



POLITÉCNICA

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Telecomunicacion

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

95000113 - Biomecanica de medios continuos

PLAN DE ESTUDIOS

09IB - Grado En Ingenieria Biomedica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000113 - Biomecanica de medios continuos
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Segundo curso
Semestre	Cuarto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09IB - Grado en ingenieria biomedica
Centro en el que se imparte	09 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
Curso académico	2018-19

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Maria Goicolea Ruigomez (Coordinador/a)	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

Sergio Blanco Ibañez	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
----------------------	--------------------	----------------------	---

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

2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Velarde Ortega, Carlos	c.velarde@upm.es	Goicolea Ruigomez, Jose Maria

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Matematicas I
- Fisica I
- Matematicas II
- Fundamentos de biomecanica
- Matematicas III

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Ecuaciones diferenciales
- Algebra lineal

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. 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.

4.2. Resultados del 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.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. 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.

5.2. Temario de la asignatura

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: introducción y análisis de tensiones
 - 11.2. P2. Maple: cálculo de tensiones y deformaciones
 - 11.3. P3. Maple: ecuaciones de elasticidad
 - 11.4. P4. Elementos finitos: cálculo de tensiones y deformaciones en huesos

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	Tema 0 Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 0: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Tema 1: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Tema 1: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica P1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	Tema 2: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Tema 2: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	Tema 3: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	Tema 3: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	Tema 4: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica P2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Examen intermedio (2 h) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00
10	Tema 4: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Tema 5: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	Tema 6: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	Tema 7: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica P3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

14	Tema 8: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica P4 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15	Tema 9: Teoría y ejercicios (4 h) Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
16				Resolución de ejercicios teóricos y prácticos EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00 Resolución y entrega de prácticas de laboratorio computacional EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00
17				Examen final escrito (4 h) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 03:30 Examen final escrito (4 h) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 04:00 Examen final prácticas EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Duración: 01:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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

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

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Examen intermedio (2 h)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	0 / 10	CE6 CE44
16	Resolución de ejercicios teóricos y prácticos	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	15%	5 / 10	CE6 CE44
16	Resolución y entrega de prácticas de laboratorio computacional	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	10%	5 / 10	CE6 CE44
17	Examen final escrito (4 h)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:30	50%	3 / 10	CG1 CG2 CG4 CG7 CG8 CG9 CG10 CG11 CG15 CG16 CE6 CE7 CE44

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final escrito (4 h)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	90%	5 / 10	CG1 CG2 CG4 CG7 CG8 CG9 CG10 CG11 CG15 CG16

							CE6 CE7 CE44
17	Examen final prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	10%	5 / 10	CG2 CE6 CE7 CE44

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. 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 elementos:

1. controles breves semanales de tipo teórico (ejercicios tipo test o cuestiones breves en horario de clase) o prácticos (entrega de problemas), que valoran el trabajo del alumno a lo largo del curso; se requiere una nota mínima de 5/10 en estos ejercicios
2. la asistencia y aprovechamiento de los alumnos en las prácticas de laboratorio computacional, resolviendo las cuestiones que se les plantee; se requiere una nota mínima de 5/10 en estos ejercicios
3. la evaluación de una prueba intermedia tipo examen parcial;
4. el examen final del curso, que deberá hacerse en todo caso, tanto para el aprobado por evaluación continua como por solo examen final. Para aprobar por evaluación continua se requiere un mínimo de 3/10.

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, se consideran dos elementos:

1. Las prácticas realizadas durante el curso, con un peso del 10% de la nota.
2. el examen final escrito, con un peso del 90% de la nota; se requiere un mínimo de 5/10 en este examen para aprobar. En caso de no obtener este mínimo se computará como nota final solamente la nota de este examen final, sin sumar la nota de prácticas.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	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	http://www.febio.org