



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Diligencia para hacer constar que las siguientes páginas de este documento se corresponden con la información que consta en la Secretaria de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla relativa al programa oficial de la asignatura “Estructuras” (50330004) del curso académico “2009-2010”, de los estudios de “Máster en Diseño y Desarrollo de Productos e Instalaciones Industriales (D.05)”.

Regina M<sup>a</sup> Nicaise Fito

Gestora de Centro

Código:PFIRM770MILHBFw3GROXDRKLEnYV.  
Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <https://pfirma.us.es/verifirma>

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	21/05/2018
ID. FIRMA	PFIRM770MILHBFw3GROXDRKLEnYV	PÁGINA	1/7



## CURSO ACADÉMICO 2008/2009

Escuela Universitaria Politécnica

Dep. Mecánica de los Medios Continuos, Teoría de Estructuras e Ingeniería del T.

Estructuras

## DATOS BÁSICOS DE LA ASIGNATURA

**Titulación:** MÁSTER DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS E INSTALACIONES INDUSTRIALES (2008)  
**Nombre:** Estructuras  
**Código:** 50330004 **Año del plan de estudio:** 2008  
**Tipo:** Obligatoria  
**Créditos totales (LRU):** 0,00 **Créditos LRU teóricos:** 0,00 **Créditos LRU prácticos:** 0,00  
**Créditos totales (ECTS):** 4,00 **Créditos ECTS teóricos:** 3,50 **Créditos ECTS prácticos:** 0,50  
**Horas de trabajo del alumno por crédito ECTS:** 26,66  
**Curso:** 0 **Cuatrimestre:** 1<sup>o</sup> **Ciclo:** 2

## DATOS BÁSICOS DE LOS PROFESORES

Nombre	Departamento	Despacho	email
ENRIQUE JOSE NIETO GARCIA	Mecánica de los Medios Continuos	B.19	teycieup@us.es
FERNANDO FERNANDEZ ANCIO	Mecánica de los Medios Continuos	B.19	teycieup@us.es

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

## 1. Descriptores:

Método de los elementos finitos. Método de elementos de contorno. Análisis no lineal.

## 2. Situación:

**2.1. Conocimientos y destrezas previos:**

Se considera que el alumno debe conocer en primer lugar todas las formas de aplicación del Equilibrio Estático a los conjuntos de sólidos, así como los conceptos fundamentales tanto de la Mecánica como de la Elasticidad, de la Resistencia de Materiales y del Cálculo Matricial de estructuras así como de los conceptos desarrollados en los contenidos genéricos de la Teoría de Estructuras.

**2.3. Recomendaciones:**

Es necesario un conocimiento de la operatoria matricial y conocimientos de álgebra y de cálculo matemático.

## 3. Competencias:

**3.1. Competencias transversales/genéricas:**

- 1: Se entrena débilmente.
- 2: Se entrena de forma moderada.
- 3: Se entrena de forma intensa.
- 4: Entrenamiento definitivo de la competencia (no se volverá a entrenar después).

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	21/05/2018
ID. FIRMA	PFIRM770MILHBFw3GROXDRKLEnYV	PÁGINA	2/7

Competencias	Valoración				
	Referencia	1	2	3	4
Capacidad de generar nuevas ideas		✓			
Inquietud por la calidad					✓

### Observaciones sobre las competencias:

Genéricas o transversales a los dos Itinerarios Curriculares

#### -Cognitivas(saber):

Analizar sistemas utilizando las leyes de conservación de las propiedades extensivas: 4

Aplicar conocimientos de matemáticas, química, física e Ingeniería: 4

Comparar, seleccionar y concebir alternativas técnicas: 2

Diseñar operaciones y procesos en los que intervengan materiales complejos: 0

Diseñar sistemas de manipulación y transporte de fluidos: 0

Identificar tecnologías emergentes: 2

Integrar diferentes operaciones y procesos: 2

Planificar investigación aplicada: 4

Realizar estudios bibliográficos y sintetizar resultados: 4

Estimar, evaluar e interpretar propiedades físico-químicas y modelos de interés en la Formulación e Ingeniería de Materiales Complejos: 2

Habilidades computacionales y de procesamiento y análisis de datos: 4

Analizar e interpretar datos experimentales obtenidos en el laboratorio y relacionarlos con teorías apropiadas: 3

#### -Procedimentales/Instrumentales(saber hacer):

Calcular: 4

Concebir: 2

Diseñar: 2

Optimizar: 3

Planificar: 3

#### -Actitudinales(ser):

Confianza decisión: 2

Excelencia: 2

Iniciativa: 2

Mentalidad creativa: 2

Responsabilidad: 2

### 3.2. Competencias específicas:

#### - Específicas del Itinerario de Instalaciones Industriales:

Afrontar de modo creativo y riguroso el proceso proyectual de instalaciones industriales: 2

Diseñar medidas correctoras en relación a problemas proyectuales de vibraciones y ruidos: 2

#### - Específicas del Itinerario de Diseño y Desarrollo de Productos:

Diseñar y desarrollar productos integrados con el usuario desde la perspectiva antropométrica, biomecánica, cognitiva y cultural: 2

Diseñar y desarrollar productos que incorporen innovaciones procedentes de factores culturales, tecnológicos y de nuevos materiales: 3

Experimentación en el proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos.

Desarrollar innovaciones, trasladarla a nuevos productos y realizar un plan de empresa que permita la implantación de nuevas actividades empresariales: 1

Desarrollar prototipos rápidos de productos en el proceso de diseño y desarrollo: 1

Gestionar bajo criterios de mejora continua el proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos: 1

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica: 4

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	21/05/2018
ID. FIRMA	PFIRM770MILHBFw3GROXRKLEnYV	PÁGINA	3/7

Habilidades de investigación: 4

Preocupación por la calidad: 4

#### 4. Objetivos:

La asignatura está planteada como una ampliación de los contenidos de la Teoría de Estructuras clásica, de manera que permite al alumno conocer metodologías de cálculo más complejas. Se pretende dar al alumno una formación en los procedimientos de cálculo de estructuras más recientes y que aportan:

- En el caso del M.E.F. y de los Elementos de Contorno una metodología para el análisis del comportamiento mecánico de los medios continuos y que no se puede realizar con los modelos de estructuras de barras, resolubles por la metodología matricial.
- En el caso de la metodología de análisis no lineal una formación para la resolución de estructuras donde se produce una relación no lineal entre esfuerzos y deformaciones. Es una iniciación al análisis de segundo orden que están preconizando cada vez con mayor profundidad las normativas de cálculo de estructuras.

Es una asignatura cuyo objetivo general es que el alumno adquiera un conocimiento sobre los métodos numéricos para el análisis del medio continuo aplicados a la ingeniería de estructuras.

#### 5. Metodología:

Número de horas de trabajo del alumno:

Clases teóricas: 12

Clases prácticas: 2

Exposiciones y seminarios: 2

Realización de actividades académicas dirigidas:

A) Con presencia del profesor:

B) Sin presencia del profesor: 44,64

Otro trabajo personal Autónomo:

A) Horas de estudio: 20

B) Preparación de Trabajo Personal: 20

Realización de exámenes:

Examen escrito: 4

Trabajo total del estudiante: 106,64

#### 5.a Número de horas de trabajo del alumno

PRIMER SEMESTRE. Actividades y horas:

- Teoría (Horas presenciales + Horas no presenciales = Total de horas):  $12,00 + 12,00 = 24,00$
- Prácticas (Horas presenciales + Horas no presenciales = Total de horas):  $2,00 + 2,00 = 4,00$
- Exámenes (Total de horas): 4,00
- Exposición (Horas presenciales + Horas no presenciales = Total de horas):  $44,64 + 0,00 = 44,64$
- Trabajo de curso (Horas presenciales + Horas no presenciales = Total de horas):  $28,00 + 0,00 = 28,00$

#### 6. Técnicas Docentes:

Sesiones académicas teóricas: [X]

Exposición y debate: [X]

Tutorías especializadas: [X]

Sesiones académicas prácticas: [X]

Visitas y excursiones: []

Controles de lecturas obligatorias: []

Otras:

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	21/05/2018
ID. FIRMA	PFIRM770MILHBFw3GROXDRKLEnYV	PÁGINA	4/7

**DESARROLLO Y JUSTIFICACIÓN**

Es una asignatura cuyos contenidos obligan al alumno a desarrollar un trabajo personal significativo y que precisa de un nivel de conocimientos avanzados sobre elasticidad.

**7. Bloques Temáticos:**

- Un bloque de nivel básico sobre El Método de los Elementos Finitos.
- Un bloque de nivel introductorio sobre Elementos de contorno.
- Un bloque de nivel introductorio sobre Análisis No Lineal.

**8. Bibliografía**

**8.2. Específica :**

- ARGUELLES, R. (1992) Fundamentos de Elasticidad y su programación por elementos finitos. Madrid. Editorial Bellisco.
- FORNONS, J.M<sup>a</sup>. (1982) El método de los Elementos Finitos en la Ingeniería de Estructuras. Edita: Univ. Politécnica de Barcelona.
- OÑATE, E. (1992) Cálculo de estructuras por el Método de los elementos finitos. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería.
- ARGÜELLES, R y otros. Estructuras de acero: cálculo. Editorial Bellisco. Madrid 2005.

**9. Técnicas de evaluación:**

Se plantea como aspecto importante la participación del alumno en el desarrollo de las clases. Se considera que la asistencia es especialmente importante en una asignatura de contenidos de un mayor nivel y por tanto donde la guía del profesor por el discurso del programa es más necesaria. Una asignatura con un ratio razonable de alumnos/profesor hace posible que una asistencia, sobre todo participativa y activa, del alumno sea muy fructífera. Por lo anterior se valorará la asistencia y la participación del alumno en el desarrollo de las clases

En la parte de métodos numéricos se considera importante que el alumno adquiera conocimientos de análisis aplicado del comportamiento del medio continuo elástico y por ello se evaluarán las actividades y trabajos planteados al alumno sobre tales contenidos. Podrán realizarse exámenes para evaluar los contenidos teóricos adquiridos por el alumno.

La realización de los trabajos que se propongan al alumno serán la base fundamental de la calificación final.

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN:**

- El estudiante deberá asistir a las clases y realizar los trabajos y actividades que se le propongan y por tanto se valorará la participación del alumno en el aula, en especial la asistencia a las clases teóricas y prácticas, mediante notas de clase, en función de cómo se desarrolle el programa a lo largo del curso. Se valorará la asistencia a las actividades complementarias relacionadas con la asignatura que se programen durante el curso. Los trabajos presentados y aprobados tendrán validez durante todo el curso académico
- El estudiante deberá poner de manifiesto el proceso de aprendizaje que va realizando y por tanto se valorará la correcta realización de los trabajos que se propongan a lo largo del curso.
- Para que el alumno asimile los conocimientos desarrollados en las sesiones teóricas presenciales se propondrán aplicaciones teóricas y numéricas basadas en las clases recientes, con el objetivo de propiciar un proceso de aprendizaje y para poder realizar un seguimiento del alumno. Los trabajos presentados y aprobados tendrán validez durante todo el curso académico.
- Se valorará la presentación de un trabajo individual y personalizado y que habrá de realizarse correctamente.
- La calificación final será un promedio ponderado de las calificaciones parciales antes referidas.

FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	21/05/2018
ID. FIRMA	PFIRM770MILHBFw3GROXDRKLEnYV	PÁGINA	5/7

10. Organización docente semanal (Número de horas que a ese tipo de sesión va a dedicar el estudiante cada semana)

H: Horas presenciales

HORAS SEMANALES	Teoría		Prácticas		Exposición		Trabajo de curso		Exámenes	Temario
	H	Total	H	Total	H	Total	H	Total		
Primer Semestre									Total	-
2ªSemana	6,00	12,00	1,00	2,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	-
3ªSemana	6,00	12,00	1,00	2,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	-
4ªSemana	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
5ªSemana	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
6ªSemana	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
7ªSemana	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
8ªSemana	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
9ªSemana	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
10ªSemana	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
11ªSemana	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
12ªSemana	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	2,00	2,00	0,00	-
13ªSemana	0,00	0,00	0,00	0,00	5,88	5,88	2,00	2,00	0,00	-
14ªSemana	0,00	0,00	0,00	0,00	5,88	5,88	2,00	2,00	0,00	-
15ªSemana	0,00	0,00	0,00	0,00	5,88	5,88	2,00	2,00	4,00	-
Nº total de horas	12,00	24,00	2,00	4,00	44,64	44,64	28,00	28,00	4,00	-

11. Temario desarrollado

TEMA 1: Visión general de los Métodos Numéricos en la Ingeniería. Aplicaciones de los Métodos Numéricos en Estructuras: Análisis no lineal, Análisis Dinámico, Estructuras Metálicas, Estructuras de Hormigón, Estructuras Mixtas y otros casos.

TEMA 2: Introducción al Método de los Elementos Finitos (MEF)

Aplicaciones del MEF. Planteamiento general del análisis mecánico del medio elástico continuo: principios fundamentales, ecuaciones de compatibilidad y condiciones de contorno. Conceptos generales del MEF: descripción del proceso, discretización, ensamblaje y análisis de resultados.

TEMA 3: Fundamentos de cálculo matricial de estructuras: matriz de rigidez, matriz de flexibilidad, coordenadas locales y globales, matriz de transformación, vector cargas y vector movimientos. Descripción del proceso de ensamblaje. Obtención de los vectores movimiento y sollicitación.

TEMA 4: Estado de tensiones en los medios continuos elásticos: aplicación al MEF. Formulación tensorial.

TEMA 5: Estado de deformaciones en los medios continuos elásticos: aplicación al MEF  
Formulación tensorial. Propiedades constitutivas de los materiales estructurales.

TEMA 6: Discretización de la estructura. Generación de mallas. Tipologías de elementos finitos. Aproximación de la función desplazamiento de los puntos interiores. Matriz tensión. Fuerzas nodales equivalentes.

TEMA 7: Las funciones de forma en el MEF

Requisitos de las funciones de forma: Compatibilidad, complitud y discontinuidad admisible. Aproximación polinomial de los corrimientos. Criterios de convergencia de las funciones de aproximación de los desplazamientos. Compatibilidad en las deformaciones. Proceso general del método. Aplicación a diferentes elementos: barra y triángulo.

TEMA 8: Formulación del elemento barra

Código:PFIRM770MILHHBfWw3GROXDRKLEnYV. Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <a href="https://pfirma.us.es/verifirma">https://pfirma.us.es/verifirma</a>			
FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	21/05/2018
ID. FIRMA	PFIRM770MILHHBfWw3GROXDRKLEnYV	PÁGINA	6/7

Obtención de la función de forma. Ecuaciones matriciales del M.E.F. Aplicación del P.T.V. para la obtención de la matriz de rigidez del elemento barra. Diferentes casos de carga.

Análisis de error.

TEMA 9: Los elementos finitos en elasticidad plana

Estado de tensión plana. Estado de deformación plana. Matriz de rigidez del elemento finito triangular. Ensamblaje. Condiciones de contorno. Fuerzas nodales equivalentes. Tensiones y deformaciones del elemento. Aplicaciones.

TEMA 10: Visión general del Método de los Elementos de Contorno. Aplicaciones en Ingeniería Mecánica.

TEMA 11. Concepto de análisis lineal. Linealidad mecánica y linealidad geométrica. Concepto de análisis no lineal. No linealidad mecánica y no linealidad geométrica.

TEMA 12. Análisis en 2º orden. Casuística general. Normativa aplicable. El caso particular de las estructuras metálicas y el concepto de imperfección.

TEMA 13. No linealidad geométrica. Sistemas prácticos de resolución. Estructura deformada. Sistemas de fuerzas equivalentes.

TEMA 14. Aplicación del cálculo no lineal al caso de estructuras de mallas de barras. Metodología.

TEMA 15. Aplicación del cálculo no lineal al caso de estructuras de membrana. Metodología.

### 13. Horarios de clases y fechas de exámenes

Los horarios y fechas de exámenes serán los acordados por la Junta de Facultad o Escuela y publicados por la misma

Código:PFIRM770MILHBFw3GROXDRKLEnYV. Permite la verificación de la integridad de este documento electrónico en la dirección: <a href="https://pfirma.us.es/verifirma">https://pfirma.us.es/verifirma</a>			
FIRMADO POR	REGINA NICAISE FITO	FECHA	21/05/2018
ID. FIRMA	PFIRM770MILHBFw3GROXDRKLEnYV	PÁGINA	7/7