

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

**ASIGNATURA**

Metodos de discretizacion en ingenieria

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Metodos de discretizacion en ingenieria
<b>Titulación</b>	05AR - Master Universitario en Ingenieria Sismica: Dinamica de Suelos y Estructura
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Semestre/s de impartición</b>	Primer semestre
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Código UPM</b>	53000942
<b>Nombre en inglés</b>	Discretization methods in engineering

## 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 Ingenieria Sismica: Dinamica de Suelos y Estructura no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ingenieria Sismica: Dinamica 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

Ecuaciones diferenciales

Cálculo y álgebra matricial

Programación en Matlab

## Competencias

---

CE17 - La combinación efectiva de los conocimientos para resolver problemas multidisciplinares

## Resultados de Aprendizaje

---

RA38 - Modelización de estructuras, técnicas matemáticas de resolución de problemas dinámicos, enfoques deterministas y probabilistas del cálculo de estructuras

RA35 - El alumno deberá familiarizarse con las principales técnicas de discretización, tanto espacial como temporal, que se emplean en ingeniería estructural

RA36 - El alumno deberá ser capaz de escribir sencillos programas que resuelvan, de forma aproximada, las ecuaciones diferencias que aparecen en ingeniería estructural

RA68 - Métodos de cálculo lineales y no lineales

RA32 - Modelización y análisis de estructuras industriales

RA33 - Modelización y análisis de estructuras de edificación

RA77 - - Simulación numérica

RA37 - El alumno deberá conocer qué métodos son los más apropiados para cada tipo de ecuación diferencial, así como sus posibles deficiencias

RA43 - Simulaciones en ordenador

RA49 - Simulación numérica

RA70 - Entendimiento las diferentes fuentes del comportamiento no lineal de los sistemas estructurales y modelado computacional

RA74 - Conocimiento de procedimientos eficaces para simular las no-linealidades por elementos finitos

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Romero Olleros, Ignacio	UD Elas y RM	ignacio.romero@upm.es	Y por cita a través del correo electrónico
Hermanns, Lutz Karl Heinz <b>(Coordinador/a)</b>	UD Estructuras	lutz.hermanns@upm.es	Y cita por correo electrónico

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

## Descripción de la Asignatura

---

El objetivo principal de este curso es presentar las principales técnicas de discretización que se emplean en la ingeniería mecánica actual, mostrando sus posibles aplicaciones y esbozando su análisis matemático. Se pretende que la asignatura proporcione una visión suficientemente amplia de las técnicas disponibles como para que en un futuro el alumno pueda emplear la que mejor se adapte a los problemas que afronte. Por otro lado, el método de los elementos finitos se estudiará con mayor detalle, para que el alumno desarrolle la capacidad de análisis, programación y mejora de códigos específicos y prácticos.

Algunos objetivos específicos son:

- Conocer y utilizar las técnicas básicas de discretización espacial y temporal que se emplean más frecuentemente en ingeniería (diferencias finitas y elementos finitos).
- Comprender las limitaciones de cada una de estas técnicas, sabiendo explicar los motivos de las mismas desde un punto de vista matemático y físico.
- Familiarizarse con la programación de estas técnicas.
- Sentar las bases para el estudio de técnicas más avanzadas y otros cursos sobre temas más específicos.

### Libro de texto

No habrá libro de texto para el curso. Parte del material se podrá encontrar en la siguiente bibliografía disponible en la biblioteca de la ETSII:

[1] T J R Hughes. The finite element method. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1987.

[2] K W Morton and D Mayers. Numerical solution of partial differential equations. Cambridge University Press, 1998.

[3] G Strang and G J Fix. An analysis of the finite element method. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1973.

## Temario

---

1. Repaso de programación en Matlab
2. Los métodos de Rayleigh y Galerkin
3. El método de los elementos finitos en una dimensión
4. El método de los elementos finitos para problemas elípticos en 2D y 3D
5. El método de los elementos finitos para elasticidad
6. Introducción al análisis matemático del método de los elementos finitos
7. Introducción a los métodos de integración temporal. Análisis de integradores
8. El método de las diferencias finitas
9. La ecuación del calor
10. La ecuación de ondas

## Cronograma

**Horas totales:** 66 horas

**Horas presenciales:** 34 horas (43.6%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**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	<p><b>Introducción a la asignatura</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Introducción a la programación en Matlab</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Tarea 1: ejercicios de programación en Matlab</b> Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 2	<p><b>Programación en Matlab</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>El método de Ritz</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 3	<p><b>El método de Galerkin</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>El método de Ritz y el de Galerkin</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Tarea 2: el método de Ritz</b> Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 4	<p><b>El método de los elementos finitos en 1D</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>El método de los elementos finitos en 2D y 3D</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 5	<p><b>El método de los elementos finitos en elasticidad</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Tarea 3: formulación de las ecuaciones del método de los elementos finitos</b> Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 6	<p><b>Programación del método de los elementos finitos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

Semana 7	<p><b>Teoría matemática del método de los elementos finitos</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Tarea 4: programación del método de los elementos finitos para elasticidad</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 8	<p><b>Posibles problemas en el método de los elementos finitos: el bloqueo</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Programación del método de los elementos finitos</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 9	<p><b>Introducción a los métodos de integración temporal. Análisis</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 10	<p><b>El método de las diferencias finitas</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>El método de las diferencias finitas</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Tarea 5: el método de las diferencias finitas</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 11	<p><b>El método de las diferencias finitas aplicado al análisis de vigas</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 12	<p><b>Integración de la ecuación del calor</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Tarea 6: integración de la ecuación del calor</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 13	<p><b>Integración de la ecuación del calor</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 14	<p><b>Método de integración para la ecuación de ondas</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Tarea 7: la ecuación de ondas</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 15	<p><b>Método de integración para la ecuación de ondas</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

Semana 16	<p><b>Discretización de la ecuación de ondas en suelos</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Discretización de la ecuación de ondas en suelos</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Tarea 8: la ecuación de ondas en suelos</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 17				<p><b>Examen final</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Examen final</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>

**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
1	Tarea 1: ejercicios de programación en Matlab	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	7.5%		
3	Tarea 2: el método de Ritz	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	7.5%		
5	Tarea 3: formulación de las ecuaciones del método de los elementos finitos	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	7.5%		
7	Tarea 4: programación del método de los elementos finitos para elasticidad	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	7.5%		
10	Tarea 5: el método de las diferencias finitas	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	7.5%		
12	Tarea 6: integración de la ecuación del calor	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	7.5%		
14	Tarea 7: la ecuación de ondas	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	7.5%		
16	Tarea 8: la ecuación de ondas en suelos	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	7.5%		
17	Examen final	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	5 / 10	CE17
17	Examen final	02:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	100%	5 / 10	CE17

## Criterios de Evaluación

### Evaluación continua:

El curso se calificará a partir de los trabajos entregados por los alumnos (un 60% de la nota) y un examen de la asignatura (40% de la nota). La nota del examen deberá ser igual o superior a cinco sobre diez.

En relación a los trabajos:

- Los alumnos podrán colaborar en la resolución de dudas relacionadas con los trabajos, pero no copiarlos.
- Cada trabajo deberá ser individual.
- Cuando se proponga un trabajo, se indicará una fecha para su entrega, no aceptándose después de ésta.

### Evaluación por examen final:

La nota final de la asignatura se corresponderá con la de un único examen, cuya calificación deberá ser igual o superior a cinco sobre diez.

## Recursos Didácticos

---

Descripción	Tipo	Observaciones
Página web	Recursos web	<a href="http://bigmac.mecaest.etsii.upm.es/Grupo_de_Mecanica_Computacional/Docencia.html">http://bigmac.mecaest.etsii.upm.es/Grupo_de_Mecanica_Computacional/Docencia.html</a>
Información en aulaweb	Recursos web	<a href="http://aulaweb.etsii.upm.es/webaula/privado/login.asp">http://aulaweb.etsii.upm.es/webaula/privado/login.asp</a>
Apuntes	Bibliografía	Todos los apuntes de todas las clases magistrales en la web