



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y  
Energia

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**65004016 - Modelizacion Y Analisis Numerico**

### PLAN DE ESTUDIOS

06IE - Grado En Ingenieria De La Energia

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	65004016 - Modelizacion y Analisis Numerico
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Cuarto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	06IE - Grado en Ingenieria de la Energia
<b>Centro responsable de la titulación</b>	06 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Minas Y Energia
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Alfredo Lopez Benito	725	alfredo.lopez@upm.es	Sin horario. Se definirán en enero, en función del horario y de la modalidad de impartición

Maria Del Pilar Martinez De La Calle	613	pilar.martinez.delacalle@upm.es	Sin horario. Se definirán en enero, en función del horario y de la modalidad de impartición
Carlos Conde Lazaro (Coordinador/a)	724	carlos.conde@upm.es	Sin horario. Se definirán en enero, en función del horario y de la modalidad de impartición
Arturo Hidalgo Lopez	726	arturo.hidalgo@upm.es	Sin horario. Se definirán en enero, en función del horario y de la modalidad de impartición

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

### 3. Conocimientos previos recomendados

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Calculo I
- Calculo II
- Algebra
- Informatica Y Programacion
- Ecuaciones Diferenciales

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Programación MATLAB

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE3 - Conocer los fundamentos matemáticos de los métodos numéricos.

CE7 - Diseñar algoritmos y conocer distintas herramientas de programación para la resolución de problemas en ingeniería.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería de la Energía.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinarios.

CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA74 - Conocer los fundamentos matemáticos de los métodos numéricos en problemas de ingeniería.

RA75 - Aplicar métodos numéricos a la resolución aproximada de problemas de contorno estacionarios lineales.

RA77 - Aplicar métodos numéricos a problemas de evolución

RA78 - Construir programas de aplicación de métodos numéricos.

RA79 - Utilizar códigos específicos en la aproximación de problemas físicos mediante métodos numéricos.

RA76 - Aplicar métodos numéricos a la resolución aproximada de problemas de contorno estacionarios no lineales.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Introducción a la modelación matemática y a la simulación numérica.

Modelos matemáticos de procesos de transporte de materia y de energía.

Modelos matemáticos en ingeniería basados en principios y ecuaciones de conservación.

Modelos con ecuaciones en derivadas parciales de tipo elíptico.

Modelos en derivadas parciales de evolución de tipos parabólico e hiperbólico.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a la modelación matemática y a la simulación numérica
2. Modelos de procesos de transporte de materia y de calor
3. Modelos numéricos de problemas de contorno en diferencias finitas
4. Programación de modelos numéricos en diferencias finitas
5. Modelos numéricos de problemas de contorno estacionarios unidimensionales con elementos finitos
6. Programación de modelos numéricos estacionarios unidimensionales con elementos finitos
7. Modelos numéricos de problemas de contorno bidimensionales con elementos finitos
8. Programación de modelos numéricos estacionarios bidimensionales con elementos finitos
9. Modelos numéricos de problemas de contorno evolutivos con elementos finitos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Desarrollo del tema 1. Modelos matemáticos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Desarrollo del tema 2: Modelos matemáticos de transporte de materia y de calor</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Desarrollo del tema 3. Modelos en diferencias finitas: problemas convectivos.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Desarrollo del tema 3. Modelos en diferencias finitas: problemas convectivos.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Desarrollo del tema 3. Modelos en diferencias finitas: problemas difusivos.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p><b>Desarrollo del Tema 3. Modelos en diferencias finitas: Problemas difusivos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Desarrollo del tema 4: Programación de modelos numéricos en diferencias finitas (1ª Parte)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
4	<p><b>Desarrollo del Tema 3. Modelos en diferencias finitas: problemas difusivo-convectivo-reactivos.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Desarrollo del Tema 3. Modelos en diferencias finitas: problemas convectivo-difusivo-reactivos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Desarrollo del tema 5: Modelos numéricos unidimensionales estacionarios con elementos finitos (Formulación variacional)</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

5	<p><b>Desarrollo del Tema 5. Modelos numéricos unidimensionales estacionarios con elementos finitos (Aproximación de Galerkin y aproximación con funciones polinómicas por tramos).</b></p> <p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Desarrollo del Tema 4. Programación de modelos numéricos en diferencias finitas (2ª Parte)</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Prueba de tipo test (Temas 1º, 2º y 3º)</b></p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:15</p>
6	<p><b>Desarrollo del Tema 5. Modelos numéricos unidimensionales estacionarios con elementos finitos (aproximación isoparamétrica)</b></p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Desarrollo del Tema 5. Modelos numéricos unidimensionales estacionarios con elementos finitos (aproximación isoparamétrica)</b></p> <p>Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
7	<p><b>Desarrollo del Tema 5. Modelos numéricos unidimensionales estacionarios con elementos finitos</b></p> <p>Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Desarrollo del Tema 6. Programación de modelos numéricos unidimensionales estacionarios con elementos finitos (1ª Parte)</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
8	<p><b>Desarrollo del tema 7: Modelos numéricos bidimensionales estacionarios con elementos finitos (Formulación variacional)</b></p> <p>Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Desarrollo del Tema 6. Programación de modelos numéricos unidimensionales estacionarios con elementos finitos (2ª Parte)</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Prueba de tipo test (Tema 5º)</b></p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:15</p>
9	<p><b>Desarrollo del tema 7: Modelos numéricos bidimensionales estacionarios con elementos finitos (Aproximación de Galerkin y aproximación MEF isoparamétrica)</b></p> <p>Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p><b>Desarrollo del tema 7: Modelos numéricos bidimensionales estacionarios con elementos finitos (Aproximación de Galerkin y aproximación MEF isoparamétrica)</b></p> <p>Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Desarrollo del Tema 8. Programación de modelos numéricos bidimensionales estacionarios con elementos finitos (1ª Parte)</b></p> <p>Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
11	<p><b>Desarrollo del tema 7: Modelos numéricos bidimensionales estacionarios con elementos finitos (Aproximación MEF isoparamétrica con integración numérica. Formulación matricial)</b></p> <p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Desarrollo del tema 7: Modelos numéricos bidimensionales estacionarios con elementos finitos (Aproximación MEF isoparamétrica con</b></p>			



	integración numérica. Formulación matricial) Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
12	<b>Desarrollo del tema 7: Modelos numéricos bidimensionales estacionarios con elementos finitos (Aproximación MEF isoparamétrica con integración numérica. Formulación matricial)</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Desarrollo del tema 9: Modelos numéricos evolutivos con elementos finitos (Formulación variacional y aproximación de Galerkin)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	<b>Desarrollo del tema 9: Modelos numéricos evolutivos con elementos finitos (Aproximación MEF)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Desarrollo del tema 9: Modelos numéricos evolutivos con elementos finitos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
14		<b>Desarrollo del Tema 8. Programación de modelos numéricos bidimensionales estacionarios con elementos finitos (2ª Parte)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15				<b>Prueba de tipo test (Temas 7º y 9º)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:15  <b>Laboratorio.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:00
16				
17				<b>Examen final de la asignatura (Temas 1º,2º,3º,5º,7º y 9º)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso

derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Prueba de tipo test (Temas 1º, 2º y 3º)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	22%	3 / 10	CG1 CG3 CG6 CE3
8	Prueba de tipo test (Tema 5º)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	22%	3 / 10	CG1 CG3 CG6 CE3
15	Prueba de tipo test (Temas 7º y 9º)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	22%	3 / 10	CG1 CG3 CG6 CE3
15	Laboratorio.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	34%	3 / 10	CG1 CG3 CG6 CE7

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Laboratorio.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	34%	3 / 10	CG1 CG3 CG6 CE7
17	Examen final de la asignatura (Temas 1º, 2º, 3º, 5º, 7º y 9º)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	66%	3 / 10	CG1 CG3 CG6 CE3

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final Convocatoria extraordinaria de temas 1º, 2º, 3º, 5º, 7º y 9º	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	66%	3 / 10	CG1 CG3 CG6 CE3
Examen final de laboratorio - convocatoria extraordinaria	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	34%	3 / 10	CG1 CG3 CG6 CE7

## 7.2. Criterios de evaluación

La EVALUACIÓN CONTINUA se desarrolla a través de 3 exámenes de tipo test, cada uno con un peso del 22% en la calificación global de la asignatura, y en la que se exige para poder superar la asignatura obtener al menos 3 puntos sobre 10 en cada uno de ellos.

Asimismo se realizará un examen de laboratorio de programación, con un peso del 34% en la calificación global de la asignatura, exigiéndose una calificación mayor o igual a 3 sobre 10 para poder aprobar la asignatura.

Los alumnos que no alcancen el mínimo en como mucho un test podrán recuperarlo en la prueba del examen final (convocatoria ordinaria) de la asignatura.

Los alumnos que no alcancen el mínimo en 2 o los 3 test deberán examinarse de los temas 1º, 2º, 3º, 5º, 7º y 9º en la prueba final de la asignatura.

Los alumnos que hubieran superado los mínimos en todos los test podrán realizar, si lo desean, el examen final de la asignatura en su convocatoria ordinaria para mejorar su calificación en ellos.

Para aquellos alumnos que alcancen o superen los mínimos, su nota final en la asignatura se obtendrá sumando las calificaciones obtenidas en cada test multiplicadas por 0,22 más la calificación en laboratorio multiplicada por 0,34, y debe ser mayor o igual que 5 para superar la asignatura.

La EVALUACIÓN MEDIANTE SOLO EXAMEN FINAL - CONVOCATORIA ORDINARIA tendrá dos partes:

\* un examen de laboratorio (en la semana 15ª) con un peso del 34% en la calificación final y en el que se exige obtener al menos un 3 sobre 10 para optar a superar la asignatura, y

\* un examen de los temas 1º, 2º, 3º, 5º, 7º y 9º, con un peso del 66% en la calificación de la asignatura y en el que también se exige obtener al menos un 3 sobre 10 para optar a superar la asignatura.

La EVALUACIÓN MEDIANTE SOLO EXAMEN FINAL - CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA tendrá dos partes:

\* un examen de laboratorio con un peso del 34% en la calificación final y en el que se exige obtener al menos un 3 sobre 10 para optar a superar la asignatura, y

\* un examen de los temas 1º, 2º, 3º, 5º, 7º y 9º, con un peso del 66% en la calificación de la asignatura y en el que también se exige obtener al menos un 3 sobre 10 para optar a superar la asignatura

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Introduction à l'analyse numérique	Bibliografía	Jacques Rappaz, Marco Picasso Presses polytechnique et universitaires romandes. 2010
Analyse numérique et optimisation.	Bibliografía	Grègoire Allaire. Editions Ecole Polytechnique. 2009
Finite elements. An introduction. Volumen 1.	Bibliografía	Eric B. Becker, Graham F. Carey, J, Tinsley Oden. Prentice-Hall, Inc 1981
Cálculo científico con Matlab y Octave.	Bibliografía	A. Quarteroni, F. Saleri. Springer. 2006

Partial differential equations. Modeling, analysis, computation.	Bibliografía	R. M. M. Mattheig, S. W. Rienstra, J. H. M. , Thije Boonkkamp. SIAM Monographs on mathematical modeling and computation. 2005
Partial differential equations of mathematical physics and integral equations.	Bibliografía	Ronald B. Guenther and John W. Lee. Dover Publications, INC. 1988
Página web de la asignatura Moodle	Recursos web	Documentación de la asignatura en Moodle.
Finite elements for analysis and Design.	Bibliografía	Akin, J.E. Ed. Academic Press. 1994
Une présentation de la méthode des éléments finis.	Bibliografía	Dhatt, G.; Touzot, G. Ed. Les presses de l'Université Laval Quebec et Malonine S.A. Editeur Paris 1981
Computational differential equations.	Bibliografía	Eriksson, K.; Estep, D.; Hansbo, P.; Johnson, C. Ed. Cambridge University Press 1996
Intermediate Finite Element Method. Fluid Flow and Heat Transfer Applications	Bibliografía	Heinrich, J.C.; Pepper, D.W. Ed. Taylor & Francis 1999
A first course in the Numerical Analysis of Differential Equations (2nd edition)	Bibliografía	Iserles, A. Ed. Cambridge University Press 2009
Numerical solution of partial differential equations by finite element metod.	Bibliografía	Johnson, C. Ed. Cambridge University Press 1987
An introduction to the finite element method (Third edition)	Bibliografía	Reddy, J.N. Ed. McGraw-Hill International 2006

Programming the finite element method	Bibliografía	Smith, J.M.; Griffiths, D.V.   Ed. John Wiley & Sons  1997
Numerical Solution of Partial Differential Equations: An Introduction (2nd edition)	Bibliografía	Morton, K.W. & Mayers, D.F.  Cambridge University Press  2005
Numerical Solution of Partial Differential Equations: Finite Difference Methods (3rd edition)	Bibliografía	Clarendon Press  Oxford Applied Mathematics and Computing Science Series  1986

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

El coordinador de esta asignatura no fue convocado por la Dirección del Centro a las reuniones habidas con el objeto de coordinar y planificar el curso 2020/21. Por ello esta guía se ha realizado careciendo de información relevante que garantice su puesta en funcionamiento no existiendo certeza sobre la disponibilidad de aulas para realizar las pruebas de evaluación, no sobre la disponibilidad de los estudiantes para ello, no sobre la disponibilidad de aulas informáticas para el desarrollo de las prácticas de laboratorio, ni .... A ello hay que añadirle que tampoco hay certeza de que el curso pueda desarrollarse en forma presencial (como parece que prevé la Dirección del Centro) o si, como ocurrió en el pasado, se desarrollará en forma telemática, o en formato mixto bimodal . En ese sentido todo cuanto recoge esta guía podrá sufrir modificaciones dependiendo de los imprevistos que puedan surgir así como de la disponibilidad de aulas en la ETSI Minas y Energía, especialmente de las Aulas informáticas cuya reserva no estaba activa en el momento de redactarse este documento.

Por otra parte, al margen de la guía SE RECOMIENDA A LOS RESPONSABLE DE LA APLICACIÓN INFORMÁTICA GAUSS QUE CUIDEN LA GRAMÁTICA. ASÍ POR EJEMPLO.... LAS GUÍAS SERVIRÁN A LOS ALUMNOS PARA AYUDARLES Y ORIENTARLES (Y NO PARA AYUDARLOS Y ORIENTARLOS, YA QUE SON PERSONAS Y NO SON COSAS).