

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

**ASIGNATURA**

Biomecánica de medios continuos

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Segundo semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Biomecanica de medios continuos
<b>Titulación</b>	09IB - Grado en Ingeniería Biomedica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Semestre/s de impartición</b>	Cuarto semestre
<b>Módulos</b>	Obligatorio
<b>Materias</b>	Biomecanica
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Código UPM</b>	95000113
<b>Nombre en inglés</b>	Continuum media biomechanics

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	6	<b>Curso</b>	2
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería Biomedica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería Biomedica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

Matematicas I

Fisica I

Matematicas II

Fundamentos de biomecanica

Matematicas III

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

El coordinador de la asignatura no ha definido otros conocimientos previos recomendados.

## Competencias

---

- CE44 - Conocer las principales propiedades y comportamiento mecánico de los tejidos y sistemas fisiológicos animales, especialmente humanos.
- CE6 - Comprender y saber calcular el equilibrio y la dinámica de sistemas mecánicos
- CE7 - Saber aplicar las ecuaciones elementales de la mecánica de fluidos en el cálculo de sistemas de conducción convencionales macroscópicos y en microfluídica.
- CG1 - Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.
- CG10 - Formular, diseñar y elaborar proyectos siendo capaz de liderar grupos de trabajo y buscar en distintas fuentes de información e integrar nuevos conocimientos en su investigación
- CG11 - Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.
- CG15 - Transmitir la información adquirida, las ideas, los problemas y las soluciones de forma oral y escrita en castellano e inglés.
- CG16 - Aplicar los sistemas de divulgación de los resultados científicos de manera apropiada y utilizar los principios y medios relacionados con la transferencia de tecnología
- CG2 - Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos.
- CG4 - Trabajar de forma adecuada en un laboratorio incluyendo un registro anotado de las actividades y seguridad, manipulación y eliminación de residuos químicos o biológicos.
- CG7 - Ser capaz de utilizar el método científico.
- CG8 - Entender, aplicar, adaptar y desarrollar herramientas, técnicas y protocolos de experimentación con rigor metodológico comprendiendo las limitaciones que tiene la aproximación experimental.
- CG9 - Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales.

## Resultados de Aprendizaje

---

- RA309 - Conocer los tipos de tejidos del cuerpo humano y comprender su comportamiento mecánico, incluyendo los tejidos duros y blandos así como los el flujo sanguíneo
- RA303 - Conocer y comprender el concepto de medio continuo, así como comprender y analizar las tensiones como fuerzas internas en el mismo, sabiendo calcular sus distintas componentes y medidas
- RA304 - Conocer, comprender y analizar las medidas de las deformaciones y movimientos en un medio continuo
- RA305 - Conocer, comprender y analizar las ecuaciones de la elasticidad como relaciones básicas del comportamiento de los sólidos y tejidos biológicos
- RA306 - Conocer, aplicar y analizar las distribuciones de tensiones y deformaciones en problemas bidimensionales de elasticidad
- RA308 - Conocer comprender y analizar los modelos de materiales que dependen de la velocidad de deformación como los sólidos viscoelásticos y los fluidos Newtonianos
- RA307 - Conocer, comprender y analizar las ecuaciones de balance y principios de conservación que rigen el equilibrio y la dinámica en los medios continuos
- RA122 - Conocimiento de los fundamentos de la mecánica de los sólidos reales

RA123 - Comportamiento mecánico de los materiales biológicos

RA126 - Conocimiento de la estructura y propiedades y mecánicas más importantes de los tejidos del cuerpo humano, y su relevancia para la función fisiológica y en el desarrollo de patologías.

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Goicolea Ruigomez, Jose Maria <b>(Coordinador/a)</b>	E. Caminos T9-7	jose.goicolea@upm.es	L - 12:00 - 14:00 M - 12:00 - 14:00 X - 12:00 - 14:00 Se ruega concertar cita por correo electrónico
Blanco Ibañez, Sergio	E. Caminos 1-13	sergio.blanco@upm.es	L - 12:00 - 14:00 M - 12:00 - 14:00 X - 12:00 - 14:00 Se ruega concertar cita por correo electrónico

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

## Descripción de la Asignatura

---

Curso de mecánica de medios continuos orientado a la aplicación biomédica. Se desarrolla en primer lugar el concepto de medio continuo y el encaje dentro de dicho modelo del estudio de los tejidos del cuerpo humano y prótesis. A continuación se repasan brevemente los conceptos de álgebra vectorial y tensorial y de cálculo necesarios para la asignatura. Se desarrollan los conceptos de fuerzas en un medio continuo, con especial hincapié en las fuerzas internas o tensiones; la medida del movimiento a través de las deformaciones, con énfasis en las deformaciones infinitesimales pero explicando también las grandes deformaciones; las ecuaciones de comportamiento de los materiales, principalmente la elasticidad; las ecuaciones de balance y conservación, en especial las de equilibrio de tensiones; el comportamiento de los fluidos; las aplicaciones a tejidos blandos y duros humanos, desde el punto de vista conceptual y práctico mediante cálculo por elementos finitos.

## Temario

---

1. Tema 0: Preliminares matemáticos
2. Tema 1: Concepto de medio continuo y análisis de tensiones
3. Tema 2: Cinemática y análisis de las deformaciones
4. Tema 3: Ecuaciones de la elasticidad
5. Tema 4: Aplicaciones en elasticidad bidimensional
6. Tema 5: Leyes de balance y conservación
7. Tema 6: Fluidos y viscoelasticidad
8. Tema 7: Aplicación para tejidos humanos duros
9. Tema 8: Aplicación para tejidos humanos blandos
10. Tema 9: Aplicación para flujo sanguíneo
11. Prácticas en laboratorio computacional
  - 11.1. P1. Maple: cálculo de tensiones
  - 11.2. P2. Maple: cálculo de respuesta elástica
  - 11.3. P3. Elementos finitos: cálculo de tensiones y deformaciones en huesos
  - 11.4. P4. Elementos finitos: cálculo de tensiones y deformaciones en tejidos blandos

## Cronograma

**Horas totales:** 76 horas

**Horas presenciales:** 76 horas (48.7%)

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

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

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<b>Tema 0 Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 2	<b>Tema 0: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 3	<b>Tema 1: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 4	<b>Tema 1: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica P1 (Maple): cálculo de tensiones (2h)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 5	<b>Tema 2: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 6	<b>Tema 2: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 7	<b>Tema 3: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 8	<b>Tema 3: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 9	<b>Tema 4: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica P2 (Maple): cálculo de respuesta elástica (2h)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen intermedio (2 h)</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial
Semana 10	<b>Tema 4: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			



Semana 11	<b>Tema 5: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 12	<b>Tema 6: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 13	<b>Tema 7: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica P3 (Elementos Finitos): respuesta mecánica de huesos (2h)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 14	<b>Tema 8: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica P4 (Elementos Finitos): respuesta mecánica de tejidos blandos (2h)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 15	<b>Tema 9: Teoría y ejercicios (4 h)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 16				<b>Resolución y entrega de ejercicios teóricos (tipo test) y problemas</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial <b>Resolución y entrega de prácticas de laboratorio computacional</b> Duración: 01:00 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Actividad presencial
Semana 17				<b>Examen final escrito (4 h)</b> Duración: 04:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial <b>Examen final escrito (4 h)</b> Duración: 04:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial <b>Examen final prácticas</b> Duración: 01:00 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Actividad no presencial

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

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

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Examen intermedio (2 h)	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	25%		CE6, CE44
16	Resolución y entrega de ejercicios teóricos (tipo test) y problemas	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	15%	5 / 10	CE6, CE44
16	Resolución y entrega de prácticas de laboratorio computacional	01:00	Evaluación continua	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	10%	5 / 10	CE6, CE44
17	Examen final escrito (4 h)	04:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	50%	3 / 10	CG1, CG2, CG4, CG7, CG8, CG9, CG10, CG11, CG15, CG16, CE6, CE7, CE44
17	Examen final escrito (4 h)	04:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	90%	5 / 10	CG1, CG2, CG4, CG7, CG8, CG9, CG10, CG11, CG15, CG16, CE6, CE7, CE44
17	Examen final prácticas	01:00	Evaluación sólo prueba final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No	10%	5 / 10	CG2, CE6, CE7, CE44

## Criterios de Evaluación

Los alumnos serán evaluados en principio mediante evaluación continua, aunque el alumno que lo desee podrá ser evaluado únicamente mediante examen final.

La calificación final se obtendrá a partir de 4 componentes: 1) El resultado del trabajo personal del alumno a lo largo del curso evaluado en controles breves semanales de tipo teórico (ejercicios tipo test de 10 min en clase) o prácticos (entrega de problemas); 2) el trabajo de los alumnos en las prácticas de laboratorio computacional; 3) la evaluación de una prueba intermedia; y 4) el examen final del curso.

El objetivo principal de la evaluación no será el aprendizaje descriptivo o memorístico, sino la comprensión de los conceptos y modelos principales de mecánica de medios continuos en biomedicina por parte del estudiante, así como la capacidad de aplicación de los modelos y ecuaciones para problemas prácticos. Asimismo un objetivo importante será la capacidad de resolver problemas mediante modelos computacionales.

La evaluación continua no podrá rebajar la nota del alumno en relación a la del examen final: en el caso de que la nota obtenida por evaluación continua ponderada fuese inferior a la del examen final como prueba única, se considerará esta última como nota del curso. En consecuencia, los alumnos que deseen ser evaluados mediante un único examen final en cumplimiento de la Normativa de la Universidad Politécnica de Madrid no necesitarán hacer ninguna solicitud especial ni renunciar a la evaluación continua, bastará que acudan a dicho examen final.

Para la evaluación mediante solo prueba final, en el caso de estudiantes que no hayan podido asistir a las prácticas, constará de dos partes: un examen escrito por el 90% de la nota y un examen de prácticas por un 10% de la nota.

## Recursos Didácticos

---

Descripción	Tipo	Observaciones
Libro Oomens et al	Bibliografía	Biomechanics. Concepts and computation. C.W.J. Oomens, M. Brekelmans y F. Baaijens. Cambridge University Press. 2009
Libro Epstein	Bibliografía	The elements of continuum biomechanics. M. Epstein. John Wiley & Sons. 2012
Libro Oliver	Bibliografía	Oliver, X. y Agelet de Saracíbar, C. ¿Mecánica de medios continuos para ingenieros?, ediciones UPC, Barcelona 2005
Lab. computacional	Equipamiento	Aula HP
FE-Bio	Recursos web	<a href="http://www.febio.org">http://www.febio.org</a>