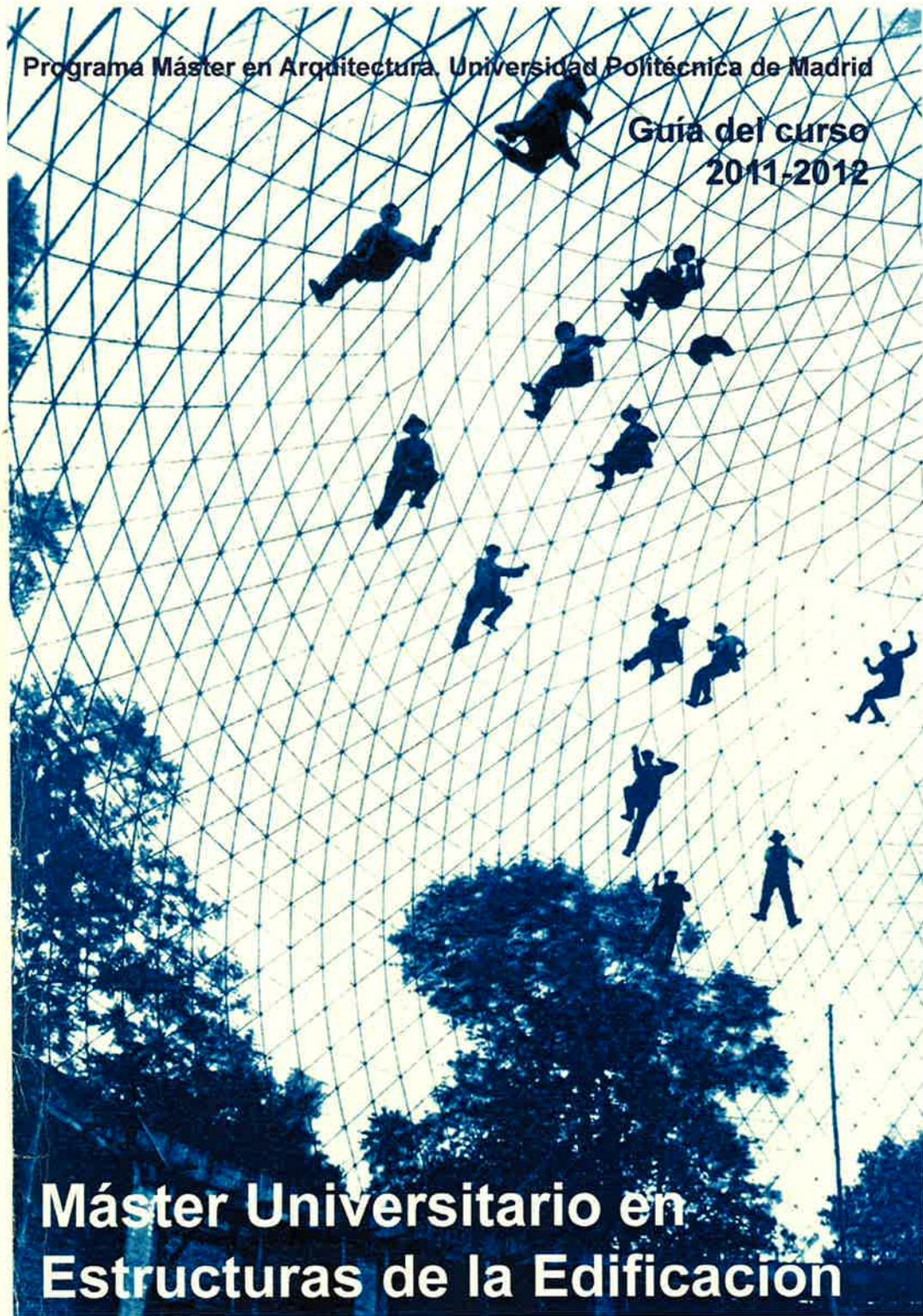


Programa Máster en Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid

Guía del curso  
2011-2012



**POLITÉCNICA**

**E. T. S. de Arquitectura de Madrid**

# **Máster Universitario en Estructuras de la Edificación**



**Máster Universitario en  
Estructuras de la Edificación**



**Notas**

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

**Máster Universitario en  
Estructuras de la Edificación**

Guía del Curso 2011-2012

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

**Máster Oficial en Estructuras de Edificación**

**Curso 2011-2012**

**Coordinador:**

Santiago Huerta Fernández

**Secretario:**

Jorge Conde Conde

**Profesores:**

Antuña Bernardo, Joaquín	Nuere Matauco, Enrique
Aroca Hernández-Ros, Ricardo	Ortiz Herrera, Jesús M <sup>a</sup>
Avila Jalvo, José Miguel	Quintas Ripoll, Valentín
Bernabeu Larena, Alejandro	Río Vega, M <sup>a</sup> Concepción del
Castañon Cristobal, Fernando	Rodríguez de Rivas, Juan
Cervera Bravo, Jaime	Rodríguez Santiago, Jesús
Conde Conde, Jorge	Rodríguez Ortiz, José M <sup>a</sup>
Fernández Cabo, José Luis	Rodríguez Zugasti, César
Fuentes González, Paula	Rguez-Monteverde Cantarell, Pilar
García Gamallo, Ana M <sup>a</sup>	Salva Prieto, Juan Carlos
González Cárceles, Juan	San Salvador Ageo, Luis
Huerta Fernández, Santiago	Torre Calvo, Juan Francisco de la
Mas-Guindal Lafarga, Antonio	Vega Catalán, Luis
Miguel Rodríguez, José Luis de	Villa Cellino, Julia

## 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).

## APÉNDICE: Definiciones y “números gordos”

### Definiciones (directrices de Bolonia):

*1 año de trabajo total del alumno* = 75 créditos europeos (ECTS, European Credit Transfer System)

(La aplicación de las directrices de Bolonia viene especificada, para España, en el Real Decreto 1125/2003 de 5 de septiembre. BOE 19/09/2003)

*1 crédito ECTS* = 25 horas de trabajo total del alumno.

- Por tanto el presente Máster supone 1.875 horas de trabajo total del alumno (incluyendo clases lectivas, seminarios, trabajo individual, etc.). Esto supone una dedicación media semanal del alumno de 42 horas/semana, englobando todas las semanas. En nuestro caso en el período lectivo hay 18 horas/semana de clase; por tanto, en cada semana se espera que el alumno dedique unas 25 horas de trabajo personal, además de las clases.

### Profesores invitados:

Addis, Bill

Benavent Climent, Amadeo

Bernabeu Larena, Jorge

Brufau, Robert

Castro, David

Heyman, Jacques

Inglés Musoles, Fernando

Motro, René

Nuere, Enrique

Ochsendorf, John

Peters, Tom F.

Prada Poole, José Miguel

Rey, Juan

### Secretario de organización:

Fabián López Ulloa

P3_1	EJERCICIO EN CLASE		
P3_2	17 enero	3 febrero	13 febrero
P3_3	7 febrero	25 febrero	5 marzo
P4 (1)	11 enero	3 febrero	13 febrero
P4 (2)	1 febrero	17 febrero	27 febrero
P4 (3)	15 febrero	9 marzo	19 marzo
P4 (4)	7 marzo	13 abril	23 abril
P4 (5)	23 abril	25 mayo	4 junio
P5_1	28 febrero	23 marzo	2 abril
P5_2	26 marzo	20 abril	30 abril
P6_1,2,3	9 abril	11 mayo	21 mayo
P6_4	7 mayo	18 mayo	28 mayo
P7_1,2	9 abril	11 mayo	21 mayo
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.

## Tabla resumen de prácticas

PRÁCTICAS	ENUNCIADO	ENTREGA en MOODLE	NOTAS
P0_SAP	29 septiembre	21 octubre	3 octubre
PFM_1	26 septiembre	24 octubre	no se evalúa
PFM_2	24 octubre	16-18 mayo (exposición oral)	
P1_1	EJERCICIO EN CLASE		
P1_2	25 octubre	18 noviembre	28 noviembre
P1_3	26 octubre	25 noviembre	5 diciembre
P1_4	16 noviembre	2 diciembre	12 diciembre
P1_5	23 noviembre	16 diciembre	9 enero
P2 (1)	12 diciembre	13 enero	23 enero
P2 (2)	9 enero	27 enero	6 febrero
P2 (3)	23 enero	10 febrero	20 febrero
P2 (4)	6 febrero	2 marzo	12 marzo
P2 (5)	19 marzo	30 marzo	9 abril

## Índice

1. Preámbulo 5
  2. Organización docente 9
  3. Organización de clases lectivas: Módulos y asignaturas 14
  4. Calendario por semanas y asignaturas 20
  5. Realización del Máster: uno o dos años 34
- Apéndice: definiciones y "números gordos" 34

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*

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	CONFERENCIA 6	T7_1. Análisis avanzado de estructuras V. QUINTAS	T7_3. Estructuras tensadas y espaciales de barras. J. RIVAS
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

Módulo 7. Estructuras espaciales Aula seminario Dpto. de Estructuras

SEMANA	Lunes			SEMINARIOS PFM
	SEMINARIOS PFM	(15,30-18,15)	(18,45-21,30)	
25 9-11 ABRIL	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  J. L. FDEZ-CABO (AULA 1N1)
26 16-18 ABRIL	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/A. BERNABEU (AULA 1N1)  PFM9/L. SAN SALVADOR (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
27 23-25 ABRIL		T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras  V. QUINTAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas  J. ANTUÑA/ J. L. FDEZ-CABO	
28 7-9 MAYO		T7_2. Estructuras espaciales: cáscaras  V. QUINTAS	T7_4.Aplicaciones de herramientas matemáticas  J. ANTUÑA/ J. L. FDEZ-CABO	

### 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

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	SEMINARIO	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	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	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 6. Estructuras históricas Aula 1N1

SEMANA	Lunes			SEMINARIOS PFM
	SEMINARIOS PFM	Teoría (15,30-18,00)	Práctica (18,30-21,30)	
25 9-11 ABRIL	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 J. L. FDEZ-CABO (AULA 1N1)
26 16-18 ABRIL	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/A. BERNABEU (AULA 1N1) PFM9/L. SAN SALVADOR (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
27 23-25 ABRIL		T6_1. Análisis límite de estructuras S. HUERTA	P6_1. Análisis límite de estructuras S. HUERTA P.FUENTES	
28 7-9 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	

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,

T5_1. Estructuras de Madera E. NUERE J.L. FERNÁNDEZ CABO	P5_1. Estructuras de Madera E. NUERE (A) J. L.FERNÁNDEZ-CABO(B)	SEMINARIO	T4_3. Uniones J. ORTIZ	P4_3. Uniones J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T5_1. Estructuras de Madera E. NUERE J.L. FERNÁNDEZ CABO	P5_1. Estructuras de Madera E. NUERE (A) J. L.FERNÁNDEZ-CABO(B)	CONFERENCIA 5	T4_3. Uniones J. ORTIZ	P4_3. Uniones J.CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T5_1. Estructuras de Madera E. NUERE J.L. FERNÁNDEZ CABO	P5_1. Estructuras de Madera E. NUERE (A) J. L.FERNÁNDEZ-CABO(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)	SEMINARIO	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)

21 5-7 MARZO	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)
22 12-14 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)	PFM7  J. L. FDEZ-CABO (AULA 1N1)
23 19-21 MARZO	PFM4/V. QUINTAS (AULA 1N1)  PFM5/ J. CONDE (AULA 1N1)	T2_2.Hormigón, armaduras postesas.  A. BERNABÉU	P2_2. Hormigón, armaduras postesas  A. BERNABÉU (A) F. CASTAÑÓN (B)	PFM3/A. BERNABEU (AULA 1N1)  PFM9/L. SAN SALVADOR (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
24 26-28 MARZO	PFM1/MAS-GUINDAL (AULA 1N1)  PFM2/ J ANTUÑA (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)	T5_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque.  M. CONCEPCIÓN DEL RÍO	PS_2. Estr. fábrica ladrillo y bloque  L. VEGA (A) M. CONCEPCIÓN DEL RÍO (B)	PFM6  S. HUERTA (AULA 1N1)

## 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, dosieres 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 septiembre-mayo
- PFM, fase terminación, mayo, junio y principios de julio
- PFM, defensa oral pública, (dos convocatorias: julio y octubre)

### 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

T3_2. Bases M.E.F. Programas. L. SAN SALVADOR S. HUERTA	P3_2. Bases M.E.F. Programas L. SAN SALVADOR (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_3. Normativa sismorresistente J.F. DE LA TORRE	P3_3. Normativa sismorresistente J. F. DE LA TORRE (A) L. SAN SALVADOR (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) L. SAN SALVADOR (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_3. Normativa sismorresistente J.L. DE MIGUEL	P3_3. Normativa sismorresistente J. F. DE LA TORRE (A) L. SAN SALVADOR (B)	SEMINARIO	T4_1. Estructuras de acero y mixtas J. CONDE	P4_3. Uniones J. CONDE(A) A. BERNABÉU (B)
T5_1. Estructuras de Madera E. NUERE J.L. FERNÁNDEZ CABO	P5_1. Estructuras de Madera E. NUERE (A) J. L. FERNÁNDEZ- CABO(B)	SEMINARIO	T4_3. Uniones J. ORTIZ	P4_3. Uniones J. CONDE(A) A. BERNABÉU (B)

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

16 30-1 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)	PFM7 J. L. FDEZ-CABO (AULA 1N1)
17 6-8 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)	PFM8/A. BERNABEU (AULA 1N1)  PFM9/L. SAN SALVADOR (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
18 13-15 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)	PFM6 S. HUERTA (AULA 1N1)
19 20-23 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)	PFM7 J. L. FDEZ-CABO (AULA 1N1)
20 27-29 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)	PFM8/A. BERNABEU (AULA 1N1)  PFM9/L. SAN SALVADOR (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)

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.

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_2. Perfiles de pequeño espesor  L. SAN SALVADOR	P4_2. Perfiles acero pequeño espesor  J. ANTUÑA (A) L. SAN SALVADOR (B)
T3_1.Fundamentos análisis estructural  S. HUERTA	P3_1. Fundamentos análisis estructural  S.HUERTA (A) P.FUENTES(B)	SEMINARIO	T4_2. Perfiles de pequeño espesor  L. SAN SALVADOR	P4_2. Perfiles acero pequeño espesor  J. ANTUÑA (A) L. SAN SALVADOR (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_2.Bases M.E.F. Programas.  L. SAN SALVADOR S. HUERTA	P3_2. Bases M.E.F. Programas  L. SAN SALVADOR (A) J. RODRÍGUEZ DE RIVAS (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_2.Bases M.E.F. Programas.  L. SAN SALVADOR S. HUERTA	P3_2. Bases M.E.F. Programas  L. SAN SALVADOR (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)

**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 12-14 DICIEMBRE	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/L. SAN SALVADOR (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
12 19-21 DICIEMBRE	PFM1/MAS- GUINDAL (AULA 1N1)  PFM2/ J ANTUÑA (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)	T2_3. Patología hormigón estructural  J. L DE MIGUEL	P2_3. Patología hormigón estructural  J. C. SALVÁ (A) F. CASTAÑÓN (B)	PFM6  S. HUERTA (AULA 1N1)
13 9-11 ENERO	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  J. L. FDEZ-CABO (AULA 1N1)
14 16-18 ENERO	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/A. BERNABEU (AULA 1N1)  PFM9/L. SAN SALVADOR (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
15 23-25 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)

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

Director: Antonio Mas-Guindal Lafarga

Tutores: J. Antuña Bernardo, A. Bernabeu Larena, J. Conde Conde, J. L. Fernández Cabo, S. Huerta Fernández, A. Mas-Guindal Lafarga, V. Quintas Ripoll, L. San Salvador Ageo, 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 2012 se realizará la defensa oral pública del Proyecto de Estructura Fin de Máster, en primera convocatoria. La segunda convocatoria será en septiembre. Si no se aprueba en estas convocatorias, el alumno se puede matricular el curso siguiente para las convocatorias de Febrero, Julio y Septiembre, pagando las correspondientes tasas de matrícula. En la matrícula 2011-2012 entran dos convocatorias: Julio y Octubre. Aquellos que se matriculen para el curso siguiente tendrán tres convocatorias: Febrero, Julio y Octubre. 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)

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)
FIESTA	FIESTA	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)	FIESTA	FIESTA	FIESTA
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_4. Reconocimiento del terreno  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_4. Reconocimiento del terreno  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE (B)
T1_4. Reconocimiento del terreno  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_4. Reconocimiento del terreno  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) P. RODRÍGUEZ-MONTEVERDE (B)	SEMINARIO	T1_5. Estructuras de cimentación  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI	P1_5. Estructuras de cimentación  C. RODRÍGUEZ ZUGASTI (A) A. M. GAMALLO (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)

**Módulo 1. General. Cimentaciones**

SEMANA	Lunes			SEMINARIOS PFM
	SEMINARIOS PFM	Teoría (15,30-18,00)	Práctica (18,30-21,30)	
5 24-26 OCTUBRE	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)
6 2 NOVIEMBRE	FIESTA	FIESTA	FIESTA	FIESTA
7 7-8 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 J. L. FDEZ-CABO (AULA 1N1)
8 14-16 NOVIEMBRE	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/A. BERNABEU (AULA 1N1) PFM9/L. SAN SALVADOR (AULA SEMINARIO ESTRUCTURAS)
9 21-23 NOVIEMBRE	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 28-30 NOVIEMBRE	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 J. L. FDEZ-CABO (AULA 1N1)

**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 (septiembre 2011 a julio 2012)**

Sem	L	M	X
1	M0		
2			
3	Módulo Fundamental		
4		[10 cr]	
5	M1		
6			
7	General. Proyecto. Normativa		
8		Cimentaciones	
9		[10 cr]	
10	M2	M3	M4
11			
12			
13		Fundamentos	
14		Aplicaciones y	
15		Programas	
16	Hormigón	[6 cr]	Acero
17	[10 cr]		[10 cr]
18			
19		M5	
20			
21		Madera y	
22		fábrica	
23		[6 cr]	
24	M6 ó M7		
25		Especialización	
26		[8 cr]	
27			
28		Workshop	
29		Finalización PFM	
38		[15 cr]	

**Asignación docente del profesorado**

**MÓDULOS TRONCALES**

**M0 Fundamental**

Antuña, Joaquín; Bernabeu, Alejandro; Conde, Jorge; Fernández-Cabo, José Luis; Fuentes, Paula; Huerta, Santiago; San Salvador, Luis

**M1 General y cimentaciones (10 cr)**

**1\_1 Modelos estructurales: bases de la normativa**

Teoría: Miguel, José Luis de

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

**1\_2 La estructura en el proyecto arquitectónico**

Teoría: Huerta, Santiago

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

**1\_3 Control de estructuras: Incendio**

Teoría: Villa, Julia

Práctica: Vega, L.; Bernabeu, A.

**1\_4 Reconoc. terreno y est.geotécnicos. Exc.urbanas**

Teoría: Rodríguez Zugasti, César

Práctica: Rodríguez Zugasti, C.; G<sup>a</sup> Gamallo, A. M<sup>a</sup>

**1\_5 Proyecto de estructuras de cimentación**

Teoría: Rodríguez Zugasti, César

Práctica: Rodríguez Zugasti, C.; G<sup>a</sup> Gamallo, A. M<sup>a</sup>

**M2 Hormigón (10 cr.)**

**2\_1 Estructuras de hormigón armado y pretensado**

Teoría: Rodríguez Santiago, Jesús

Práctica: Antuña, J.; Castañón, F.

**2\_2 Estructuras de hormigón con armaduras postesas**

Teoría: Bernabeu Larena, Alejandro

Práctica: Bernabeu, A.; Castañón Cristóbal, F.

**2\_3 Patologías de hormigón estructural**

Teoría: Miguel, José Luis de

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

**2\_4 Refuerzo de estructuras de hormigón**

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**

Teoría: Huerta, S.

Práctica: Huerta, S.; Fuentes, P.

**3\_2 Bases del método de elementos finitos: el enfoque del equilibrio, programas**

Teoría: Huerta, S.; San Salvador, Luis

Práctica: San Salvador, L.; Rodríguez de Rivas, J.

**3\_3 Aplicación de la normativa sismorresistente**

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

Práctica: San Salvador, L.; de la Torre Calvo, J. F.

Martes	Miércoles
(15,30-20,00)	(15,30-20,00)
Programa dimensionado TRICALC  J. CONDE	Programa MEF SAP2000  L. SAN SALVADOR P. FUENTES
Programa dimensionado CYPECAD  A. BERNABÉU	Programa MEF SAP2000  L. SAN SALVADOR P. FUENTES
Fundamentos de mecánica del suelo  C. RGUEZ. ZUGASTI	FIESTA
Fundamentos de mecánica del suelo  C. RGUEZ. ZUGASTI	Programa MEF SAP2000  L. SAN SALVADOR P. FUENTES

**Módulo 0. Fundamental**

SEMANA	Lunes	
	(15,30-18,00)	(18,30-20,30)
1 26-29 SEPTIEMBRE	INAUGURACIÓN (12:00) SALÓN DE ACTOS	Conferencia "Estructura y arquitectura"  R. AROCA
	Teoría fundamental de estructuras 1  S. HUERTA	
2 3-5 OCTUBRE	Teoría fundamental de estructuras 2  S. HUERTA	Conferencia "Las estructuras de Eduardo Torroja"  J. ANTUÑA
3 10-11 OCTUBRE	Teoría fundamental de estructuras 3  S. HUERTA	Conferencia "Proyecto de estructuras: casos de estudio"  J. CONDE
4 17-19 OCTUBRE	Teoría fundamental de estructuras 4  S. HUERTA	Conferencia "La estructura en la arquitectura contemporánea"  A. BERNABEU

**M4 Acero (10)**

- 4\_1 Estructuras de acero y mixtas de acero hormigón  
Teoría: Conde, J.  
Práctica: Conde, J.; Bernabeu, A.
- 4\_2 Estructuras de perfiles de acero de pequeño espesor  
Teoría: San Salvador Ageo, Luis  
Práctica: San Salvador, L.; Antuña, J.
- 4\_3 Análisis en rotura: placas .pórticos. Proyecto uniones  
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.  
Práctica: Nuere, E.; Fdez Cabo, J.L.
- 5\_2 Estructuras de fábrica de ladrillo y bloque  
Teoría: Río Vega, Ma. Concepción  
Práctica: Vega, L., Río Vega, Ma. C.

**MÓDULOS DE ESPECIALIZACIÓN**

**M6 Estructuras históricas (8)**

- 6\_1 Análisis límite de estructuras de fábrica y madera  
Teoría: Huerta, Santiago  
Práctica: Huerta, Santiago; Fuentes, Paula
- 6\_2 Historia de la construcción y de las estructuras  
Teoría: Huerta, Santiago  
Práctica: Huerta, Santiago; Fuentes, Paula
- 6\_3 Diagnóstico y consolidación de estructuras históricas  
Teoría y Práctica: Mas Guindal, Antonio
- 6\_4 Intervención en cimentaciones construidas  
Teoría: Rguez-Monteverde, P., Rguez Ortiz, J. M.  
Práctica: Rodríguez-Monteverde, Pilar

**M7 Estructuras espaciales (8)**

- 7\_1 Análisis avanzado de estructuras: aplicaciones  
Teoría y Práctica: Quintas Ripoll, V.
- 7\_2 Estructuras espaciales: cáscaras  
Teoría y Práctica: Quintas Ripoll, V.
- 7\_3 Estructuras tensadas y espaciales de barras  
Teoría y Práctica: Rodríguez de Rivas, J.
- 7\_4 Aplicaciones de herramientas matemáticas  
Teoría y Práctica: Fernández Cabo, José Luis; Antuña Bernardo, Joaquín

#### 4. Calendario por semanas y asignaturas