



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

95000126 - Imagenes biomedicas

### PLAN DE ESTUDIOS

09IB - Grado en Ingenieria Biomedica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017/18 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

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

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000126 - Imagenes biomedicas
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09IB - Grado en Ingenieria Biomedica
<b>Centro en el que se imparte</b>	Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2017-18

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Enrique Javier Gomez Aguilera (Coordinador/a)	B313	enriquejavier.gomez@upm.es	V - 12:00 - 13:00
Maria Elena Hernando Perez	B316	mariaelena.hernando@upm.es	M - 12:00 - 14:00
Maria Jesus Ledesma Carbayo	C201	mariajesus.ledesma@upm.es	Sin horario.

Patricia Sanchez Gonzalez	D213	p.sanchez@upm.es	L - 12:00 - 13:00 Es necesario concertar cita
---------------------------	------	------------------	---

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

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

- Estadística
- Matematicas III
- Fundamentos de electronica
- Sistemas y señales
- Sistemas electronicos

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

- Los adquiridos en las materias de Estadística, Matemáticas, Fundamentos de electrónica, Sistemas y Señales y Sistemas Electrónicos.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

CE12 - Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biomédicas y bibliográficos.

CE38 - Conocer los principios y las técnicas de medida de las magnitudes más relevantes en Ingeniería Biomédica.

CE42 - Conocer técnicas de muestreo y procesado de señales e imágenes para diversas aplicaciones en relación con la Ingeniería Biomédica.

CE43 - Capacidad de análisis e interpretación de señales e imágenes biomédicas.

CG15 - Transmitir la información adquirida, las ideas, los problemas y las soluciones de forma oral y escrita en castellano e inglés.

## 4.2. Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA362 - RA2 - Describir y aplicar los métodos básicos de procesamiento y análisis de imágenes médicas

RA363 - RA3 - Resolver problemas en tecnologías de imágenes biomédicas.

RA364 - RA4 ? Emitir juicios en el campo de la ingeniería biomédica a partir de información recopilada y datos relevantes.

RA365 - RA5 - Realizar un trabajo en equipo mediante búsqueda de fuentes de información y discusión crítica.

RA361 - RA1 - Describir y explicar los principios y técnicas de obtención de imágenes biomédicas y su aplicación diagnóstica

RA366 - RA6 ? Presentar información técnica de forma oral y pública.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo de la asignatura es proporcionar al alumno un conocimiento teórico y práctico sobre entornos de trabajo de imagen biomédica, física de las imágenes médicas (interacción materia-energía, detectores, fuentes, dosimetría, radiación, protección), física de los sistemas de radiología diagnóstica (radiografía, tomografía computerizada, medicina nuclear, PET, resonancia magnética nuclear, ultrasonidos), estándares en imagen biomédica, y conceptos básicos de procesamiento de imagen médica.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. 1. Conceptos básicos de las imágenes médicas

1.1. 1.1. Presentación de la asignatura e introducción a los entornos de trabajo de imagen médica.

1.2. 1.2. Principios físicos de las imágenes médicas (interacción materia-energía, detectores, fuentes, dosimetría, radiación, protección).

1.3. 1.3. Imágenes digitales (muestreo, cuantificación resolución, representación, ruido, PSF, MTF).

### 2. 2. Radiología

2.1. 2.1. Radiología convencional: la fuente de rayos X; efectos de la interacción energía-materia; efectos de la geometría en la formación de la imagen

2.2. 2.2. Radiología digital: detectores; margen dinámico y tiempos de adquisición; Radiología digital directa; Angiografía digital.

### 3. 3. Tomografía computerizada

3.1. 3.1. Introducción a los sistemas TC

3.2. 3.2. Componentes básicos de un sistema de tomografía computerizada

3.3. 3.3. Información cuantitativa obtenida a partir de las imágenes de TC

3.4. 3.4. Últimos desarrollos, TC multidetector, TC de baja dosis, uso de contraste

3.5. 3.5. Reconstrucción por imágenes TC proyecciones

3.6. 3.6. Aplicaciones principales de las imágenes TC

### 4. 4. Resonancia magnética

4.1. 4.1. Principios físicos de las IRM

4.2. 4.2. Resonancia y relajación

4.3. 4.3. Contraste de tejidos

4.4. 4.4. Secuencia de pulsos

4.5. 4.5. Codificación y construcción de imágenes

4.6. 4.6. Sistemas de IRM

4.7. 4.7. Resonancia magnética funcional

### 5. 5. Ultrasonidos

5.1. 5.1. Principios físicos de las ondas sonoras

5.2. 5.2. Características, generación y detección de los ultrasonidos

- 5.3. 5.3. Formación de imagen
- 5.4. 5.4. Modos de adquisición de imagen
- 5.5. 5.5. Aplicaciones de las imágenes por ultrasonidos
- 5.6. 5.6. Ecografía Doppler, fundamentos y modos de adquisición
- 6. 6. Medicina nuclear
  - 6.1. 6.1. Introducción: definiciones, historia y principios de generación, gammacámara, aplicaciones principales
  - 6.2. 6.2. Componentes de la gammacámara: colimador, cristal de centelleo, fotomultiplicador, cálculo de coordenadas y analizador de pulso
  - 6.3. 6.3. Factores que afectan a la calidad de la imagen: sensibilidad, discriminación temporal, uniformidad de campo, resolución espacial
  - 6.4. 6.4. SPECT, tipo de radiación e isótopos utilizados
  - 6.5. 6.5. Componentes principales de un sistema SPECT
  - 6.6. 6.6. PET, tipo de radiación e isótopos utilizados
  - 6.7. 6.7. Componentes principales de un sistema PET
  - 6.8. 6.8. Principios básicos de reconstrucción de imagen SPECT y PET
  - 6.9. 6.9. Aplicaciones principales de las imágenes SPECT y PET
- 7. 7. Estándares en imágenes médicas
  - 7.1. 7.1. Introducción a los sistemas de almacenamiento y comunicación de imágenes, PACS
  - 7.2. 7.2. El estándar DICOM
- 8. 8. Introducción al procesamiento de imágenes médicas
  - 8.1. 8.1. Procesamiento de imágenes médicas
  - 8.2. 8.2. Métodos de intensificación
- 9. 9. Introducción al análisis y segmentación de imágenes médicas
  - 9.1. 9.1. Análisis de imágenes médicas
  - 9.2. 9.2. Métodos de segmentación
  - 9.3. 9.3. Procesado morfológico
- 10. Casos prácticos y seminarios de aplicación clínica
  - 10.1. 10.1. Imágenes médicas en cardiología

10.2. 10.2. Imágenes médicas en neurología

11. Prácticas de Laboratorio-

11.1. 1. Intensificación de imágenes médicas

11.2. 2. Segmentación de imágenes médicas



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<p><b>Presentación de la asignatura</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1.1</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Tema 1.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p><b>Tema 2.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 3.1, 3.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p><b>Temas 3.3, 3.4, 3.5, 3.6</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
5	<p><b>Temas 4.1, 4.2, 4.3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Ejercicio Temas 2 y 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 02:00</p>
6	<p><b>Temas 4.4, 4.5, 4.6</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
7	<p><b>Tema 5.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Ejercicio Tema 4</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 02:00</p>
8	<p><b>Temas 6.1, 6.2, 6.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 6.4, 6.5, 6.6, 6.7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

9	<p><b>Temas 6.8, 6.9</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prueba de seguimiento: examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00</p> <p><b>Ejercicio Tema 5</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 02:00</p>
10	<p><b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p><b>Tema 9</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Taller introducción 3D Slicer y práctica de laboratorio</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Ejercicio Tema 6</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 02:00</p>
12	<p><b>Tema 10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Taller introducción 3D Slicer y práctica de laboratorio</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Entrega práctica 1</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 02:00</p>
13	<p><b>Tema 10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Entrega práctica 2</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 02:00</p>
14				<p><b>Presentación de proyectos en grupo</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Duración: 02:00</p> <p><b>Prueba de seguimiento: examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00</p>
15				
16				<p><b>Prueba final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00</p>
17				

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
5	Ejercicio Temas 2 y 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	2.5%	3 / 10	CE38 CE42 CE43 CE12
7	Ejercicio Tema 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	2.5%	3 / 10	CE38 CE42 CE43 CE12
9	Prueba de seguimiento: examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	3 / 10	CE38 CE42 CE43 CE12
9	Ejercicio Tema 5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	2.5%	3 / 10	CE38 CE42 CE43 CE12
11	Ejercicio Tema 6	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	2.5%	3 / 10	CE38 CE42 CE43 CE12
12	Entrega práctica 1	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	5%	3 / 10	CE38 CE42 CE43 CE12 CG15
13	Entrega práctica 2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	5%	3 / 10	CE38 CE42 CE43 CE12
14	Presentación de proyectos en grupo	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	3 / 10	CE38 CE42 CE43 CE12

14	Prueba de seguimiento: examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	3 / 10	CE38 CE42 CE43 CE12
----	---------------------------------------	-------------------------------------	------------	-------	-----	--------	------------------------------

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE38 CE42 CE43 CE12 CG15

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Los alumnos serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. La calificación de la asignatura para estos alumnos se realizará del siguiente modo:

**70 % del control de seguimiento de la asignatura (exámenes parciales)+**

**10% entrega de ejercicios +**

**10 % entrega de prácticas +**

**10% trabajo en grupo.**

-----

Encumplimiento de la Normativa de Evaluación de la Universidad Politécnica de Madrid, los alumnos que lo deseen serán evaluados mediante un único examen final siempre y cuando lo comuniquen al Director del Departamento de Tecnología Fotónica y Bioingeniería mediante solicitud presentada en el registro de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación antes del **6 de Marzo de 2017**. Esta opción supone la renuncia a la evaluación continua. En este caso, la calificación final se obtendrá de acuerdo a la siguiente fórmula:

**100% nota examen final**

Para **TODOS** los alumnos que tengan que acudir a examen EXTRAORDINARIO de la asignatura la calificación final se obtendrá como:

**100 % nota examen final**

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Documentación con el material presentado en clase	Otros	Accesible on-line en la plataforma de tele-enseñanza moodle
Jerry L. Prince, Jonathan Links, Medical Imaging Signals and Systems, Pearson Prentice Hall, 2005	Bibliografía	
P. Suetens. Fundamentals of Medical Imaging. Cambridge University Press. 2009	Bibliografía	
The Essential Physics of Medical Imaging, 3rd Edition,	Bibliografía	
Introduction to Medical Imaging: Physics, Engineering and Clinical Applications, 1st Edition, Nadine Barrie Smith, Andrew Webb, 978-0521190657, 2010.	Bibliografía	

Medical Imaging: Principles and Practices, 1st Edition,	Bibliografía	
R. C. Gonzalez, R. E. Woods. Digital Image Processing.	Bibliografía	
G. Dougherty. Digital Image Processing for Medical Applications. , Cambridge University Press. 2009	Bibliografía	
Insight into Images: Principles and Practice for Segmentation, Registration and Image Analysis, 1st Edition, Terry S. Yoo, 978-1568812175, 2004	Bibliografía	
Slicer 3D	Recursos web	Software open-source de visualización y procesamiento de imágenes médicas