



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID



GUÍA DE APRENDIZAJE

# MODELOS NUMÉRICOS EN BIOMEDICINA

GRADO EN INGENIERIA BIOMEDICA

|                 |          |       |          |             |                 |
|-----------------|----------|-------|----------|-------------|-----------------|
| CURSO ACADÉMICO | CÓDIGO   | CURSO | CRÉDITOS | CARÁCTER    | SEMESTRE        |
| 2026-27         | 95000322 | 3     | 6 ECTS   | OBLIGATORIA | PRIMER SEMESTRE |

|         |                                          |
|---------|------------------------------------------|
| IDIOMA  | CENTRO RESPONSABLE                       |
| ESPAÑOL | E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION |

DEPARTAMENTO RESPONSABLE  
MATEMÁTICA APLICADA A LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

COORDINADOR/A  
FRANCISCO JOSÉ NAVARRO VALERO - francisco.navarro@upm.es

## REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

—

## CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

—

OTRAS RECOMENDACIONES

—

## RESULTADOS

RD-1393/2007

### Competencias

- CE01** Saber resolver problemas de ingeniería utilizando cálculo diferencial, las ecuaciones diferenciales, el cálculo integral, el álgebra lineal y la geometría. Aplicación al plano complejo y métodos de transformación.
- CG01** Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.
- CE22** Saber desarrollar algoritmos para la resolución de problemas informáticos en Ingeniería Biomédica.
- CE03** Comprender y saber aplicar al cálculo numérico la discretización de modelos continuos.
- CE04** Conocer las diferentes metodologías existentes para simulación de sistemas.
- CG02** Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos.

### Resultados de aprendizaje

- RA192** Conocer y saber aplicar los métodos anteriores a los siguientes problemas de biomecánica: difusión de especies y de transmisión de calor, sólidos y estructuras asimilables a vigas y láminas, fluidos estacionarios y transitorios, comportamiento mecánico no lineal de tejidos Conocer las bases teóricas y las limitaciones de dichos métodos
- RA191** Conocer y saber aplicar los modelos de cálculo por ordenador de Elementos Finitos y Diferencias Finitas. Conocer las bases teóricas y las limitaciones de dichos métodos
- RA193** Conocer los métodos numéricos de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales y sus aplicaciones en ingeniería biomédica.
- RA190** Conocer los modelos de resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales y no lineales

## DESCRIPCIÓN

Los modelos matemáticos de los problemas biomédicos a menudo no pueden resolverse de forma exacta, bien porque no exista un método de solución exacta para ese tipo de problema, o bien porque sea inabordable el construir una solución analítica o exacta. En tales casos, los métodos numéricos pueden proporcionar una solución aproximada del problema. El objetivo de esta asignatura es presentar los principales métodos numéricos y cómo pueden aplicarse a resolver problemas de ingeniería biomédica,

estimado además el error de la solución aproximada obtenida con el método numérico. Al tratarse de métodos numéricos, la asignatura tiene una componente muy importante de prácticas de laboratorio (informático, para matemática computacional).

## TEMARIO

### 1. Tema 1: Refuerzo de Matlab

- 1.1. El entorno Matlab. Estructuras de datos.
- 1.2. Manejo de matrices. Control de flujo.
- 1.3. Scripts y funciones. Gráficos 2D y 3D. Toolboxes.

### 2. Tema 2: Resolución de sistemas lineales

- 2.1. Métodos directos (Gauss).
- 2.2. Métodos iterativos (Jacobi, Gauss-Seidel).

### 3. Tema 3: Métodos iterativos de resolución de ecuaciones y sistemas no lineales

- 3.1. Método de bisección.
- 3.2. Iteración de punto fijo. Convergencia en los métodos iterativos.
- 3.3. Métodos de Newton-Raphson, la secante y regula falsi.

### 4. Tema 4: Aproximación

- 4.1. Aproximación discreta por mínimos cuadrados.

### 5. Tema 5: Interpolación

- 5.1. Interpolación 1D: Lagrange, Hermite, splines.

### 6. Tema 6: Integración numérica

- 6.1. Integración de Newton-Cotes.
- 6.2. Cuadratura de Gauss.

**7. Tema 7: Resolución numérica de problemas de valor inicial y de problemas de valores iniciales y de contorno**

- 7.1. Problemas de valor inicial: métodos unipaso y multipaso.
- 7.2. Problemas de valores iniciales y de contorno: métodos de diferencias finitas.

**8. Tema 8: Elementos finitos para biomecánica: principios básicos**

- 8.1. Ecuación de difusión. Formulación fuerte y débil.
- 8.2. Funciones de forma y Discretización mediante elementos finitos.
- 8.3. Interpolación de Galerkin. Ecuaciones matriciales y su resolución.
- 8.4. Aplicación: problemas unidimensionales de difusión.

**9. Tema 9: Elementos finitos para biomecánica: problemas lineales**

- 9.1. Ecuaciones de la elasticidad lineal. Forma débil: principio de los trabajos virtuales.
- 9.2. Aproximación: elementos isoparamétricos. Generación de mallas.
- 9.3. Aplicación: modelos elásticos para biomecánica de huesos.

**10. Tema 10: Elementos finitos para biomecánica: aplicaciones no lineales**

- 10.1. Elasticidad no lineal. Forma débil y principios variacionales multicampo. Aproximación mediante elementos finitos.
- 10.2. Resolución numérica: método de Newton. Rigidez tangente.
- 10.3. Aplicación: biomecánica de tejidos blandos.
- 10.4. Aplicación: deformación inelástica de endoprótesis metálicas.

**11. Tema 11: Elementos finitos para biomecánica: mecánica de fluidos y modelos de difusión**

- 11.1. Modelos de difusión: Ecuación de difusión. Modelos físicos (transmisión de calor, potencial eléctrico, concentración de especies).
- 11.2. Modelos de difusión: Forma débil y aproximación de Galerkin.
- 11.3. Modelos de difusión: Ejemplo de aplicación (sistema de conducción eléctrica en el corazón).

- 11.4. Mecánica de fluidos: Modelos de convección-difusión. Fluidos Newtonianos. Ecuaciones de Navier-Stokes.
- 11.5. Mecánica de fluidos: Aproximación de Galerkin con estabilización upwind.
- 11.6. Mecánica de fluidos: Ejemplo de aplicación (hemodinámica).

## ACTIVIDADES



Actividad evaluable



Actividad formativa

|                                                                                                                |                |                                                                                                                                                                                                                                      |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <div></div> <div>Tema 1</div> |                | <div>SEMANAS</div> <div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div><div>7</div><div>8</div><div>9</div><div>10</div><div>11</div><div>12</div><div>13</div><div>14</div><div>15</div><div>E</div></div> |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                                                 | DURACIÓN TOTAL | LUGAR                                                                                                                                                                                                                                | GRUPO  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Presencial                                                                                                     | 01h 10m        | Aula (en horario)                                                                                                                                                                                                                    | Normal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS                                                                                                          |                |                                                                                                                                                                                                                                      |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>T1</div>                                                                                                  |                |                                                                                                                                                                                                                                      |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                                                                                    |                |                                                                                                                                                                                                                                      |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>Lección Magistral</div>                                                                                   |                |                                                                                                                                                                                                                                      |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                                                                                                                           |                |                                                                                                                                                                                                                                      |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <div></div> <div>Practicas 1a/1b</div> |                | <div>SEMANAS</div> <div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div><div>7</div><div>8</div><div>9</div><div>10</div><div>11</div><div>12</div><div>13</div><div>14</div><div>15</div><div>E</div></div> |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                                                            | DURACIÓN TOTAL | LUGAR                                                                                                                                                                                                                                | GRUPO    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Presencial                                                                                                                | 02h 20m        | Laboratorio                                                                                                                                                                                                                          | Reducido |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS                                                                                                                     |                |                                                                                                                                                                                                                                      |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>T1</div>                                                                                                             |                |                                                                                                                                                                                                                                      |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                                                                                               |                |                                                                                                                                                                                                                                      |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>Prácticas de Laboratorio</div>                                                                                       |                |                                                                                                                                                                                                                                      |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                                                                                                                  |                |                                                                                                                                                                                                                                      |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <div></div> <div>Tema 2</div> |                | <div>SEMANAS</div> <div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div><div>7</div><div>8</div><div>9</div><div>10</div><div>11</div><div>12</div><div>13</div><div>14</div><div>15</div><div>E</div></div> |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                                                   | DURACIÓN TOTAL | LUGAR                                                                                                                                                                                                                                | GRUPO  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Presencial                                                                                                       | 01h 10m        | Aula (en horario)                                                                                                                                                                                                                    | Normal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS                                                                                                            |                |                                                                                                                                                                                                                                      |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>T2</div>                                                                                                    |                |                                                                                                                                                                                                                                      |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                                                                                      |                |                                                                                                                                                                                                                                      |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>Lección Magistral</div>                                                                                     |                |                                                                                                                                                                                                                                      |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                                                                                                          |                           |                                                  |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Prácticas 1b/1c</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                             | DURACIÓN TOTAL<br>02h 20m | LUGAR<br>Laboratorio                             | GRUPO<br>Reducido |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Prácticas de Laboratorio                                                                  |                           |                                                  |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                 |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Tema 3</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                    | DURACIÓN TOTAL<br>04h 15m | LUGAR<br>Aula (en horario)                       | GRUPO<br>Normal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T3                                                                                     |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Lección Magistral                                                                |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                          |                           |                                                  |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Práctica Tema 2</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                             | DURACIÓN TOTAL<br>02h 20m | LUGAR<br>Laboratorio                             | GRUPO<br>Reducido |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Prácticas de Laboratorio                                                                  |                           |                                                  |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                   |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Tema 4</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                      | DURACIÓN TOTAL<br>01h 45m | LUGAR<br>Aula (en horario)                       | GRUPO<br>Normal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T4                                                                                       |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Lección Magistral                                                                  |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                            |                           |                                                  |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Práctica Tema 3</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                               | DURACIÓN TOTAL<br>02h 20m | LUGAR<br>Laboratorio                             | GRUPO<br>Reducido |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Prácticas de Laboratorio                                                                    |                           |                                                  |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  <b>Prueba práctica 1</b> |                                  | SEMANAS                     |                                 |                           |                         |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|
|                                                                                                            |                                  | 1                           | 2                               | 3                         | 4                       | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | E |
| <b>PRESENCIALIDAD</b><br>Presencial                                                                        | <b>DURACIÓN TOTAL</b><br>01h 00m | <b>LUGAR</b><br>Laboratorio | <b>EVALUACIÓN</b><br>Progresiva | <b>PONDERACIÓN</b><br>10% | <b>NOTA MÍNIMA</b><br>0 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
| <b>TEMAS</b><br>T1                                                                                         |                                  |                             |                                 |                           |                         |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
| <b>METODOLOGÍA</b><br>Examen de Prácticas                                                                  |                                  |                             |                                 |                           |                         |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
| <b>RESULTADOS EVALUADOS</b><br>CE03 CE04 CE22 CE01                                                         |                                  |                             |                                 |                           |                         |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |

  

|  <b>Tema 5</b> |                                  | SEMANAS                           |                        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|
|                                                                                                 |                                  | 1                                 | 2                      | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | E |
| <b>PRESENCIALIDAD</b><br>Presencial                                                             | <b>DURACIÓN TOTAL</b><br>02h 05m | <b>LUGAR</b><br>Aula (en horario) | <b>GRUPO</b><br>Normal |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
| <b>TEMAS</b><br>T5                                                                              |                                  |                                   |                        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
| <b>METODOLOGÍA</b><br>Lección Magistral                                                         |                                  |                                   |                        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |

  

|  <b>Prueba Test 1</b> |                                  | SEMANAS                           |                                 |                            |                         |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|
|                                                                                                          |                                  | 1                                 | 2                               | 3                          | 4                       | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | E |
| <b>PRESENCIALIDAD</b><br>Presencial                                                                      | <b>DURACIÓN TOTAL</b><br>00h 15m | <b>LUGAR</b><br>Aula (en horario) | <b>EVALUACIÓN</b><br>Progresiva | <b>PONDERACIÓN</b><br>6.5% | <b>NOTA MÍNIMA</b><br>0 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
| <b>TEMAS</b><br>T1 T2 T3 T4                                                                              |                                  |                                   |                                 |                            |                         |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
| <b>METODOLOGÍA</b><br>Examen Escrito                                                                     |                                  |                                   |                                 |                            |                         |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
| <b>RESULTADOS EVALUADOS</b><br>CE01 CE22                                                                 |                                  |                                   |                                 |                            |                         |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |

|                                                                                   |                        |             |          |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|--|
|  | <b>Práctica Tema 4</b> | SEMANAS     |          |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
|                                                                                   |                        | 1           | 2        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | E |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                    | DURACIÓN TOTAL         | LUGAR       | GRUPO    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| Presencial                                                                        | 02h 20m                | Laboratorio | Reducido |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| TEMAS                                                                             |                        |             |          |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| T5                                                                                |                        |             |          |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| METODOLOGÍA                                                                       |                        |             |          |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| Prácticas de Laboratorio                                                          |                        |             |          |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |

|                                                                                   |                |                   |        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|--|
|  | <b>Tema 6</b>  | SEMANAS           |        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
|                                                                                   |                | 1                 | 2      | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | E |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                    | DURACIÓN TOTAL | LUGAR             | GRUPO  |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| Presencial                                                                        | 01h 10m        | Aula (en horario) | Normal |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| TEMAS                                                                             |                |                   |        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| T6                                                                                |                |                   |        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| METODOLOGÍA                                                                       |                |                   |        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| Lección Magistral                                                                 |                |                   |        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |

|                                                                                     |                        |             |          |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|--|
|  | <b>Práctica Tema 5</b> | SEMANAS     |          |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
|                                                                                     |                        | 1           | 2        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | E |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                      | DURACIÓN TOTAL         | LUGAR       | GRUPO    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| Presencial                                                                          | 02h 20m                | Laboratorio | Reducido |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| TEMAS                                                                               |                        |             |          |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| T5                                                                                  |                        |             |          |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| METODOLOGÍA                                                                         |                        |             |          |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| Prácticas de Laboratorio                                                            |                        |             |          |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |

|                                                                                     |                |                   |        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|--|
|  | <b>Tema 7</b>  | SEMANAS           |        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
|                                                                                     |                | 1                 | 2      | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | E |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                      | DURACIÓN TOTAL | LUGAR             | GRUPO  |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| Presencial                                                                          | 04h 40m        | Aula (en horario) | Normal |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| TEMAS                                                                               |                |                   |        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| T7                                                                                  |                |                   |        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| METODOLOGÍA                                                                         |                |                   |        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |
| Lección Magistral                                                                   |                |                   |        |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |  |



|                                                                                                                 |                           |                                                  |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Práctica Temas 6 y 7.1</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                                    | DURACIÓN TOTAL<br>02h 20m | LUGAR<br>Laboratorio                             | GRUPO<br>Reducido |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T6 T7                                                                                                  |                           |                                                  |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Prácticas de Laboratorio                                                                         |                           |                                                  |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                 |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Tema 8</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                    | DURACIÓN TOTAL<br>01h 10m | LUGAR<br>Aula (en horario)                       | GRUPO<br>Normal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T8                                                                                     |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Lección Magistral                                                                |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                              |                           |                                                  |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Práctica Tema 7.2</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                                 | DURACIÓN TOTAL<br>02h 20m | LUGAR<br>Laboratorio                             | GRUPO<br>Reducido |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T7                                                                                                  |                           |                                                  |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Prácticas de Laboratorio                                                                      |                           |                                                  |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                          |                           |                                                  |                          |                     |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Prueba Test 2</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                          |                     |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                             | DURACIÓN TOTAL<br>00h 15m | LUGAR<br>Aula (en horario)                       | EVALUACIÓN<br>Progresiva | PONDERACIÓN<br>6.5% | NOTA MÍNIMA<br>0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T5 T6 T7                                                                                        |                           |                                                  |                          |                     |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Examen Escrito                                                                            |                           |                                                  |                          |                     |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RESULTADOS EVALUADOS<br>CE01 CE22                                                                        |                           |                                                  |                          |                     |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



|                                                                                   |                          |                |                                   |            |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|-----------------------------------|------------|-------------|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  | <b>Prueba práctica 2</b> |                | SEMANAS                           |            |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                   |                          |                | <div>123456789101112131415E</div> |            |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                   | PRESENCIALIDAD           | DURACIÓN TOTAL | LUGAR                             | EVALUACIÓN | PONDERACIÓN | NOTA MÍNIMA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                   | Presencial               | 00h 55m        | Laboratorio                       | Progresiva | 12.5%       | 0           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                   | TEMAS                    |                |                                   |            |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>T1T2T3T4T5T6T7</div>                                                         |                          |                |                                   |            |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                                                       |                          |                |                                   |            |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>Examen de Prácticas</div>                                                    |                          |                |                                   |            |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RESULTADOS EVALUADOS                                                              |                          |                |                                   |            |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>CE03CE04CE22CE01</div>                                                       |                          |                |                                   |            |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                                                                                   |                                                      |                |                                   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  | <b>Práctica (8) con modelos de elementos finitos</b> |                | SEMANAS                           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                   |                                                      |                | <div>123456789101112131415E</div> |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                   | PRESENCIALIDAD                                       | DURACIÓN TOTAL | LUGAR                             | GRUPO    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                   | Presencial                                           | 02h 20m        | Laboratorio                       | Reducido |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                   | TEMAS                                                |                |                                   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>T8</div>                                                                     |                                                      |                |                                   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                                                       |                                                      |                |                                   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>Prácticas de Laboratorio</div>                                               |                                                      |                |                                   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                                                                                     |                |                |                                   |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------------|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  | <b>Tema 9</b>  |                | SEMANAS                           |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                     |                |                | <div>123456789101112131415E</div> |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                     | PRESENCIALIDAD | DURACIÓN TOTAL | LUGAR                             | GRUPO  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                     | Presencial     | 02h 20m        | Aula (en horario)                 | Normal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                     | TEMAS          |                |                                   |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>T9</div>                                                                       |                |                |                                   |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                                                         |                |                |                                   |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>Lección Magistral</div>                                                        |                |                |                                   |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                                                                                     |                                                      |                |                                   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  | <b>Práctica (9) con modelos de elementos finitos</b> |                | SEMANAS                           |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                     |                                                      |                | <div>123456789101112131415E</div> |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                     | PRESENCIALIDAD                                       | DURACIÓN TOTAL | LUGAR                             | GRUPO    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                     | Presencial                                           | 02h 20m        | Laboratorio                       | Reducido |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                     | TEMAS                                                |                |                                   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>T9</div>                                                                       |                                                      |                |                                   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                                                         |                                                      |                |                                   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>Prácticas de Laboratorio</div>                                                 |                                                      |                |                                   |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                                                                                                  |                |                                                  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Tema 10</b> |                | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                                   | DURACIÓN TOTAL | LUGAR                                            | GRUPO  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Presencial                                                                                       | 03h 30m        | Aula (en horario)                                | Normal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                                                                      |                |                                                  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Lección Magistral                                                                                |                |                                                  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                                                         |                |                                                  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Práctica (10) con modelos de elementos finitos</b> |                | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                                                                          | DURACIÓN TOTAL | LUGAR                                            | GRUPO    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Presencial                                                                                                                              | 02h 20m        | Laboratorio                                      | Reducido |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS                                                                                                                                   |                |                                                  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| T10                                                                                                                                     |                |                                                  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                                                                                                             |                |                                                  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Prácticas de Laboratorio                                                                                                                |                |                                                  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                  |                |                                                  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Tema 11</b> |                | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                                   | DURACIÓN TOTAL | LUGAR                                            | GRUPO  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Presencial                                                                                       | 02h 20m        | Aula (en horario)                                | Normal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                                                                      |                |                                                  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Lección Magistral                                                                                |                |                                                  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                                                           |                |                                                  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Práctica (11) con modelos de elementos finitos</b> |                | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                                                                                                            | DURACIÓN TOTAL | LUGAR                                            | GRUPO    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Presencial                                                                                                                                | 02h 20m        | Laboratorio                                      | Reducido |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                                                                                                               |                |                                                  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Prácticas de Laboratorio                                                                                                                  |                |                                                  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID



Evaluaciones de prácticas de clase

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

No presencial, sin docente

DURACIÓN TOTAL

03h 15m

EVALUACIÓN

Progresiva

PONDERACIÓN

15%

NOTA MÍNIMA

3

TEMAS

T1

T2

T3

T4

T5

T6

T7

T8

T9

T10

T11

METODOLOGÍA

Prueba Telemática

Trabajo Individual

RESULTADOS EVALUADOS

CE22

Prueba Test 3

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

00h 15m

LUGAR

Aula (en horario)

EVALUACIÓN

Progresiva

PONDERACIÓN

7%

NOTA MÍNIMA

0

TEMAS

T8

T9

T10

T11

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

CE03

CE04

CE22

CE01

Prueba Práctica 3

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

Presencial

DURACIÓN TOTAL

00h 55m

LUGAR

Laboratorio

EVALUACIÓN

Progresiva

PONDERACIÓN

12.5%

NOTA MÍNIMA

0

TEMAS

T8

T9

T10

T11

METODOLOGÍA

Examen de Prácticas

RESULTADOS EVALUADOS

CE01

CE22

| Examen final evaluación progresiva            |                |                | SEMANAS                                          |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------------------|-------------|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                               |                |                | <div>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E</div> |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                | DURACIÓN TOTAL | LUGAR          | EVALUACIÓN                                       | PONDERACIÓN | NOTA MÍNIMA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Presencial                                    | 01h 30m        | Aula de examen | Progresiva                                       | 30%         | 3           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS                                         |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10 T11</div> |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                   |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>Examen Escrito</div>                     |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RESULTADOS EVALUADOS                          |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>CG01 CG02 CE03 CE04 CE22 CE01</div>      |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

| Examen final evaluación global (convocatoria ordinaria) |                |                | SEMANAS                                          |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------------------|-------------|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                                         |                |                | <div>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E</div> |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                          | DURACIÓN TOTAL | LUGAR          | EVALUACIÓN                                       | PONDERACIÓN | NOTA MÍNIMA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Presencial                                              | 03h 30m        | Aula de examen | Global                                           | 100%        | 5           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS                                                   |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10 T11</div>           |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                             |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>Examen Escrito Examen de Prácticas</div>           |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RESULTADOS EVALUADOS                                    |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>CG01 CG02 CE03 CE04 CE22 CE01</div>                |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

| Examen final evaluación global (convocatoria extraordinaria) |                |                | SEMANAS                                          |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------------------|-------------|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                                              |                |                | <div>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E</div> |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD                                               | DURACIÓN TOTAL | LUGAR          | EVALUACIÓN                                       | PONDERACIÓN | NOTA MÍNIMA |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Presencial                                                   | 03h 30m        | Aula de examen | Extraordinaria                                   | 100%        | 5           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA                                                  |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>Examen Escrito Examen de Prácticas</div>                |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RESULTADOS EVALUADOS                                         |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <div>CG01 CG02 CE03 CE04 CE22 CE01</div>                     |                |                |                                                  |             |             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## PLANIFICACIÓN SEMANAL

 Actividad evaluable
  Actividad formativa
  Semana con actividad
  Período de exámenes

| Actividad                                                                                                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | E |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|
|  Tema 1                   | . |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Practicas 1a/1b          | . |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Tema 2                   |   | . |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Prácticas 1b/1c          |   | . |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Tema 3                   |   | . | . |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Práctica Tema 2          |   |   | . |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Tema 4                   |   |   | . | . |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Práctica Tema 3          |   |   |   | . |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Prueba práctica 1        |   |   |   | . |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Tema 5                 |   |   |   |   | . |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Prueba Test 1          |   |   |   |   | . |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Práctica Tema 4        |   |   |   |   | . |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Tema 6                 |   |   |   |   |   | . |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Práctica Tema 5        |   |   |   |   |   | . |   |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Tema 7                 |   |   |   |   |   | . | . | . |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Práctica Temas 6 y 7.1 |   |   |   |   |   |   | . |   |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Tema 8                 |   |   |   |   |   |   |   | . |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Práctica Tema 7.2      |   |   |   |   |   |   |   | . |   |    |    |    |    |    |    |   |
|  Prueba Test 2          |   |   |   |   |   |   |   |   | . |    |    |    |    |    |    |   |
|  Prueba práctica 2      |   |   |   |   |   |   |   |   | . |    |    |    |    |    |    |   |

| Actividad                                                                                                                                        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | E |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|---|
|  Práctica (8) con modelos de elementos finitos                  |   |   |   |   |   |   |   |   | • |    |    |    |    |    |    |   |
|  Tema 9                                                         |   |   |   |   |   |   |   |   | • | •  |    |    |    |    |    |   |
|  Práctica (9) con modelos de elementos finitos                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | •  |    |    |    |    |    |   |
|  Tema 10                                                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   | •  | •  |    |    |    |    |   |
|  Práctica (10) con modelos de elementos finitos                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | •  |    |    |    |    |   |
|  Tema 11                                                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | •  |    |    |    |   |
|  Práctica (11) con modelos de elementos finitos                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | •  |    |    |    |   |
|  Evaluaciones de prácticas de clase                            | • | • | • | • | • | • | • | • | • | •  | •  | •  |    |    |    |   |
|  Prueba Test 3                                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | •  |    |    |   |
|  Prueba Práctica 3                                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | •  |    |    |   |
|  Examen final evaluación progresiva                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | • |
|  Examen final evaluación global (convocatoria ordinaria)      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | • |
|  Examen final evaluación global (convocatoria extraordinaria) |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | • |

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios Generales

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura, usando distintos tipos de técnicas (EX, ET, PL, etc.).

Los estudiantes serán evaluados mediante evaluación progresiva, si bien podrán optar a la evaluación por prueba de evaluación global (única) sin más requisito que presentarse a la misma. Esta prueba de evaluación global tendrá lugar

en la fecha fijada por la Junta de Escuela para la prueba final de la convocatoria ordinaria. Puesto que la evaluación pretende comprobar si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura, la evaluación mediante prueba de evaluación global usará los mismos tipos de técnicas de evaluación que se usan en la evaluación progresiva (EX, ET, PL, etc.).

#### COMENTARIOS ADICIONALES:

- 1) Las soluciones de los exámenes de tipo test no se publicarán, puesto que cada alumno responde a preguntas aleatorias de un banco de preguntas.
- 2) Cualquier evaluación o entrega realizada podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno y sin ayuda externa o de sistemas de Inteligencia artificial.

### Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

#### Criterios de evaluación

#### EVALUACIÓN PROGRESIVA

La evaluación progresiva es la modalidad recomendada de realización de la asignatura. Consistirá en la realización, a lo largo del curso, de las actividades y evaluaciones asociadas que se describen a continuación:

- 1) Desarrollo de prácticas de laboratorio, supervisadas por el profesor, más entregas de pequeños ejercicios planteados por el profesor y realizados en casa o en el aula (15%). Si la calificación obtenida en estas prácticas de clase a lo largo del curso es mayor o igual que 5, esta nota se guardará hasta el curso siguiente a aquel en el que se realizaron (es decir, en el curso siguiente, si el estudiante así lo desea podrá no realizar las prácticas de clase y tomar para ellas la calificación del curso anterior).
- 2) 3 controles de prácticas realizados durante el curso (35%).
- 3) 3 pruebas tipo test, realizadas durante el curso, sobre contenidos teóricos o teórico-prácticos de conjuntos de temas (20%).
- 4) Prueba final escrita (PFE), de carácter teórico-práctico, recopilatoria de los conocimientos adquiridos durante el curso (30%). Podrá incluir un test y preguntas de tipo desarrollo. Esta prueba será de carácter obligatorio para superar la asignatura por evaluación progresiva y será necesario obtener en ella una puntuación de al menos 3,0 sobre 10. Esta prueba se realizará en la misma fecha fijada por la Junta de Escuela para la prueba final de la convocatoria ordinaria.

A los alumnos cuya calificación final ponderada sea mayor o igual que 5,0 pero, sin embargo, no superen la asignatura por haber obtenido una calificación inferior a 3,0 sobre 10 en la prueba final escrita (4), se les asignará en las actas una calificación final de 4,5.

**IMPORTANTE:** Véanse también las NOTAS 1 y 2 de la sección Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global.

#### Actividades



- Prueba práctica 1 (10%)
- Prueba Test 1 (6.5%)
- Prueba Test 2 (6.5%)
- Prueba práctica 2 (12.5%)
- Evaluaciones de prácticas de clase (15%)
- Prueba Test 3 (7%)
- Prueba Práctica 3 (12.5%)
- Examen final evaluación progresiva (30%)

## **Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global**

### **Criterios de evaluación**

#### **PRUEBA DE EVALUACIÓN GLOBAL (CONVOCATORIA ORDINARIA)**

Esta prueba constará de:

- 1) Examen final escrito, de carácter teórico-práctico, que podrá incluir un test y preguntas de tipo desarrollo, recopilatorio de los conocimientos adquiridos durante el curso (50%). Para superar la asignatura, en esta parte del examen deberá obtenerse una calificación mínima de 3,0 sobre 10.
- 2) Examen práctico utilizando el software empleado durante las prácticas del curso (50%). Para superar la asignatura, en esta parte del examen deberá obtenerse una calificación mínima de 3,0 sobre 10.

NOTA 1: La parte (1) de esta prueba de evaluación global será la misma que la prueba final escrita (PFE) de la evaluación progresiva.

NOTA 2: Si un alumno que ha seguido la modalidad de evaluación progresiva durante el curso realizara la parte (2) (examen práctico) de la prueba de evaluación global, se entenderá que se presenta a la evaluación global y renuncia a las calificaciones obtenidas por evaluación progresiva durante el curso, y la ponderación de las partes teórica y práctica será por lo tanto la propia de la prueba de evaluación global, es decir, un 50% para cada parte.

NOTA 3: A los alumnos cuya calificación ponderada sea mayor o igual que 5,0 pero, sin embargo, no superen la prueba de evaluación global por haber obtenido una calificación inferior a 3,0 sobre 10 en alguna de sus partes, se les asignará en las actas una calificación final de 4,5

### **Actividades**

- Examen final evaluación global (convocatoria ordinaria) (100%)

## **Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria**

### **Criterios de evaluación**

#### **PRUEBA DE EVALUACIÓN GLOBAL (CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA)**

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará mediante una prueba de evaluación global que tendrá las mismas características y pesos descritos para ésta en el apartado de convocatoria ordinaria.

Tendrá en este caso la particularidad de que, si el estudiante lo manifiesta expresamente antes del inicio del examen, podrá omitirse la parte de examen práctico, tomando para ella la calificación obtenida en las PRUEBAS PRÁCTICAS de la asignatura realizadas por el estudiante, en modalidad de evaluación progresiva, DURANTE EL MISMO CURSO ACADÉMICO (pero no las obtenidas en el examen práctico de la convocatoria ordinaria del curso actual, en caso de haberlo realizado). Además, se podrá conservar la calificación de solo una de las partes de la asignatura (media de controles prácticos 1 y 2, para la primera parte, y control práctico 3, para la segunda parte). En este sentido, la superación de las pruebas prácticas durante el curso puede considerarse que liberan de la materia (práctica) correspondiente, pero sólo durante el propio curso académico.

#### Actividades

- Examen final evaluación global (convocatoria extraordinaria) (100%)

## RECURSOS

### Bibliografía

#### Bibliografía básica-1

Burden, J.D. y Faires, R.L. (2002). *Análisis Numérico*, 7ª ed. International Thomson Editores, México.

#### Bibliografía básica-2

Faires, R.L. y Burden, J.D. (2004). *Métodos Numéricos*, 3ª ed. Thomson-Paraninfo, Madrid.

#### Bibliografía básica-3

Dunn, S., Constantinides, A. y Moghe, P.V. (2005). *Numerical Methods in Biomedical Engineering*. Academic Press.

#### Bibliografía básica-4

Ottosen, N. y Peterson, H. (1992). *Introduction to the finite element method*. Prentice hall.

#### Bibliografía básica-5

Oomens, C., Brekelmans, M. y Baaijens, F. (2009). *Biomechanics, Concepts and computation*. Cambridge University Press.

#### Bibliografía básica-6

Maas, S., Rawlins, D., Weiss, J. y Ateshian, G. (2011). *FEBio theory manual*. Musculoskeletal Research Laboratories, University of Utah, Salt Lake City, Utah.

**Bibliografía complementaria-1**

Trefethen, L.N. y Bau, L. (1997). *Numerical Linear Algebra*. SIAM. Philadelphia.

**Bibliografía complementaria-2**

Lambert, J.D. (1991). *Numerical Methods for Ordinary Differential Systems*. John Wiley & Sons, Chichester.

**Bibliografía complementaria-3**

Morton, K.W. y Mayers, D.F. (2005). *Numerical Solution of Partial Differential Equations: An Introduction*, 2nd ed. Cambridge University Press. New York.

**Bibliografía complementaria-4**

Quarteroni, A. y Saleri, F. (2003). *Scientific Computing with MATLAB*, Springer-Verlag, Berlín.

**Web**

Página web de la asignatura

<http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales>

**Equipamiento**

Laboratorio computacional

*Laboratorio computacional*

**Otros recursos**

Sala de trabajo en grupo

*Sala de trabajo en grupo*

**OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

**Salud y bienestar**



**Educación de calidad**

## OTRA INFORMACIÓN

### CONTRIBUCIÓN A LA CONSECUCCIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS):

En esta asignatura se presentan y aplican distintas herramientas matemáticas que se emplean en el modelado de sistemas, en particular en modelos biológicos, así como diversas técnicas numéricas para la solución aproximada de estos modelos. Está vinculada, por lo tanto, con el ODS 3, que impulsa garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.

La asignatura contribuirá también a la consecución de los subobjetivos 4.4 (aumentar considerablemente el número de personas con las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo y al emprendimiento) y 4.7 (asegurar que todos los estudiantes adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible).