

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Modelado de sistemas con alinealidades geométricas y de material

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Modelado de sistemas con alinealidades geométricas y de material
<b>Titulación</b>	05AR - Master Universitario en Ingeniería Sismica: Dinámica de Suelos y Estructura
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Semestre/s de impartición</b>	Primer semestre
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Código UPM</b>	53000943
<b>Nombre en inglés</b>	Modeling of systems with geometrical and material nonlinearities

## Datos Generales

<b>Créditos</b>	3	<b>Curso</b>	1
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Sismica: Dinámica de Suelos y Estructura no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Sismica: Dinámica de Suelos y Estructura no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Proyecto de estructuras de hormigón armado

Proyecto de estructuras metálicas

Cálculo de estructuras

## Competencias

---

- CE15 - El diseño de sistemas de refuerzo o disipación activa o pasiva para mejorar el comportamiento de los sistemas
- CE26 - Habilidad en la utilización de instrumentos informáticos como usuario avanzado
- CE3 - Modelos abstractos de suelos y estructuras.

## Resultados de Aprendizaje

---

- RA29 - Habilidad de abordar problemas reales, tanto de proyecto como de uso de sistemas comerciales
- RA38 - Modelización de estructuras, técnicas matemáticas de resolución de problemas dinámicos, enfoques deterministas y probabilistas del cálculo de estructuras
- RA73 - Conocimiento de las no linealidades debidas a la geometrías (grandes desplazamientos / grandes deformaciones),
- RA72 - Conocimiento de las no linealidades del material (plasticidad, hiperelasticidad y viscoplasticidad)
- RA70 - Entendimiento las diferentes fuentes del comportamiento no lineal de los sistemas estructurales y modelado computacional
- RA69 - Conocimientos necesarios para entender el comportamiento no-lineal de los sistemas estructurales
- RA41 - Métodos de cálculo lineales y no-lineales, simulaciones en ordenador, capacidad de interpretación en los dominios del tiempo y la frecuencia, tratamiento del riesgo y evaluación de la fiabilidad estructural.
- RA43 - Simulaciones en ordenador
- RA50 - Modelización de estructuras, técnicas matemáticas de resolución, enfoques deterministas y probabilistas del cálculo de estructuras
- RA74 - Conocimiento de procedimientos eficaces para simular las no-linealidades por elementos finitos
- RA14 - Tendencias actuales en la Ingeniería Sísmica y Dinámica de Estructuras
- RA32 - Modelización y análisis de estructuras industriales
- RA34 - Comprensión del origen de la normativa moderna basada en prestaciones
- RA36 - El alumno deberá ser capaz de escribir sencillos programas que resuelvan, de forma aproximada, las ecuaciones diferencias que aparecen en ingeniería estructural
- RA33 - Modelización y análisis de estructuras de edificación

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Alvarez Cabal, Ramon		ramon.alvarez@upm.es	L - 16:30 - 18:30
Benavent Climent, Amadeo (Coordinador/a)		amadeo.benavent@upm.es	

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

### Profesorado Externo

Nombre	e-mail	Centro de procedencia
Montans Leal, Francisco	fco.montans@upm.es	ETS Ingenieros Aeronauticos

## Descripción de la Asignatura

---

Proporcionar al estudiante los conocimientos necesarios para entender las diferentes fuentes del comportamiento no lineal de los sistemas estructurales y aprender a modelarlos computacionalmente. El curso abordará tanto las no linealidades del material como las geométricas, así como los procedimientos eficaces para su simulación por elementos finitos, todo ello orientado hacia el proyecto sismorresistente de estructuras. A nivel práctico, a final de curso, el alumno debe saber hacer y haber realizado al menos un cálculo estático no-lineal empleando el método del empuje incremental (pushover analysis) de un pórtico de hormigón armado con efectos de segundo orden.

## Temario

---

1. Introducción. Repaso de álgebra y cálculo tensorial
2. Cálculo de estabilidad en formulaciones matriciales y MEF
  - 2.1. Ejemplo simple de estabilidad y bifurcación
  - 2.2. Estabilidad de una viga/columna Bernoulli biapoyada: carga crítica de Euler
  - 2.3. Estabilidad de una viga/columna Bernoulli en diferentes casos
  - 2.4. Teoría de segundo orden: Factor de amplificación de Perry-Robertson
  - 2.5. Planteamiento energético del fenómeno de estabilidad: Rayleigh y MEF
  - 2.6. Pandeo de pórticos
  - 2.7. Formulación genérica de estabilidad en cálculo matricial: Elemento barra y elemento viga
  - 2.8. Ejemplos
3. Cálculo plástico de estructuras de barras
  - 3.1. Plasticidad unidimensional
  - 3.2. Plasticidad en barras. Rótula plástica. Criterios para mecanismo de colapso válido
  - 3.3. El Principio de los Trabajos Virtuales
  - 3.4. Plasticidad en estructuras de barras
4. Análisis no lineal aplicado al proyecto sismorresistente de estructuras
  - 4.1. Papel y uso del análisis no lineal en el proyecto de estructuras sismorresistentes
  - 4.2. Parámetros para definir la demanda y atributos de los modelos
  - 4.3. Modelización de los elementos estructurales
  - 4.4. Cimentación e interacción suelo-estructura
  - 4.5. Requisitos para análisis estáticos no lineales
  - 4.6. Requisitos para análisis dinámicos no lineales

## Cronograma

**Horas totales:** 38 horas

**Horas presenciales:** 38 horas (48.7%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
150%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<b>Introducción</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 2	<b>. Cálculo de estabilidad en formulaciones matriciales y MEF</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 3	<b>. Cálculo de estabilidad en formulaciones matriciales y MEF (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 4	<b>. Cálculo de estabilidad en formulaciones matriciales y MEF (III)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 5		<b>Resolución de ejercicios (I)</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
Semana 6		<b>Resolución de ejercicios (II)</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		<b>Exposición ejercicios</b> Duración: 02:00 PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 7	<b>Cálculo Plástico de estructuras de barras (I)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 8	<b>Cálculo Plástico de estructuras de barras (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 9	<b>Cálculo Plástico de estructuras de barras (III)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 10		<b>Resolución de ejercicios (I)</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		

Semana 11		<b>Resolución de ejercicios (II)</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		<b>Exposición ejercicios</b> Duración: 02:00 PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 12	<b>Modelos de plasticidad concentrada</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 13	<b>Modelos de plasticidad distribuida</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 14		<b>Análisis incremental de una ménsula de Hormigón Armado</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
Semana 15		<b>Análisis incremental de un pórtico simple de Hormigón Armado</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
Semana 16		<b>Análisis incremental de un convencional de Hormigón Armado</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
Semana 17				<b>Evaluación final</b> Duración: 02:00 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Exposición ejercicios	02:00	Evaluación continua	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	25%	5 / 10	
11	Exposición ejercicios	02:00	Evaluación continua	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	25%	5 / 10	
17	Evaluación final	02:00	Evaluación continua y sólo prueba final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	100%	5 / 10	CE26, CE3, CE15

## Criterios de Evaluación

EVALUACION CONTINUA. Tipos de pruebas y peso en la nota final

50% Controles escritos (Examen final)

50% Ejercicios periódicos

Cálculo de la nota final de la evaluación continua:

La nota final para los alumnos que opten a la evaluación continua será la mayor de las siguientes:

(a) la nota del examen final; y (b) la nota ponderada (de examen final y de ejercicios periódicos) según los pesos de la evaluación continua.

Para poder hacer la ponderación la nota del examen final debe ser igual o superior a 4 puntos sobre 10.

EVALUACION NO CONTINUA

Quien no asista a clase con regularidad (más del 90% de las clases) no podrá optar a la evaluación continua. La nota final para aquellos alumnos que

no opten o no puedan optar a la evaluación continuada será la obtenida en el examen final puntuado de 0 a 10, siendo necesario para aprobar una nota de 5 sobre 10.



## Recursos Didácticos

---

Descripción	Tipo	Observaciones
Pizarra	Equipamiento	Clases magistrales
Ordenador	Equipamiento	Clases magistrales y prácticas
Proyector	Equipamiento	Clases magistrales

## Otra Información

---

ALARCÓN, E., ÁLVAREZ, R., GÓMEZ LERA, M<sup>a</sup> S.: Cálculo Matricial de Estructuras .Ed. Reverté. (1990)

BATHE, K.J.: Finite Element Procedures in Engineering Analysis. Ed. Prentice-Hall. (1982)

G. Deierlein; A. M. Reinhorn; M. R. Willford "Nonlinear structural analysis for seismic design