	Herramientas de generación geométrica J. REY	SAP2000 J. REY/ P. FUENTES
Criterios de representación de planos de estructuras de edificación (1) J. REY	Práctica SAP2000 (1) J. REY/ P. FUENTES	Criterios de representación de planos de estructuras de edificación (2) J. REY	Práctica SAP2000 (2) J. REY/ P. FUENTES
Construcción de estructuras. Correlación diseño-modelo-planos-obra (1) J. REY	Práctica SAP2000(3) J. REY/ P. FUENTES	Construcción de estructuras. Correlación diseño-modelo-planos-obra (2) J. REY	Práctica SAP2000(4) J. REY/ P. FUENTES

Módulo 1. General. Cimentaciones

SEMANA	Lunes			
	SEMINARIOS PFM	Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)	SEMINARIOS PFM
6 19-21 NOVIEMBRE	PFM1/MAS-GUINDAL (AULA 1N1) PFM2/ J ANTUÑA (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)	T1_1. Modelos estructurales J. L. DE MIGUEL	P1_1. Modelos estructurales M. CONCEPCIÓN DEL RÍO (A) J.C. SALVÁ (B)	PFM6 S. HUERTA (AULA 1N1)
7 26-28 NOVIEMBRE	PFM3/ J F. DE LA TORRE (AULA 1N1)	T1_1. Modelos estructurales J. L. DE MIGUEL	P1_1. Modelos estructurales M. CONCEPCIÓN DEL RÍO (A) J.C. SALVÁ (B)	PFM7 A. BERNABEU (AULA 1N1)
8 3-5 DICIEMBRE	PFM4/V. QUINTAS (AULA 1N1) PFM5/ J. CONDE (AULA 1N1)	T1_1. Modelos estructurales J. L. DE MIGUEL	P1_1. Modelos estructurales M. CONCEPCIÓN DEL RÍO (A) J.C. SALVÁ (B)	PFM8 J. REY (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
9 10-12 DICIEMBRE	PFM1/MAS-GUINDAL (AULA 1N1) PFM2/ J ANTUÑA (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)	T1_4. Reconocimiento del terreno C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_4. Reconocimiento del terreno C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE (B)	PFM6 S. HUERTA (AULA 1N1)
10 17-19 DICIEMBRE	PFM3/ J F. DE LA TORRE (AULA 1N1)	T1_5. Estructuras de cimentación C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_5. Estructuras de cimentación C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) A. M. GAMALLO (B)	PFM7 A. BERNABEU (AULA 1N1)

Martes		Miércoles		
Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)	CONFERENCIAS/ SEMINARIOS/ VISITAS	Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)
T1_2. La estructura en el proyecto S. HUERTA	P1_2. La estructura en el proyecto S. HUERTA (A) J. RODRÍGUEZ DE RIVAS(B)	CONFERENCIA 1	T1_3. Control de estructuras: Incendio J. VILLA	P1_3. Control de estructuras: Incendio L. VEGA (A) A. BERNABEU (B)
T1_2. La estructura en el proyecto S. HUERTA	P1_2. La estructura en el proyecto S. HUERTA (A) J. RODRÍGUEZ DE RIVAS(B)	SEMINARIO	T1_3. Control de estructuras: Incendio J. VILLA	P1_3. Control de estructuras: Incendio L. VEGA (A) A. BERNABEU (B)
T1_2. La estructura en el proyecto S. HUERTA	P1_2. La estructura en el proyecto S. HUERTA (A) J. RODRÍGUEZ DE RIVAS(B)	SEMINARIO	T1_3. Control de estructuras: Incendio J. VILLA	P1_3. Control de estructuras: Incendio L. VEGA (A) A. BERNABEU (B)
T1_4. Reconocimiento del terreno C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_4. Reconocimiento del terreno C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE (B)	SEMINARIO	T1_4. Reconocimiento del terreno C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_4. Reconocimiento del terreno C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE (B)
T1_5. Estructuras de cimentación C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_5. Estructuras de cimentación C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) A. M. GAMALLO (B)	CONFERENCIA 2	T1_5. Estructuras de cimentación C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_5. Estructuras de cimentación C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) A. M. GAMALLO (B)

Módulos 2. Hormigón. 3. Fundamentos y programas. 4. Acero. 5. Madera y fábrica

SEMANA	Lunes			
	SEMINARIOS PFM	Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)	SEMINARIOS PFM
11 14-16 ENERO	PFM4/V. QUINTAS (AULA 1N1) PFM5/ J. CONDE (AULA 1N1)	T2_1.Hormigón armado y pretensado J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)	PFM8 J. REY (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
12 21-23 ENERO	PFM1/MAS- GUINDAL (AULA 1N1) PFM2/ J ANTUÑA (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)	T2_1.Hormigón armado y pretensado J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)	PFM6 S. HUERTA (AULA 1N1)
13 28-30 ENERO	FIESTA	FIESTA	FIESTA	PFM7 A. BERNABEU (AULA 1N1)
14 4-6 FEBRERO	PFM3 J F. DE LA TORRE (AULA 1N1)	T2_1.Hormigón armado y pretensado J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)	PFM8 J. REY (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
15 11-13 FEBRERO	PFM4/V. QUINTAS (AULA 1N1) PFM5/ J. CONDE (AULA 1N1)	T2_1.Hormigón armado y pretensado. J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)	PFM6 S. HUERTA (AULA 1N1)

Martes		Miércoles		
Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)	CONFERENCIAS/ SEMINARIOS/ VISITAS	Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)
T3_1.Fundamentos análisis estructural S. HUERTA	P3_1. Fundamentos análisis estructural S.HUERTA (A) P.FUENTES (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T3_1.Fundamentos análisis estructural S. HUERTA	P3_1. Fundamentos análisis estructural S.HUERTA (A) P.FUENTES (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T3_1.Fundamentos análisis estructural S. HUERTA	P3_1. Fundamentos análisis estructural S.HUERTA (A) P.FUENTES (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T3_3. Normativa sismorresistente J.F. DE LA TORRE	P3_3. Normativa sismorresistente J. F. DE LA TORRE (A) J. CONDE (B)	CONFERENCIA 3	T4_1. Estructuras de acero y mixtas J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T3_3. Normativa sismorresistente J.F. DE LA TORRE	P3_3. Normativa sismorresistente J. F. DE LA TORRE (A) J. CONDE (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)

Módulos 2. Hormigón. 3. Fundamentos y programas. 4. Acero. 5. Madera y fábrica

SEMANA	Lunes			
	SEMINARIOS PFM	Teoría (15,30-18,00)	Práctica (18,30-21,30)	SEMINARIOS PFM
16 18-20 FEBRERO	PFM1/MAS-GUINDAL (AULA 1N1) PFM2/ J ANTUÑA (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)	T2_1.Hormigón armado y pretensado J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)	PFM7 A. BERNABEU (AULA 1N1)
17 25-27 FEBRERO	PFM3 J F. DE LA TORRE (AULA 1N1)	T2_1.Hormigón armado y pretensado. J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)	PFM8 J. REY (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
18 4-6 MARZO	PFM4/V. QUINTAS (AULA 1N1) PFM5/ J. CONDE (AULA 1N1)	T2_1.Hormigón armado y pretensado. J. RODRÍGUEZ SANTIAGO	P2_1. Hormigón armado y pretensado J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)	PFM6 S. HUERTA (AULA 1N1)
19 11-13 MARZO	PFM1/MAS-GUINDAL (AULA 1N1) PFM2/ J ANTUÑA (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)	T2_2.Hormigón, armaduras postesas. A. BERNABÉU	P2_2. Hormigón, armaduras postesas A. BERNABÉU (A) F. CASTAÑÓN (B)	PFM7 A. BERNABEU (AULA 1N1)
20 18-20 MARZO	PFM3 J F. DE LA TORRE (AULA 1N1)	T2_2.Hormigón, armaduras postesas. A. BERNABÉU	P2_2. Hormigón, armaduras postesas A. BERNABÉU (A) F. CASTAÑÓN (B)	FIESTA

Martes		Miércoles		
Teoría (15,30-18,00)	Práctica (18,30-21,30)	CONFERENCIAS/ SEMINARIOS/ VISITAS	Teoría (15,30-18,00)	Práctica (18,30-21,30)
T3_3. Normativa sismorresistente J.L. DE MIGUEL	P3_3. Normativa sismorresistente J. F. DE LA TORRE (A) J. CONDE (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T3_2.Bases M.E.F. Programas. J. CONDE	P3_2. Bases M.E.F. Programas J. CONDE (A) J. RODRÍGUEZ DE RIVAS (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T3_2.Bases M.E.F. Programas. J. CONDE	P3_2. Bases M.E.F. Programas J. CONDE (A) J. RODRÍGUEZ DE RIVAS (B)	CONFERENCIA 4	T4_1. Estructuras de acero y mixtas J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T3_2.Bases M.E.F. Programas. J. CONDE	P3_2. Bases M.E.F. Programas J. CONDE (A) J. RODRÍGUEZ DE RIVAS (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas J. CONDE	P4_1. Estructuras de acero y mixtas J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
FIESTA	FIESTA	SEMINARIO	T4_3. Uniones J. ORTIZ	P4_3. Uniones J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)

SEMANA	Lunes			
	SEMINARIOS PFM	Teoría (15,30-18,00)	Práctica (18,30-21,30)	SEMINARIOS PFM
21 1-3 ABRIL	PFM4/V. QUINTAS (AULA 1N1) PFM5/ J. CONDE (AULA 1N1)	T2_3. Patología hormigón estructural J. L DE MIGUEL	P2_3. Patología hormigón estructural J. C. SALVÁ (A) F. CASTAÑÓN (B)	PFM8/A. BERNABEU (AULA 1N1) PFM9/J. REY (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
22 8-10 ABRIL	PFM1/MAS-GUINDAL (AULA 1N1) PFM2/ J ANTUÑA (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)	T2_3. Patología hormigón estructural J. L DE MIGUEL	P2_4. Refuerzo estructuras hormigón J. ANTUÑA (A) J. M. ÁVILA (B)	PFM6/ S. HUERTA (AULA 1N1)
23 15-17 ABRIL	PFM3 J F. DE LA TORRE (AULA 1N1)	T2_4. Refuerzo estructuras hormigón J.M. ÁVILA	P2_4. Refuerzo estructuras hormigón J. ANTUÑA (A) J. M. ÁVILA (B)	PFM7 A. BERNABEU (AULA 1N1)
24 22-24 ABRIL	PFM4/V. QUINTAS (AULA 1N1) PFM5/ J. CONDE (AULA 1N1)	T2_4. Refuerzo estructuras hormigón J.M. ÁVILA	P2_4. Refuerzo estructuras hormigón J. ANTUÑA (A) J. M. ÁVILA (B)	PFM8 J. REY (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
25 29-30 ABRIL	PFM1/MAS-GUINDAL (AULA 1N1) PFM2/ J ANTUÑA (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)	T5_1. Estructuras de Madera E. NUERE J.L. FERNÁNDEZ CABO	P5_1. Estructuras de Madera J. L.FERNÁNDEZ-CABO (A) A. MAJANO(B)	PFM6 S. HUERTA (AULA 1N1)

Martes		Miércoles		
Teoría (15,30-18,00)	Práctica (18,30-21,30)	CONFERENCIAS/ SEMINARIOS/ VISITAS	Teoría (15,30-18,00)	Práctica (18,30-21,30)
T5_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque. M. CONCEPCIÓN DEL RÍO	P5_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque L. VEGA (A) M. CONCEPCIÓN DEL RÍO (B)	SEMINARIO	T4_3. Uniones J. ORTIZ	P4_3. Uniones J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T5_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque. M. CONCEPCIÓN DEL RÍO	P5_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque L. VEGA (A) M. CONCEPCIÓN DEL RÍO (B)	CONFERENCIA 5	T4_3. Uniones J. ORTIZ	P4_3. Uniones J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T5_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque. M. CONCEPCIÓN DEL RÍO	P5_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque L. VEGA (A) M. CONCEPCIÓN	SEMINARIO	T4_2. Perfiles de pequeño espesor J. ANTUÑA	P4_2. Perfiles acero pequeño espesor J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)
T5_1. Estructuras de Madera E. NUERE J.L. FERNÁNDEZ CABO	P5_1. Estructuras de Madera J. L.FERNÁNDEZ-CABO (A) A. MAJANO(B)	SEMINARIO	T4_2. Perfiles de pequeño espesor J. ANTUÑA	P4_2. Perfiles acero pequeño espesor J. ANTUÑA (A) F. CASTAÑÓN (B)
T5_1. Estructuras de Madera E. NUERE J.L. FERNÁNDEZ CABO	P5_1. Estructuras de Madera J. L.FERNÁNDEZ-CABO (A) A. MAJANO(B)	FIESTA	FIESTA	FIESTA

Módulo 6. Estructuras históricas Aula 1N1

SEMANA	Lunes			
	SEMINARIOS PFM	Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)	SEMINARIOS PFM
26 6-8 MAYO	PFM3/ J F. DE LA TORRE (AULA 1N1)	T6_1. Análisis límite de estructuras S. HUERTA	P6_1. Análisis límite de estructuras S. HUERTA P.FUENTES	PFM7 A. BERNABEU (AULA 1N1)
27 13-15 MAYO	PFM4/V. QUINTAS (AULA 1N1) PFM5/ J. CONDE (AULA 1N1)	T6_1. Análisis límite de estructuras S. HUERTA	P6_1. Análisis límite de estructuras S. HUERTA P.FUENTES	PFM8 J. REY (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
28 20-22 MAYO		T6_1. Análisis límite de estructuras S. HUERTA	P6_1. Análisis límite de estructuras S. HUERTA P.FUENTES	
29 27-29 MAYO		T6_4. Intervención cimentaciones construidas J.M. RODRÍGUEZ C. RODRÍGUEZ ZUGASTI P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE	P6_4. Intervención cimentaciones construidas J.M. RODRÍGUEZ C. RODRÍGUEZ ZUGASTI P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE	
29 3-5 JUNIO		T6_3. Diagnósis consolidación estructuras históricas A. MAS-GUINDAL	P6_3. Diagnósis consolidación estructuras históricas A. MAS-GUINDAL	

Martes		Miércoles		
Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)	CONFERENCIAS/ SEMINARIOS/ VISITAS	Teoría (15,30–18,00)	Práctica (18,30–21,30)
T6_2. Historia construcción y estructuras S. HUERTA	P6_2. Historia construcción y estructuras S. HUERTA P.FUENTES	CONFERENCIA 6	T6_3. Diagnóstico consolidación estructuras históricas A. MAS-GUINDAL	P6_3. Diagnóstico consolidación estructuras históricas A. MAS-GUINDAL
T6_2. Historia construcción y estructuras S. HUERTA	P6_2. Historia construcción y estructuras S. HUERTA P.FUENTES	FIESTA	FIESTA	FIESTA
T6_2. Historia construcción y estructuras S. HUERTA	P6_2. Historia construcción y estructuras S. HUERTA P.FUENTES	SEMINARIO	T6_3. Diagnóstico consolidación estructuras históricas A. MAS-GUINDAL	P6_3. Diagnóstico consolidación estructuras históricas A. MAS-GUINDAL
T6_4. Intervención cimentaciones construidas J.M. RODRÍGUEZ C. RODRÍGUEZ ZUGASTI P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE	P6_4. Intervención cimentaciones construidas J.M. RODRÍGUEZ C. RODRÍGUEZ ZUGASTI P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE	SEMINARIO	T6_4. Intervención cimentaciones construidas J.M. RODRÍGUEZ C. RODRÍGUEZ ZUGASTI P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE	P6_4. Intervención cimentaciones construidas J.M. RODRÍGUEZ C. RODRÍGUEZ ZUGASTI P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE

Módulo 7. Estructuras espaciales Aula seminario Dpto. de Estructuras

SEMANA	Lunes			SEMINARIOS PFM
	SEMINARIOS PFM	(15,30–18,15)	(18,45–21,30)	
26 6-8 MAYO	PFM3/ J F. DE LA TORRE (AULA 1N1)	T7_1. Análisis avanzado de estructuras V. QUINTAS	T7_3.Estructuras tensadas y espaciales de barras. J. RIVAS	PFM7 A. BERNABEU (AULA 1N1)
27 13-15 MAYO	PFM4/V. QUINTAS (AULA 1N1) PFM5/ J. CONDE (AULA 1N1)	T7_1. Análisis avanzado de estructuras V. QUINTAS	T7_3.Estructuras tensadas y espaciales de barras. J. RIVAS	PFM8 J. REY (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
28 20-22 MAYO		T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras V. QUINTAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas J. ANTUÑA/ J. L. FDEZ-CABO	
29 27-29 MAYO		T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras V. QUINTAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas J. ANTUÑA/ J. L. FDEZ-CABO	
30 3-5 JUNIO		T7_1. Análisis avanzado de estructuras V. QUINTAS	T7_3.Estructuras tensadas y espaciales de barras. J. RIVAS	

Martes		Miércoles		
(15,30–18,15)	(18,45–21,30)	CONFERENCIAS/ SEMINARIOS/ VISITAS	(15,30–18,15)	(18,45–21,30)
T7_1. Análisis avanzado de estructuras V. QUINTAS	T7_3.Estructuras tensadas y espaciales de barras. J. RIVAS	SEMINARIO	T7_1. Análisis avanzado de estructuras V. QUINTAS	T7_3.Estructuras tensadas y espaciales de barras. J. RIVAS
T7_1. Análisis avanzado de estructuras V. QUINTAS	T7_3.Estructuras tensadas y espaciales de barras. J. RIVAS	FIESTA	FIESTA	FIESTA
T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras V. QUINTAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas J. ANTUÑA/ J. L. FDEZ-CABO	SEMINARIO	T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras V. QUINTAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas J. ANTUÑA/ J. L. FDEZ-CABO
T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras V. QUINTAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas J. ANTUÑA/ J. L. FDEZ-CABO	SEMINARIO	T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras V. QUINTAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas J. ANTUÑA/ J. L. FDEZ-CABO

Tabla resumen de prácticas

PRÁCTICAS	ENUNCIADO	ENTREGA en MOODLE	NOTAS
P0_1	EJERCICIOS EN CLASE		
P0_2 Cype	16 octubre	2 noviembre	12 noviembre
P0_2 Sap	31 octubre	16 noviembre	26 noviembre
PFM_1	17 octubre	26 octubre	no se evalúa
P1_1	EJERCICIO EN CLASE		
P1_2 (PFM)	17 octubre	10 diciembre	14 enero
P1_3	21 noviembre	14 diciembre	14 enero
P1_4	10 diciembre	21 diciembre	14 enero
P1_5	1 diciembre	18 enero	28 enero
P2 (1)	14 enero	1 febrero	11 febrero
P2 (2)	21 enero	22 febrero	4 marzo
P2 (3)	18 febrero	15 marzo	25 marzo
P2 (4)	11 marzo	12 abril	22 abril
P2 (5)	8 abril	3 mayo	13 mayo

P3_1	EJERCICIO EN CLASE		
P3_2	26 febrero	15 marzo	25 marzo
P3_3	7 febrero	8 marzo	18 marzo
P4 (1)	16 enero	8 febrero	18 febrero
P4 (2)	6 febrero	1 marzo	11 marzo
P4 (3)	27 febrero	22 marzo	1 abril
P4 (4)	20 marzo	19 abril	29 abril
P4 (5)	23 abril	10 mayo	20 mayo
P5_1	16 abril	17 mayo	27 mayo
P5_2	2 abril	26 abril	6 mayo
P6_1,2,3	6 mayo	7 junio	17 junio
P6_4	27 mayo	7 junio	17 junio
P7_1,2	20 mayo	7 junio	17 junio
P7_3	EJERCICIO EN CLASE		

NOTA 1: Sólo se admitirán prácticas entregadas en MOODLE dentro del plazo indicado. En ningún caso se aceptarán prácticas atrasadas. El alumno entregará el trabajo en el estado en que esté.

NOTA 2: En el caso de los módulos 2 y 4 las prácticas son de módulo, en el resto son por asignaturas.

5. Realización del Máster: uno ó dos años

Un año (dedicación exclusiva)

Se cursará el Máster completo, incluyendo el Proyecto Fin de Máster (se elige entre el módulo M6 y M7)

Dos años (dedicación parcial): Primer año

Se cursarán los módulos troncales M0, M1, M2 y M3 (36 cr.)

Dos años (dedicación parcial): Segundo año

Se cursarán los módulos troncales M4 y M5 y un módulo optativo (M6 ó M7).

Notas

