

MEMORIA DE VERIFICACIÓN

**GRADUADO/A EN
INGENIERÍA BIOMÉDICA
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE
MADRID**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



POLITÉCNICA

Mayo 2014

Contenido

1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO	1
1.1. Denominación	1
1.2. Universidad Solicitante y Centro, Departamento o Instituto responsable del programa	1
1.3. Tipo de enseñanza	1
1.4. Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas.....	1
1.5. Número de créditos y requisitos de matriculación.....	2
1.6. Resto de la información necesaria para la expedición del Suplemento Europeo al Título de acuerdo con la normativa vigente	6
2. JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO	7
2.1. Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo.	7
2.1.1. Interés Científico-Social del Grado en Ingeniería Biomédica	7
2.1.2. Interés Académico del Grado en Ingeniería Biomédica	16
2.1.3. Grado de originalidad de la propuesta del Grado en Ingeniería Biomédica de la Universidad Politécnica de Madrid.....	16
2.1.4. Relación de la propuesta con las características socioeconómicas de la zona de influencia del título	20
4.1. Sistemas de información previa a la matriculación y procedimientos accesibles de acogida y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la universidad y la titulación	21
4.1.1. Acceso a los estudios	21
4.1.2. Perfil de ingreso	21
4.1.3. Sistemas de información sobre la titulación y sobre el proceso de matriculación	21
4.1.4. Admisión	25
4.1.5. Sistemas de acceso para estudiantes que no inicien estudios en la titulación de la UPM a la que se refiere el plan y procedan de otras	25
4.1.6. Procedimiento de actividades de acogida y orientación de estudiantes de nuevo ingreso	26
4.1.7. Actividades de nivelación	27
2.2. Justificación de la existencia de referentes nacionales e internacionales que avalen la propuesta.....	27
2.2.1. Referentes de la Universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas.....	27
2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudio.....	38

2.3.1. Procedimientos de consulta internos.....	38
2.3.2. Procedimientos de consulta externos.....	38
3. OBJETIVOS	40
3.1. Objetivos generales del título	40
3.2. Competencias.....	44
3.2.1. Competencias Generales	44
3.2.2. Competencias Específicas	46
4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES	52
4.2. Condiciones o pruebas de acceso especiales	52
4.3. Sistemas de apoyo y orientación de los estudiantes una vez matriculados	52
4.3.1. Orientación curricular.....	53
4.4 Transferencia y reconocimiento de créditos: sistema propuesto por la universidad (de conformidad con el real decreto).....	54
5. PLANIFICACION DE LAS ENSEÑANZAS	56
5.1. Estructura de las enseñanzas.....	56
5.1.1. Distribución en Módulos de las asignaturas.....	56
5.1.2. Itinerarios Curriculares	61
5.1.3. Secuenciación de la enseñanza.....	61
5.1.4. Formación en comunicación en lengua inglesa	64
5.1.5. Trabajo Fin de Grado	65
5.1.6. Prácticas Externas.....	65
5.1.7. Estancias en Centros Extranjeros.....	66
5.1.8. Permanencia	68
5.1.9. Coordinación de las enseñanzas	68
5.1.10. La optatividad	70
5.2. Procedimientos para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida. Sistema de reconocimiento y acumulación de créditos ECTS.	70
5.3. Descripción de los módulos o materias de enseñanzas-aprendizaje que constituyen la estructura del Plan de Estudios incluyendo el Trabajo Fin de Grado y las Prácticas Externas	71
5.3.1. Descripción de los métodos usados en módulos o materias	71
5.3.2. Descripción detallada de los módulos o materias de enseñanzas-aprendizaje.....	73
Ayuda a la decisión	76
BASES DE DATOS.....	79
Dispositivos biomédicos.....	83
BIOLOGÍA	90
BIOMATERIALES.....	94
Biomecánica	98
BIOQUÍMICA	102

Computación.....	105
REDES DE COMUNICACIONES.....	109
ELECTRÓNICA PARA BIOMEDICINA	112
FÍSICA115	
FISIOLOGÍA.....	119
EMPRESA	121
GESTIÓN DE INFORMACIÓN BIOMÉDICA	126
Uso profesional de la lengua Inglesa.....	129
MATEMÁTICAS.....	133
Métodos Numéricos.....	137
QUÍMICA	141
Señales e Imágenes Biomédicas	145
SISTEMAS.....	152
Telemedicina.....	156
TRABAJO FIN DE GRADO.....	160
Interfaces	163
6.- PERSONAL ACADÉMICO.....	168
6.1. Profesorado y otros recursos humanos necesarios y disponibles para llevar a cabo el Plan de Estudios propuesto.	168
6.1.1. Previsión de profesorado y otros recursos humanos necesarios	177
6.1.2. Mecanismos de que se dispone para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad.....	179
6.1.3. Necesidades de formación del Profesorado y del PAS.....	179
6.2. Otros recursos humanos.....	180
7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS	182
7.1.1. ETSI Telecomunicación.	182
7.1.2. ETSI AGRÓNOMOS.....	189
Aulas para docencia.	190
Laboratorios de prácticas	190
7.1.3. CENTRO DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA	192
7.1.4. FACULTAD DE CC DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE.INEF	201
7.2. Previsión de adquisición de los recursos materiales y servicios necesarios	202
8. Resultados previstos	202
8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación	202
8.1.1. Tasa de eficiencia.....	203
8.1.2. Tasa de abandono	204
8.1.3. Indicadores	204
8.2. Progreso y resultados de aprendizaje	205
9. SISTEMA DE GARANTÍA DE LA CALIDAD	206

9.1. Responsables del Sistema de Garantía de la Calidad del Plan de Estudios.....	206
9.1.1. Participación de los grupos de interés en el órgano responsable del (SGC) del Plan de Estudios.	207
9.2. Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado. ..	208
9.2.1. Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza	208
9.2.2. Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad del profesorado	209
9.3. Procedimientos para garantizar la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad.	209
9.3.1. Procedimientos para garantizar la calidad de las prácticas externas.....	209
9.3.2. Procedimientos para garantizar la calidad de los programas de movilidad	210
9.4 . Procedimientos de análisis de la inserción laboral de los graduados y de la satisfacción con la formación recibida.	210
9.5. Procedimiento para el análisis de la satisfacción de los distintos colectivos implicados (estudiantes, personal académico y de administración y servicios, etc.) y de atención a la sugerencias y reclamaciones. Criterios específicos en el caso de extinción del título	211
10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN	214
10.1. Calendario de implantación del título	214
10.2. Procedimiento de adaptación, en su caso, de los estudios existentes al nuevo plan de estudios.....	214
10.3. Enseñanzas que se extinguen por la impartición del correspondiente título propuesto ...	214

1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

1.1. Denominación

Graduado/a en Ingeniería Biomédica por la Universidad Politécnica de Madrid

1.2. Universidad Solicitante y Centro, Departamento o Instituto responsable del programa

Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. A continuación se relacionan los departamentos que impartirán la docencia del título:

- *Automática, Ingeniería Electrónica e Informática Industrial*
- *Biología Vegetal*
- *Biotechnología*
- *Ciencias de los Materiales*
- *Economía y Ciencias Sociales Agrarias*
- *Electrónica, Automática e Informática Industrial*
- *Física Aplicada a las Tecnologías de la Información*
- *Física y Mecánica Fundamentales Aplicadas a la Ingeniería Agroforestal*
- *Ingeniería de Sistemas Telemáticos*
- *Ingeniería Electrónica*
- *Ingeniería Mecánica y de Fabricación*
- *Inteligencia Artificial*
- *Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software*
- *Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información*
- *Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras*
- *Química y Análisis Agrícola*
- *Salud y rendimiento Humano*
- *Salud y Rendimiento Humano*
- *Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones*
- *Tecnología Electrónica*
- *Tecnología Fotónica y Bioingeniería*
- *Tecnologías Especiales Aplicadas a la Telecomunicación*

1.3. Tipo de enseñanza

Presencial

1.4. Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas

Número de plazas de nuevo ingreso: 50 plazas

1.5. Número de créditos y requisitos de matriculación

El número total de créditos de matriculación es de 240 créditos ECTS, impartidos en cuatro cursos de 60 créditos ECTS cada uno. Aquí se incluyen todas las actividades teóricas y prácticas de formación del estudiante

Un crédito ECTS corresponde a 27 horas de dedicación del alumno.

De acuerdo con el artículo 74 de la normativa de Acceso y Matriculación aprobada por el Consejo de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid, en la sesión del 26 de marzo de 2009, para Planes de Estudios de titulaciones de Grado y de Máster adaptados al R.D. 1393/2007.

*(http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Informacion/Normativa/NORMATIVA_ACCESO_MATRICULACION_DEF_2010-2011.pdf): El número de créditos europeos en los que se matricularán los estudiantes a tiempo completo de las titulaciones oficiales de Grado y Máster de la Universidad Politécnica de Madrid será de **30 créditos por semestre**.*

Cuando la aplicación de lo dispuesto en el artículo 73 haga imposible que el número de créditos europeos de matrícula sea exactamente de 30, el estudiante deberá dar prioridad a lo dispuesto en el mismo y formalizará su matrícula en un número de créditos europeos que no sea inferior a 27 ni superior a 33.

Para aquellos alumnos con necesidades educativas específicas derivadas de discapacidad, se evaluarán la necesidad de posibles adaptaciones curriculares, itinerarios o estudios alternativos.

El número mínimo de créditos europeos de matrícula por estudiante y periodo lectivo para alumnos que quieran realizar sus estudios de Grado a tiempo parcial o alumnos con necesidades educativas especiales, se establece en 18 ECTS.

De acuerdo con la Normativa de regulación de la Permanencia de los estudiantes de la Universidad Politécnica de Madrid para titulaciones reguladas por el RD 1393/2007, aprobada por el Consejo de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid, en la sesión del 26 de marzo de 2009, para su elevación al Consejo Social

<http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Informacion/Normativa/NORMATIVA%20DE%20ACCESO%20Y%20MATRICULACION%20PERMANENCIA%20.pdf>:

El estudiante que se matricule por primera vez en el primer curso de estudios de Grado que se imparten en la Universidad Politécnica de Madrid, para poder continuar los mismos tendrá que aprobar al menos 6 créditos europeos de materias obligatorias de ese primer curso.

No obstante lo anterior, el alumno que no apruebe en su primer curso los referidos 6 créditos europeos, podrá elegir según conviniese a sus intereses, entre:

- a) Acceder por una sola vez a los estudios de grado de otra titulación de las que se impartan en la UPM, cumpliendo los requisitos exigidos a los alumnos de nuevo ingreso. En tal caso para continuar esos estudios deberá aprobar al menos 12 créditos europeos de materias obligatorias de primer curso. Teniendo en cuenta que de no cumplir esta condición no podrá proseguir estudios en la Universidad Politécnica de Madrid.*
- b) Quedarse por una sola vez un curso más en la titulación inicial. En tal caso para continuar estudios deberá aprobar al menos 12 créditos europeos de materias obligatorias de primer*

curso. Teniendo en cuenta que de no cumplir esta condición no podrá proseguir estudios en la Universidad Politécnica de Madrid.

Cuando un alumno se haya encontrado en una o varias situaciones excepcionales (enfermedad grave, maternidad, estar reconocido como deportista de Alto Nivel o cualquier otra que así sea considerada) que le hubiesen impedido un normal desarrollo de los estudios, podrá invocar dicha situación o situaciones presentando escrito, según modelo que se establezca, ante la Comisión de Gobierno de su Centro, adjuntando los justificantes que acrediten una o varias causas excepcionales. A la vista de los documentos, el Vicerrector con competencias en esta materia comprobará si se trata de alguna de las situaciones excepcionales descritas en este artículo y en tal caso resolverá no computar el año académico en curso a efectos de permanencia en la Universidad Politécnica de Madrid. En caso contrario se denegará la aplicación de este precepto. Será requisito imprescindible para aceptar, en su caso, las alegaciones del alumno, que éste hubiese renunciado expresamente a realizar exámenes durante el resto del curso, lo que podrá efectuar en el modelo que se establezca. La referida solicitud deberá presentarse antes del mes mayo, salvo que la causa o causas hubiesen surgido más tarde, lo que deberá ser debidamente probado. En todo caso, la aplicación del presente artículo no supondrá en ningún caso anulación de matrícula.

La presente Normativa de Permanencia no será de aplicación, y se entenderá que se ha consolidado el derecho a permanecer, en los siguientes supuestos:

- a) Alumnos que acrediten tener aprobadas tres asignaturas de primer curso, en estudios universitarios de planes anteriores no estructurados en créditos.*
- b) Alumnos que acrediten tener superados un 60 % de los créditos de materias troncales u obligatorias de primer curso, en estudios universitarios de planes estructurados en créditos anteriores a la entrada en vigor del RD 1393/2007.*
- c) Alumnos que acrediten tener superados 6 créditos europeos de materias obligatorias de primer curso, en estudios de grado.*

Tabla de asignaturas y créditos:

CURSO PRIMERO	
ASIGNATURAS OBLIGATORIAS DE GRADO	ECTS
Matemáticas I	6
Física I	6
Química	6
Biología	6
Estadística	6
Matemáticas II	6
Bioquímica Estructural	6
Biología Celular y Tisular	6
Fundamentos de Programación	6
Física II	6
Total	60
CURSO SEGUNDO	
	ECTS

<i>Economía y Gestión de Empresas</i>	6
<i>Análisis instrumental (prácticas en laboratorios disponibles)</i>	6
<i>Matemáticas III</i>	6
<i>Fundamentos de Biomecánica</i>	6
<i>Fundamentos de Electrónica</i>	6
<i>Fisiología de Sistemas</i>	6
<i>Uso Profesional de la lengua Inglesa</i>	6
<i>Sistemas Electrónicos</i>	6
<i>Sistemas y Señales</i>	6
<i>Biomecánica de medios continuos</i>	6
Total	60
CURSO TERCERO	
<i>Señales biomédicas</i>	6
<i>Fisiopatología humana</i>	6
<i>Modelos numéricos en Biomedicina</i>	6
<i>Redes de Comunicaciones</i>	6
<i>Algoritmos y estructuras de datos</i>	6
<i>Bases de Datos</i>	6
<i>Bioinstrumentación</i>	6
<i>Imágenes biomédicas</i>	6
<i>Biomateriales</i>	6
<i>Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos</i>	6
Total	60

ITINERARIOS

Itinerario 1: BIOINGENIERÍA (Dispositivos Biomédicos, Biomateriales y Biomecánica)	
CURSO CUARTO	ECTS
<i>Modelado y simulación dinámica aplicada a la Biomedicina</i>	4
<i>Ingeniería Clínica y de Gestión</i>	4
<i>Laboratorio de señales biomédicas</i>	4
<i>Laboratorio de Imágenes biomédicas</i>	4
<i>Laboratorio de Bioinstrumentación</i>	4
<i>Ingeniería de tejidos</i>	4
<i>Laboratorio de materiales biológicos y biomateriales</i>	4
<i>Biosensores</i>	4
<i>Desarrollo de dispositivos médicos</i>	4
<i>Laboratorio de Biomecánica</i>	4
<i>* Optativas/PRÁCTICAS EXTERNAS</i>	8
<i>Trabajo Fin de Grado</i>	12
Total	60

* Optativas = 2 asignaturas de 4 ECTS del resto de itinerarios del Grado en Ingeniería Biomédica u otras definidas en la programación docente anual aprobada en Junta de Escuela, o prácticas externas o créditos reconocidos (hasta un máximo de 6) por la realización de actividades de representación, culturales, deportivas, solidarias y de cooperación.

Itinerario 2: INFORMÁTICA BIOMÉDICA	
CURSO CUARTO	ECTS
<i>Historias Clínicas, terminologías y estándares</i>	4
<i>Sistemas de Información Biomédica</i>	4
<i>Ingeniería Clínica y de Gestión</i>	4
<i>Sistemas de ayuda a la decisión médica</i>	4
<i>Bioinformática</i>	4
<i>Minería de datos en Biomedicina</i>	4
<i>NLP y recuperación de información</i>	4
<i>Tecnologías Web en biomedicina</i>	4
<i>Bases de Datos y Sistemas de Salud Pública</i>	4
<i>e-Health</i>	4
*Optativas/PRÁCTICAS EXTERNAS	8
<i>Trabajo Fin de Grado</i>	12
Total	60

* Optativas = 2 asignaturas de 4 ECTS del resto de itinerarios del Grado en Ingeniería Biomédica u otras definidas en la programación docente anual aprobada en Junta de Escuela, o prácticas externas o créditos reconocidos (hasta un máximo de 6) por la realización de actividades de representación, culturales, deportivas, solidarias y de cooperación.

Itinerario 3: TELEMEDICINA	
CURSO CUARTO	ECTS
<i>Historias Clínicas, terminologías y estándares</i>	4
<i>Sistemas de Información Biomédica</i>	4
<i>Modelado y simulación dinámica aplicada a la Biomedicina</i>	4
<i>Telemedicina</i>	4
<i>Redes y servicios</i>	4
<i>Tratamiento digital de imágenes biomédicas</i>	4
<i>Ingeniería Clínica y de Gestión</i>	4
<i>Interfaces hombre-máquina</i>	4
<i>Laboratorio de Telemedicina</i>	4
<i>Sistemas de ayuda a la decisión</i>	4
OPTATIVAS DE ESTE ITINERARIO/PRÁCTICAS EXTERNAS *	
<i>Tecnologías sistemas personales sanitarios</i>	4
<i>Tecnologías asistivas</i>	4
<i>Laboratorio de imágenes biomédicas</i>	4
<i>Ingeniería Neurosensorial</i>	4
<i>Trabajo Fin de Grado</i>	12
Total	60

* U otras **del resto de itinerarios del Grado en Ingeniería Biomédica** o definidas en la programación docente anual aprobada en Junta de Escuela. También podrán obtenerse los 8 créditos optativos por la realización de **prácticas externas** o créditos reconocidos (hasta un máximo de 6) por la realización de actividades de representación, culturales, deportivas, solidarias y de cooperación.

Itinerario 4: IMÁGENES BIOMÉDICAS	
CURSO CUARTO	ECT
Historias Clínicas, terminologías y estándares	4
Sistemas de Información Biomédica	4
Modelado y simulación dinámica aplicada a la Biomedicina	4
Tratamiento digital de imágenes biomédicas	4
Imágenes Biomédicas Avanzadas-I	4
Telemedicina	4
Ingeniería Clínica y de Gestión	4
Laboratorio de imágenes biomédicas	4
Simulación y Planificación quirúrgica	4
Imágenes Biomédicas Avanzadas-II	4
OPTATIVAS ITINERARIO/PRÁCTICAS EXTERNAS*	
Biofotónica	4
Ingeniería Neurosensorial	4
Laboratorio de Telemedicina	4
Trabajo Fin de Grado	12
Total	60

* U otras **del resto de itinerarios del Grado en Ingeniería Biomédica** o definidas en la programación docente anual aprobada en Junta de Escuela. También podrán obtenerse los 8 créditos optativos por la realización de **prácticas externas** o créditos reconocidos (hasta un máximo de 6) por la realización de actividades de representación, culturales, deportivas, solidarias y de cooperación.

1.6. Resto de la información necesaria para la expedición del Suplemento Europeo al Título de acuerdo con la normativa vigente

Rama de conocimiento: Ingeniería y Arquitectura

Naturaleza de la Institución que ha conferido el título: Universidad Pública

Naturaleza del centro universitario en el que el titulado ha finalizado sus estudios: Centro propio

Lenguas utilizadas a lo largo del proceso formativo: español e inglés

Profesiones para las que capacita una vez obtenido el título: Ninguna

2. JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO

2.1. Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo.

2.1.1. Interés Científico-Social del Grado en Ingeniería Biomédica

Análisis del mercado potencial. Características de esa demanda en el entorno de influencia. Referentes nacionales e internacionales de la propuesta.

La larga experiencia en cursos de formación y la intensa actividad investigadora y profesional en ingeniería Biomédica de los más de cien profesores implicados en el proyecto de diseño del Grado en IB ha permitido elaborar, durante los muchos meses empleados en este proceso, una visión estable y detallada del mercado al que ha de orientarse la formación del Grado en Ingeniería Biomédica. El resultado de ese estudio permite extraer varias conclusiones genéricas:

1) existe una gran diversidad en las necesidades de formación de los profesionales del sector, por lo que el título ha de capacitar a una gran variedad de profesionales distintos y 2) la formación que se les proporcione ha de tener en cuenta una circunstancia frecuente de cualquier especialidad de ingeniería: la necesidad de adaptarse a tecnologías diversas y cambiantes con una tasa de cambio bastante rápida. Entre los perfiles profesionales identificados destacan:

- a) Empresas del sector de ingeniería biomédica*
 - Proyecto y diseño de equipos y sistemas de monitorización, diagnóstico y terapia*
 - Proyecto y diseño de sistemas de información y comunicaciones en sanidad*
 - Proyecto y diseño de sensores, acondicionadores y sistemas de adquisición de señales e imágenes biomédicas*
 - Responsable de producto dando soporte técnico al cliente*
- b) Departamentos de ingeniería clínica en hospitales*
 - Control de calidad de los equipos, prevención de riesgos asociados*
 - Gestión y asesoramiento técnico en la adquisición de los equipos y sistemas biomédicos*
 - Gestión del mantenimiento de los equipos médicos*
 - Formación continuada del personal sanitario para optimizar la utilización de la tecnología médica*
- c) Administración*
 - Evaluación y certificación de tecnología médica*
 - Definición de normativas de equipos e instalaciones médicas*
 - Desarrollo de políticas de utilización de los equipos y sistemas biomédicos en hospitales*
- d) iniciación de carreras de investigadores*

Además de esas conclusiones derivadas de la experiencia y de los análisis de mercado tradicionales, se ha considerado imprescindible la exploración de lo que entendemos será la demanda de profesionales del futuro, que, efectivamente, introduce cambios significativos en aquella visión. Para no hacer muy extenso este análisis incluimos aquí solo unos estudios prospectivos recientes que consideramos referencias sólidas para nuestro entorno de aplicación, por el gran valor intrínseco derivado de la categoría de las instituciones firmantes, que incluyen la

inmensa mayoría de los investigadores relevantes en Ingeniería y Tecnología Biomédica de España, y tienen la dimensión internacional imprescindible.

CIBER-bbn: Centro Nacional de Investigación Biomédica en Red en Bioingeniería, Biomecánica y Nanomedicina.

El Ciber-bbn es sin duda un referente de la investigación e innovación a nivel nacional e internacional, posicionándose como líder en la investigación sobre avances tecnológicos y su transferencia a la práctica clínica. Aglutina 52 grupos españoles seleccionados por paneles de evaluación internacional exclusivamente por su excelencia científica y reconocimiento internacional. En su segundo año de actividades ha elaborado, en colaboración con expertos internacionales del sector, un Plan Director (2010-2013) con el fin de determinar las líneas prioritarias de la investigación e innovación a nivel estatal e internacional, para que los distintos agentes implicados puedan posicionarse como líderes en la investigación en ingeniería biomédica. Este Plan ha sido un referente principal de la revisión realizada del Programa de Postgrado en Ingeniería Biomédica (www.ciber-bbn.es), por su doble dimensión: internacional en la identificación de los temas preferentes, y nacional en su contextualización española; encajando perfectamente en el aforismo de “pensar globalmente y actuar localmente”. Las líneas prioritarias identificadas son:

Señales e imágenes médicas. Integración de la información médica. Diagnóstico por imagen multimodal:

El diagnóstico basado en imagen ha de estar complementado cada vez más por otros basado en distintos elementos biofísicos como el uso combinado de distintas técnicas de captación de imagen (TAC, RMN, PET, DTI, etc.), el propio tratamiento previo de la imagen (atlas, sistemas avanzados de segmentación y detección, corregistrado morfológico, etc.), señales de muy diverso tipo (ECG, EEG, MEG, etc.), así como modelos morfológicos y funcionales derivados del modelado de tejidos y órganos. Estos componentes permiten un diagnóstico más eficiente, completo y riguroso.

El objetivo de esta línea está relacionado, por tanto, con el análisis combinado de toda esta información, promoviendo mejoras en los sistemas de diagnóstico, elaborando herramientas de ayuda a la decisión clínica y potenciando los sistemas de planificación pre e intraoperatoria.

Esta línea se complementa a su vez con otras como la relacionada con Biosensores y Diagnóstico Molecular y la de Diseño de Implantes en las que se utilizan técnicas similares o complementarias.

Dispositivos inteligentes:

La introducción de dispositivos médicos más portables, eficientes y con mayor grado de autonomía respecto del especialista clínico (incorporando cierto grado de inteligencia) está suponiendo un aumento significativo en la calidad de vida de los pacientes. Entre estos dispositivos pueden citarse los sistemas de monitorización a distancia para pacientes de alto riesgo, en conjunción con sistemas de telecomunicación automática; sistemas de dispensado automatizado de fármacos, incluso en bucle cerrado; implantes adaptables de forma controlada, entre otros muchos ejemplos. Esta implantación supondrá una mayor autonomía de los pacientes y se traducirá en una mayor liberación de carga asistencial del personal facultativo. Adicionalmente, los resultados de la investigación procedentes de esta línea ofrecerán un control más exhaustivo y

continuo de los pacientes, ya que se podrá realizar un seguimiento de la evolución de su estado de salud pudiéndose monitorizar diferentes variables simultáneamente.

Biomateriales e ingeniería tisular. Medicina regenerativa:

- a) Ingeniería tisular basada en andamios. En ella se incluyen el desarrollo de nuevos materiales para andamios, el diseño y uso de biorreactores para cultivo celular, el análisis de los procesos involucrados y el efecto de distintos estímulos a la regeneración tisular sobre andamios, tanto *in vitro* como *in vivo*, la funcionalización de la superficie de andamios o sistemas de seguimiento y monitorización *in vitro* e *in vivo* no invasivos, entre otros varios.
- b) Terapia celular. Referida preferentemente a las tecnologías involucradas en la terapia celular, incluyendo sistemas de inyección directa de células, biorreactores y prediferenciación *in vitro*, sistemas combinados fármaco-célula, sistemas de liberación controlada, sistemas de seguimiento y monitorización *in vivo* no invasivos, etc.
- c) Biofísica celular. En esta línea se pretende conseguir un mejor conocimiento del funcionamiento de la célula, tanto en lo que se refiere a sus propiedades biofísicas (canales celulares, mecánica de membrana y citoesqueleto, etc.), como en su respuesta a estímulos biofísicos (mecanotransducción, adaptación y plasticidad celular) y, finalmente, el modelado del comportamiento de la célula individual y de poblaciones celulares llegando hasta la organización de tejidos y órganos. Esta línea de investigación presenta un gran potencial de desarrollo, debido al gran interés actual y futuro de la medicina regenerativa.

Endoprótesis e implantes:

El objetivo global de esta línea es avanzar en una nueva generación de implantes y endoprótesis paciente-específicos, con un mayor control de su comportamiento y de la evolución del órgano tras implantación. Se incluyen en ella, por tanto, todos aquellos elementos que contribuyan a la mejora del diseño y prestaciones de los implantes, tales como: modelado avanzado que tenga en cuenta la interacción implante-órgano (osteointegración, adaptación tisular, influencia de fármacos, etc.), sistemas de apoyo a la decisión quirúrgica, sistemas de tratamiento y funcionalización superficial, sistemas de liberación localizada y controlada de fármacos desde la superficie del implante, biomateriales para implantación, prótesis inteligentes (monitorización y control activo), etc.

Nanomedicina: diagnóstico molecular y biosensores:

En esta línea se priorizará la realización de proyectos dirigidos a solventar problemas clínicos donde la aplicación de sistemas basados en biosensores y detectores de biomarcadores específicos aporte una solución factible y una ventaja clara en el diagnóstico. Se priorizará preferentemente el desarrollo de tecnologías en el contexto de necesidades clínicas relevantes.

En ella se incluye, tanto el uso de biomarcadores para seguimiento de la evolución de una determinada enfermedad, como el reconocimiento de dianas para terapias específicas. Técnicas basadas en RMN espectroscópica, anticuerpos específicos, etc., serán objeto preferente de la misma, así como el uso de nanobiosensores de gran especificidad e incluso multiplexados. El uso de estas técnicas permitirá diagnósticos con una base biológica más firme y resultados más fiables, lo que se traducirá en una mayor precisión en el diagnóstico de diferentes patologías.

Nanoconjugados terapéuticos y sistemas de liberación de fármacos:

Esta línea se concentrará en el desarrollo de nuevas terapias farmacológicas basadas en el diseño inteligente de nanoconjugados dirigidos. Se contempla tanto el desarrollo de sistemas de liberación farmacológica optimizados para atravesar la barrera hematoencefálica, como la liberación especialmente de enzimas, proteínas o estrategias de inhibición génica por siRNA. Se priorizará la obtención de nanoconjugados terapéuticos en áreas clínicas de alta prevalencia y en enfermedades raras.

El desarrollo de nanoconjugados terapéuticos y de sistemas de liberación localizada y controlada de los mismos permitirá dirigir el tratamiento a la zona de actuación, intentando conseguir un perfecto control de la terapia, evitando con ello la actuación del fármaco o partícula terapéutica en zonas que puedan suponer un riesgo potencial para el paciente.

Red RETICS: Red temática de investigación cooperativa en biomedicina computacional

Esta red, financiada por el instituto de Salud Carlos III, en la que participan doce grupos de investigación en informática médica y bioinformática es una de las primeras, a nivel mundial, que combina ambas áreas, hasta hace poco tiempo separadas. En ella participa la UPM como miembro.

VISION: *La comprensión de los fenómenos biológicos requiere la integración de información desde el nivel molecular y genético hasta el nivel de población, incluyendo los niveles intermedios de célula, tejido, órgano e individuo. Para cada uno de estos niveles, la cantidad de datos que se generan hoy en investigación crece a un ritmo exponencial..*

La Biomedicina es, cada vez más, una disciplina intensiva en el uso de información. En este contexto, la aplicación de métodos computacionales no solamente es indispensable para la recolección, gestión y análisis de los datos biomédicos de todo tipo, sino que forma parte de la propia esencia de esta ciencia. En un sentido amplio, la Biomedicina Computacional representa la intersección entre las ciencias biomédicas y las ciencias de la computación.

Las Ciencias de la Computación proporcionan a la Biomedicina un entorno integrador que facilita la comprensión de los procesos biológicos que tienen lugar en cada uno de esos niveles de organización de la materia viva y, lo que es más importante, de las intrincadas redes de interacciones que existen entre ellos.

La interrelación entre las teorías científicas, la experimentación en el laboratorio y la computación acelerará el entendimiento de la biología, revolucionando la medicina y las ciencias de la salud.

Los desarrollos más importantes en Ciencia están teniendo lugar actualmente en la intersección de las distintas disciplinas con la computación. Se está produciendo un importante cambio o transición, desde la aplicación de la informática para facilitar que los científicos investiguen hacia la integración efectiva de los conceptos, métodos y herramientas computacionales en la misma esencia de la Ciencia. Esto puede representar las bases de una nueva revolución científica con profundos impactos en Educación. Es muy probable que estar en posesión de un conocimiento y destrezas en técnicas computacionales sea un requisito para que la nueva generación de investigadores biomédicos pueda llevar a cabo su trabajo.

Por tanto, además de los grandes retos tecnológicos y científicos planteados, un desafío especialmente importante para este área es el desarrollo de programas educativos en Biomedicina Computacional. La mayor parte de los investigadores, que hoy trabajan en esta disciplina, han llegado a ella a través de dilatados y complejos itinerarios formativos. Sería realmente importante sentar las bases para que se establezcan en las universidades españolas programas realmente multidisciplinares que proporcionen unas bases sólidas para trabajar en este área emergente.

MISION: Abordar varios aspectos de la Biomedicina Computacional, desde la investigación básica en ciencia computacional hasta la investigación aplicada, para el desarrollo de métodos y herramientas que resuelvan problemas científicos en biomedicina en el contexto de la medicina personalizada, jugando al mismo tiempo un papel central en la educación de investigadores en el área y en el entrenamiento de profesionales de la salud e investigadores en técnicas básicas de manejo de información biomédica.

Nota; esta información, y otra adicional, está disponible en http://combiomed.isciii.es/Paginas/presentacion_mision_objetivos.html

Política de investigación internacional: VII Programa Marco de I+D+i de la Unión Europea (2007-2013)

Las líneas de investigación que configuran los programas de trabajo (Workprograms) de los programas de I+D de la UE en ingeniería Biomédica son guías necesarias para identificar el mercado futuro del sector. Incluimos aquí las mas relacionadas con el campo de interés:

I. ICT PROGRAMME

Towards sustainable and personalised healthcare

The health domain and its three main industries, pharmaceuticals, medical devices and eHealth, are dominant economic sectors with respect to employment creation and growth. Sustainable delivery of quality healthcare at affordable cost is a major challenge for European healthcare systems for a variety of reasons such as: (a) demographic change and increasing prevalence of chronic diseases; (b) inefficiencies, inadequate safety standards and quality control; (c) demanding citizens who require best-quality care and cover for the use of latest diagnostics and treatments; (d) current focus on treatment rather than on prevention and (e) reducing workforce, availability and accessibility of skilled nurses and medical specialists. This calls for changes in the way healthcare is delivered and the way medical knowledge is managed and transferred to clinical practice. ICT tools and services are key to implement these changes in such an information-intensive domain.

Advances in basic ICT components and the convergence of ICT-nano-bio technologies allow for the development of life saving applications with great business opportunities. ICT may offer useful capability to improve illness prevention and safety of care and to facilitate active participation of patients, thus opening new opportunities in personalised health and disease management. Recent capabilities of modelling, simulation and biomedical imaging, combined with the latest knowledge about diseases, give rise to a new generation of predictive medicine. In this challenge, support will go to highly interdisciplinary research aiming at:

Improved productivity of healthcare systems by facilitating better integrated care and management of chronic diseases at the point of need and quicker transfer of knowledge to clinical practice.

Continuous and personalised care solutions, addressing the participation of patients in care and prevention processes, and responding to the needs of elderly people.

Savings in lives and resources by focusing on prevention and prediction of diseases and on improved patient safety by optimising medical interventions and preventing errors.

New ICT-based environments for biomedical research and predictive medicine that push the boundaries of technologies like grid computing, modelling and simulation.

Reinforcing the leadership of Europe's eHealth and medical imaging/devices industries and attracting back to Europe research activities of the pharmaceutical industry.

Personal Health Systems

a) Minimally invasive systems and ICT-enabled artificial organs: Solutions to enable diagnosis, treatment and management of diseases remotely, i.e. outside hospitals and care centres. Proposals are expected to develop technological innovations both at component level where required and at system level.

Solutions will be based on closed-loop approaches and will integrate components into wearable, portable or implantable devices coupled with appropriate platforms and services. Emphasis will be placed on: (i) the accuracy of measurements and operation of the devices; (ii) remote control of the devices by health professionals, as well as self-monitoring and autonomous regulation of the devices' own operation, to personalise and optimise care by considering changes in health status, activity levels or response to treatment; (iii) continuous, context-aware, multi-parametric monitoring of health parameters, activity, lifestyle, environment and operational parameters of the devices; (iv) analysis and correlation of the multi-parametric data with established biomedical knowledge and expertise to derive clinically relevant and useful information; (v) clinical workflows to support remote applications, addressing also alarms and crisis management; and (vi) education and feedback to patients.

b) Mental Health: ICT based solutions for persons suffering from stress, depression or bipolar disorders (other mental disorders are not in scope). Interdisciplinary research will address the parallel development of technological solutions, as well as new management or treatment models based on closed-loop approaches. Emphasis will be on the use of multi-parametric monitoring systems, which monitor various metrics related to behaviour and to bodily and brain functions (e.g. activity, sleep, physiological and biochemical parameters).

The proposed systems will aim at (i) objective and quantitative assessment of symptoms, patient condition, effectiveness of therapy and use of medication; (ii) decision support for treatment planning; and (iii) provision of warnings and motivating feedback. In the cases of depression and bipolar disorders, the systems will also aim at prediction of depressive or manic episodes. The solutions will combine wearable, portable or implantable devices, with appropriate platforms and services. They will promote the interaction between patients and doctors and facilitate self-treatment and cognitive behavioural therapy where necessary.

- c) *Support Actions. c1) Prevention of diseases: To propose ICT research directions in the domain of disease prevention, considering issues like prevalence of diseases; ICT systems for measuring health parameters and motivating people to manage their health; validation; and sustainable business models. c2) Interoperability of Personal Health Systems: To promote the interoperability among Personal Health Systems (PHS) and also between PHS and other eHealth systems such as electronic health records, in the landscape of continuous care, across multilingual and multicultural environments in Europe.*

Virtual Physiological Human

Development of patient-specific computer based models and simulation of the physiology of human organs and pathologies. The models should be multiscale by integrating relevant aspects of anatomy and physiology across different levels (from molecular and cellular to tissue and organ levels). The emphasis should be on the integration of existing models rather than on development of new models. The use and benefits of the models must be demonstrated for a specific clinical need covering prediction of disease, prediction of treatment outcome and/or early diagnosis. Any organ or pathology could be targeted as clinical application. Access to existing computing facilities external to the consortium could be supported.

Development of ICT tools, services and specialised infrastructure for the bio-medical researchers to support at least two of the following three activities: i) to share data and knowledge needed for a new integrative research approach in medicine (biomedical informatics), ii) to share or jointly develop multiscale models and simulators, iii) to create collaborative environments supporting this highly multidisciplinary field. When necessary, computing power and data management could be sought through access to existing advanced grid infrastructures as well as high performance computing resources such as the emerging petascale computing facilities. New tools, services and applications will also be evaluated on their effectiveness and their ability to interface with existing medical research infrastructures. Their targeted services will facilitate the clinical use of computer based organ and disease models as well as biomedical data. These tools and services will complement and be compatible with existing methods and standards (terminologies, ontologies, mark-up languages) like those used by the Network of Excellence –VPH NoE (FP7-ICT-call 2). International Cooperation in this field is encouraged.

Support action on evaluation and assessment of VPH projects. Assessment proposals will address at least the following three aspects: i) the optimal use and contribution to the shared tools and infrastructure, ii) the clinical achievements, iii) the market potential or penetration. The proposed methodology should take into account existing international efforts and promote global validation framework.

ICT for independent living and inclusion

A number of societal trends will deeply transform the future markets of ICT for independent living, inclusion and participation. Firstly, ageing is beginning to change the shape of labour markets and is already strongly influencing the needs for care and ‘lifelong participation’ in society. The ICT literacy of the above-65 age group will improve significantly in the next decade. This will create mass commodity markets for well-being products and services – and unlock markets for assistive technologies-, fuelled by an estimated EUR 3000 billion of wealth and revenues of the above-65 population.

Secondly, citizens have increasing expectations in terms of full inclusion in society and economy, quality of life and exercising of rights. Driven by productivity increase, job creation, new services and new markets for inclusive ICT, the shorter-term impacts of e-Inclusion on the GDP in Europe is estimated to be of the order of EUR 100 billion (for the next 5 years alone).

Thirdly, the increasing political and commercial interests in the field combined with the disruptive potential of ICT are starting to change the constituency and value chains of e-Inclusion RTD. The presence of mainstream ICT companies in the field is growing rapidly and new value chains are emerging, integrating users, formal and informal health and social care providers, technology and service providers as well as local/regional authorities, building and insurance companies. Elderly people and people with disabilities are increasingly recognised as posing the most challenging requirements also for mainstream usage. Successfully meeting these needs translates into building key competitive strengths in global mass markets.

Finally, major technological developments drive R&D for e-Inclusion in new directions, characterised by more adaptive and less intrusive and smarter 'intimate' solutions.

ICT & Ageing

Service robotics for ageing well: Integration and adaptation of modular robotic solutions that are seamlessly integrated in intelligent home environments and adaptable to specific user requirements for support to elderly people and their carers. These robotic solutions should undergo operational verification in real user environments. Examples of applications include support for daily living and care activities in the home. Work should be driven by ambitious, yet realistic usage scenarios with a potential to demonstrate a substantial increase in efficiency of care and independence of elderly people.

Major challenges to be addressed include autonomous self-learning robotics solutions, sharing of contextual information with other artefacts in the surroundings of the user, navigation in unknown environments, precise manipulation of relevant objects and user robotic interaction taking into account the usability requirements of elderly people. The proposed R&D should cover all relevant aspects to allow for a full operational validation, including user acceptance, adequate safety, reliability and trust as well as ethical considerations. It is not intended to support development of basic robotics components.

Open Systems Reference Architectures, Standards and ICT Platforms for Ageing Well: this should facilitate, interoperability, systems integration and easy personalisation to provide seamless and cost-effective end-to-end care support and services for independent living, smart workplaces and mobility of elderly people and for their carers. The work should focus on next-generation open solutions enabling physical and semantic interoperability of required sensors, devices, services and systems for ageing well. Work should build on - and consolidate - relevant ongoing progress in open middleware, communication standards and service-oriented architectures.

Particular emphasis should be put on facilitation of solutions working across mobile and stationary environments, with adequate security, high reliability and low maintenance. Concrete contributions to relevant standardisation is expected as well as a clear approach for making the resulting work available to the wider community, including necessary tools. The research should verify the proposed open reference architectures and platforms in realistic application scenarios. This could also include new service concepts and easy integration with other home-based

applications, in particular ICT solutions for personal health and energy efficiency, in order to ensure the widest potential of the open platforms.

Accessible and Assistive ICT

Embedded Accessibility of Future ICT: Solutions for supporting developers in deeply embedding generalised accessibility support within future mainstream ICT-based products and services. Emphasis will be on the use of virtual environments and realistic user modelling and interaction on the basis of the 'virtual user' concept, and on methods to adapt multi-modal system interfaces self-adapting to users' real-time accessibility needs. Accessibility support should encompass data rendering and interaction, in relation to vision, hearing, speech and dexterity/mobility impairments. It can also include access through external assistive technology.

Methods and tools must be demonstrated in industrial development context, with integration in quality control work-flows or content management system, and accompanied by advanced training material. Accessibility of non-ICT goods can also be explored. Attention should also be given to systems based on new interaction paradigms like 3D or Virtual Reality, and their application in the integration of accessibility services into physical environments.

ICT restoring and augmenting human capabilities compensating for people with reduced motor functions or disabilities: Radically new ICT-enabled approaches to restore and augment the ability of people in their daily life with a focus on reduced motor functions. Research should aim for breakthroughs in the way humans interact with computers and how they may overcome their disability and augment their capabilities. The research should build on progress in non-invasive sensor and actuator concepts for brain/neuronal-computer interaction (BNCI), smart bio-sensors, self-learning/adaptive systems and advanced signal processing.

Emphasis is put on smart system solutions compensating for limited signal bandwidth that combine 1) design of HW/SW architectures including BNCI and different multi-sensor interfaces 2) programming abstraction and support tools to facilitate modularity and flexible integration 3) advanced sensing and control in real user environments at home or at work. This should open up possibilities for flexible usage in different application areas, in particular for individuals with disabilities. Possible spill-over into mainstream applications should also be considered.

VI. PLATAFORMAS EU

Los profesores del Programa mantienen una intensa actividad en varias plataformas tecnológicas europeas (ETP) y siguen las actividades de las JTC (Joint Technology Initiatives) para el desarrollo de sus Agendas Estratégicas, en concreto:

- *Plataforma de NANOMEDICINA*
- *Networked Europeand Software and Services Initiative (NESSI). En la que profesores de esta propuesta han desarrollado el Working group of Health*
- *Medicinas innovativas*
- *Embedded Computing systems (ARTEMIS)*

Política de investigación estatal: Plan Nacional de I+D+i (2008-2011)

El análisis de los documentos sobre contenidos prioritarios del Plan Nacional que hacen referencia a la Ingeniería Biomédica refleja unas conclusiones semejantes a sus homónimos europeos, antes analizados, por lo que no se refieren explícitamente aquí de nuevo

2.1.2. Interés Académico del Grado en Ingeniería Biomédica

El presente Programa de Grado en Ingeniería Biomédica de la UPM es el resultado de la voluntad decidida de esta Universidad de disponer de una actividad intensa y estable en las aplicaciones de las tecnologías a las ciencias de la vida, dentro de su Programa BioTech. Y sacar el máximo partido de la larga, intensa e ininterrumpida actividad en Ingeniería biomédica de la UPM de los últimos 35 años

2.1.3. Grado de originalidad de la propuesta del Grado en Ingeniería Biomédica de la Universidad Politécnica de Madrid

El Título de Grado en Ingeniería Biomédica por la UPM es de carácter intercentros e involucra Departamentos de varios Centros de la UPM. Este carácter multidisciplinar debe entenderse como elemento esencial del Programa y soporte de su voluntad decidida de incorporar en el futuro otras colaboraciones que puedan identificarse, para conseguir en todo momento aglutinar el mejor conocimiento disponible en la UPM, y a través de colaboraciones estables con otras instituciones, en el tema objeto del mismo y ofrecer una formación de la máxima calidad posible y adecuación a la demanda existente y previsible.

El programa tiene varias características principales: Un carácter multidisciplinar radical, que considera ineludible revisar nuestro concepto de multidisciplinaridad tradicional de uniones disjuntas de conocimientos y habilidades de la diversidad disciplinar implicada. Haciendo imprescindible una nueva actitud de los tecnólogos para gestionar creativamente una complejidad intensa, donde no es posible constreñir la tecnología a sus contornos tradicionales y a una actitud pasiva de espera de “las especificaciones” de los problemas a resolver; donde es necesario adquirir capacidad para pensar “out of the box” ante la variedad y novedad de las necesidades profesionales previsibles; y donde hemos de ser capaces de adaptarnos a la rápida evolución de las disciplinas implicadas en Ingeniería Biomédica, por la gran rapidez con la que evolucionan las disciplinas involucradas, especialmente del lado biomédico, de rapidísimo avance.

Otra peculiaridad principal del programa es que cuenta con los importantes recursos disponibles en la UPM dentro del programa BioTech y muy especialmente en los laboratorios de investigación, desarrollo e innovación instalados en el Centro de Tecnología Biomédica CTB del campus de Montegancedo de la UPM y en la E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación. Laboratorios que hacen posible una formación práctica intensa, inmersa en entornos de trabajo reales del mundo de la biología, la medicina y la salud. La disponibilidad de estos laboratorios y de los profesores e investigadores que trabajan en ellos define un marco desde el que sea posible alcanzar la calidad e internacionalidad deseadas.

También se ha de destacar la proximidad de las empresas del sector biomédico instaladas en el CTB, y otras externas consorciadas con la ETSI Telecomunicación que harán posible que el

estudiante se beneficie directamente de las experiencias y necesidades industriales que condicionarán contenidos y métodos de formación y de la realización de prácticas empresariales durante su estancia en el programa.

Finalmente el grado adopta una estrategia decididamente internacional, que se manifiesta tanto en el carácter internacional de la oferta como en la potenciación de programas de formación compartidos con universidades extranjeras, entre los que destacan varios con universidades europeas de primer nivel, y de los EEUU que se mencionan en el documento, y con las que la ETSI de Telecomunicación mantiene acuerdos de intercambio y colaboración desde hace más de diez años.

Docencia e Investigación en Ingeniería Biomédica en la UPM

DOCENCIA:

Los antecedentes primeros del presente título se remontan a 1974 con varios cursos y seminarios en temas de Ingeniería Biomédica desde el Departamento de Ciencias Fisiológicas de la Universidad Autónoma de Madrid y participación en seminarios y cursos monográficos en las Universidades de Nueva York, Minnesota y Yale.

En 1978 se inicia la actividad en Bioingeniería desde la UPM. Entre 1978-1983 se imparte el curso de doctorado de Neurocibernética en la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, curso que incluye materias como: Procesos estocásticos y aplicaciones biomédicas, Neurocibernética, Prótesis inteligentes, Bioingeniería, Sistemas de control neuromuscular, Efectos de las radiaciones en los seres vivos, Biosensores, etc. La formación de tercer ciclo así iniciada, continúa a partir de 1984 con un programa de doctorado de título Ingeniería Biomédica y Tecnología Sanitaria, que se integró en el curso 1998/1999 en un programa de doctorado inter-departamental denominado “Tecnologías de la Información y Comunicaciones”, cuando la nueva legislación aconsejó unificar los programas de doctorado de la Universidad Politécnica de Madrid. Durante esa etapa se imparten además cursos específicos de postgrado, orientados a profesionales involucrados de una u otra forma en actividades de IB, para los que no existían programas.

La actividad de grado se inicia en 1984 como Bioingeniería o Ingeniería Biomédica en la E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación (ETSIT) de la Universidad Politécnica de Madrid, dentro de la recientemente creada Cátedra de Bioingeniería. Con dos asignaturas de grado del título de Ingeniero de Telecomunicación del Plan de Estudios entonces vigente (1964-M2): ‘Fundamentos de Bioingeniería’ y ‘Señales Biológicas y su Tratamiento’.

En el curso 1998/99 comienza una nueva etapa con la Intensificación en Bioingeniería que ofrecía una super-especialización, accesible desde cualquiera de las especialidades del Plan de Estudios de Ing. de Telecomunicación (Tecnología Electrónica, Teoría de la Señal y las Comunicaciones e Ingeniería Telemática), permitiendo de esta forma organizar perfiles de formación distintos. Dicha intensificación se empezó a impartir como una de las primeras experiencias de especialización de grado en IB en España. La Intensificación de Bioingeniería consta 24 créditos de teoría, de los cuales 18 son teóricos y 6 de prácticas, y 8 créditos de materias de laboratorio impartidas, todas ellas en el último curso del título (5º curso). Desde el curso 99/00

hasta la actualidad se están impartiendo además asignaturas de libre elección. Esta Intensificación en Bioingeniería continúa en la actualidad.

En Diciembre de 2005 se aprueba el nuevo Programa de Doctorado en Ingeniería Biomédica de carácter intercentros coordinado por la ETSI de Telecomunicación, con la participación de departamentos de siete centros de la UPM, que constituye el antecedente directo del Master en Ingeniería Biomédica, que obtiene la mención de calidad en su primer año de vida, vigente por renovación hasta la actualidad. En ese mismo año se crea el Máster de Telemedicina y Bioingeniería

El año 2009 se inicia el Master en Ingeniería Biomédica en la UPM ya con un carácter intercentros y la incorporación decidida de las materias biomédicas necesarias. Sus contenidos y estructura, que pueden verse en la página web de másteres de la ETSI de Telecomunicación (<http://www.etsit.upm.es/estudios/masteres-y-postgrado.html>) , habrán de revisarse de aprobarse el presente grado, con el fin de optimizar el rendimiento de la secuencia formativa de la oferta de la UPM en Grado-Master-Doctorado en Ingeniería Biomédica dentro de su Programa Estratégico BioTech.

Además de las actuaciones docentes anteriores, otros Centros de la Universidad Politécnica de Madrid también han tenido notable actividad en el campo de la tecnología aplicada a las ciencias de la vida. Así son reseñables las enseñanzas en:

- biotecnología que, desde la década de 1970 se han desarrollado, cada vez con mayor intensidad, por el Departamento de Biotecnología de la UPM en los ámbitos de las titulaciones impartidas en la ETSI Agrónomos y la ETSI Montes y que, en la actualidad y en la formación de Máster Universitario, tienen su continuidad en el Máster Universitario de Biotecnología Agroforestal*
- o las de biomateriales que coordinadas por el departamento de Ciencia de Materiales, se desarrollan en el ámbito de la Licenciatura en Ciencias de los Materiales, desde 1996, que culminaron a partir del curso 2009-10 con la implantación en la UPM del título de Graduado en Ingeniería de Materiales que contempla un itinerario en biomateriales.*
- Ciencias de la Actividad Física y del Deporte que desde la incorporación de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF), primero como centro adscrito en la década de 1990 y posteriormente como Centro propio de la Universidad a partir de 2004, ha desarrollado una intensa formación de profesionales del deporte en la que se combinan aspectos tecnológicos, deportivos y de salud humana, facilitando además la presencia entre el profesorado de la UPM de profesionales del sector médico que se han integrado en el claustro de profesorado de la Universidad Politécnica de Madrid y de los que algunos de ellos participarán en la docencia de esta titulación.*

INVESTIGACIÓN:

Aunque la actividad en investigación en la UPM es muy amplia y existe actividad en la mayoría de sus centros una imagen representativa de la actividad investigadora de la UPM puede percibirse revisando el Plan director del CTB (www.ctb.upm.es) así como la actividad investigadora de la ETSI

de Telecomunicación (<http://www.etsit.upm.es/investigacion/investigacion-en-la-etsit.html>) o más específicamente en el observatorio I+D de la UPM (<http://www.upm.es/observatorio/vi/>)

Características del Grado en Ingeniería Biomédica de la Universidad Politécnica de Madrid

La propuesta de Grado que se presenta en esta Memoria tiene características originales y destacables que las diferencia de otros grados de Ingeniería Biomédica. Se ofertan dos Títulos de grados oficiales diferentes de 240 ECTS con un tronco común: Grado en Ingeniería Biomédica y Grado en Biotecnología. Estos títulos serán intercentros, ya que, considerando los dos grados en conjunto, participarán en su impartición varios centros de la Universidad Politécnica de Madrid, entre los que se encuentran: E.T.S.I. de Telecomunicación, E.T.S.I. de Agrónomos, E.T.S.I. de Industriales, E.T.S.I. de Caminos Canales y Puertos, I.N.E.F. y la Facultad de Informática, y cuentan con el apoyo de los laboratorios de investigación del Centro de Tecnología Biomédica y del Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas.

La originalidad de la propuesta se basa principalmente en la integración de ambos grados, y en la estructura de la titulación que contempla la posibilidad de especialización en áreas emergentes y competitivas de la Ingeniería Biomédica. El Grado en Ingeniería Biomédica y el Grado en Biotecnología tienen comunes un 65% de sus créditos ECTS (78 ECTS) durante los dos primeros cursos y los restantes hasta los 240 del grado, son específicos de cada uno. Teniendo esto en cuenta, se propone un primer curso esencialmente de contenidos comunes (54 ECTS), y un segundo curso con 24 ECTS de asignaturas con contenidos comunes en ambas titulaciones. Se trata de sentar las bases de conocimientos más genéricos tanto en el campo de las ciencias Biológicas (Biología, Bioquímica, Genética,...) como de la Ingeniería (Matemáticas, Física,...), que capaciten a los titulados para profundizar, en el resto del título, en las materias específicas de cada titulación.

Para el Grado en Ingeniería Biomédica, la docencia se impartirá fundamentalmente en la E.T.S.I. de Telecomunicación, considerando la posibilidad de que para aprovechar al máximo los recursos de la UPM, parte de la docencia se curse inicialmente y en el primer curso en la E.T.S.I. Agrónomos. En todo caso la Comisión Mixta de Ordenación Académica de esta titulación, en coordinación con las Direcciones de la ETSI Agrónomos y de la ETSI Telecomunicación, organizará el horario de actividades docentes evitando desplazamientos en el mismo día entre ambos Centros a los estudiantes para poder recibir su docencia.

La otra característica principal del programa, como se ha dicho, y de hecho ha sido la motivación principal para la creación del Grado, es que utiliza los importantes recursos disponibles en la UPM dentro del programa BioTech y muy especialmente en los laboratorios de investigación, desarrollo e innovación instalados en el Centro de Tecnología Biomédica CTB del campus de Montegancedo de la UPM.

En la planificación de la enseñanza se ha contemplado que en el Grado en Ingeniería Biomédica existan cuatro itinerarios: Bioingeniería (Dispositivos Biomédicos, Biomateriales y Biomecánica), Informática Biomédica, Telemedicina e Imágenes Biomédicas

Los criterios utilizados para la elaboración del Plan de Estudios se han basado en la intención de formar graduados con una sólida formación en materias básicas y desde un punto de vista multidisciplinar con un fuerte profesionalización que les permitan abordar los problemas que la Ingeniería Biomédica plantea. La elección de los itinerarios que contempla el Plan de Estudios se ha

basado por un lado, en la existencia de un profesorado altamente cualificado y experto en esas especialidades y en la disposición de los recursos necesarios para su desarrollo en la UPM, así como en la creciente demanda de profesionales de estos sectores.

2.1.4. Relación de la propuesta con las características socioeconómicas de la zona de influencia del título

La Comunidad Autónoma de Madrid (CAM) tiene una de las más altas tasas de crecimiento económico de Europa y es la segunda en riqueza económica, industrial y poblacional de España. En la Comunidad Autónoma se localizan un gran número de infraestructuras y redes de comunicación, además de 14 universidades, un elevado número centros de investigación, y 20 organizaciones de transferencia tecnológica y varios parques científicos tecnológicos en funcionamiento. La conjunción de todos estos factores, económicos, científicos y de calidad de vida permiten que sea una zona con especial atractivo tanto como para estudiantes e investigadores, como para empresarios e inversores.

En la actualidad dentro de la comunidad de Madrid existen muchas empresas que dedican gran parte de sus recursos a actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) en distintas áreas de las ciencias de la vida. El Informe ASEBIO de 2008 sitúa a Madrid como la región líder con mayor número de empresas que invierten I+D en Ingeniería Biomédica, el 32% del total de España. Por otro lado, la OCDE sitúa a Madrid como una de las cinco regiones europeas líderes en solicitud de patentes biotecnológicas. Empresas como Biotoools, Cellerix (grupo Genetrix), y Pharmamar (Grupo Zeltia), se encuentran en la lista de las 50 mayores solicitantes españoles de patentes europeas e internacionales en el año 2008.

*La Consejería de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid en estrecha colaboración con BioMadrid ha lanzado la iniciativa de promocionar **Madrid-Bioscience Region** (MBR) como un cluster de excelencia internacional en el que empresas y centros de investigación puedan cooperar abiertamente. Además PROMOMADRID (Oficina de promoción exterior de la CAM) está trabajando para atraer proyectos de Ingeniería Biomédica y empresas extranjeras que quieran establecerse en la comunidad.*

*Mención especial ha de hacerse a los planes recientes de las Consejerías de Sanidad y Educación de la CAM para crear en la CCAA centros de excelencia internacional para la formación en ciertas materias. Como son los casos del programa **Madrid+Vision con el MIT en temas de Medical Imaging** y el Joint Program con la **Universidad de Colorado**, que incluye la compartición de cursos de formación con hincapié en los aspectos de **traslacionalidad de la tecnología Biomédica**. Programas en los que el coordinador de la presente memoria participa como Faculty del programa.*

*El grado en Ingeniería Biomédica es parte esencial del programa Biotech de la UPM para configurar una oferta competitiva y sostenible en las tecnologías para las ciencias de la vida. Que cuenta con el apoyo de la Comunidad de Madrid, como se ha dicho, y del Ministerio de Sanidad que se está materializando en la creación de un Centro Mixto con el Instituto de Salud Carlos iii en temas de **Imágenes para Neurociencia Cognitiva**.*

Todos estos datos hacen de la Comunidad de Madrid una región especialmente idónea para ofertar una titulación oficial en Ingeniería Biomédica, a lo que se suma la baja oferta que actualmente existe de esta titulación en la región.

4.1. Sistemas de información previa a la matriculación y procedimientos accesibles de acogida y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la universidad y la titulación

4.1.1. Acceso a los estudios

Podrán acceder a los estudios de grado en Ingeniería Biomédica, los estudiantes que reúnan cualquiera de las siguientes condiciones:

- ✓ *Estar en posesión del título de Bachillerato LOGSE o equivalente y haber superado las pruebas de acceso a la universidad.*
- ✓ *Estar en posesión de un título de Formación Profesional de Grado Superior.*
- ✓ *Estar en posesión de un título extranjero homologable al Bachillerato o la Formación Profesional de Grado Superior según la legislación vigente.*

Tendrán prioridad de acceso a los estudios de Grado en Ingeniería Biomédica los estudiantes que hayan superado las Pruebas de Acceso a la Universidad y estén en posesión del título de Bachillerato LOGSE en las modalidades de Ciencias, Ingeniería y Arquitectura o Ciencias, y Ciencias de la Salud y en la Opción Científico-Técnica.

Para otras vías de acceso como las de mayores de 25 años o mayores de 40 años, se aplicarán las normativas vigentes generales (actualmente el RD1892/2008) y las particulares de la UPM.

4.1.2. Perfil de ingreso

El perfil de acceso recomendado es el que se corresponde con las vías de acceso concordantes con el Bachiller y/o los Ciclos formativos de Grado Superior, aunque puede producirse el ingreso de estudiantes procedentes de vías no concordantes, si existen plazas vacantes.

Entre las características personales que se consideran idóneas para iniciar los estudios en el Grado en Ingeniería Biomédica destacan la capacidad para la toma de decisiones, capacidad creativa, capacidad de crítica y autocrítica, capacidad de organización y planificación, capacidad para argumentar y justificar la toma de decisiones y capacidad para el aprendizaje autónomo. Así mismo, deberá destacarse su capacidad de trabajo en grupo así como su capacidad de integración en grupos multidisciplinares.

En cuanto a las características académicas es recomendable que los alumnos de nuevo ingreso posean una sólida formación en materias básicas como la Biología, la Química, las Matemáticas y la Física. Así mismo, debido a la necesidad de que el alumno utilice material científico y tecnológico desde el inicio del grado se considera conveniente que posea conocimientos previos de adicionales de idiomas (preferentemente lengua inglesa) e informática.

4.1.3. Sistemas de información sobre la titulación y sobre el proceso de matriculación

Los sistemas de información previa a la matriculación disponibles para el alumno son los siguientes:

Servidor web de la universidad, con información acerca de estudios y titulaciones, Información sobre “matricularse en la UPM y las PAU”, incluyendo vías de acceso y admisión. La dirección web está dedicada a los futuros alumnos. En ella, se puede encontrar información relativa a estudios y titulaciones, centros y campus universitarios, cursos de verano, procedimientos de ingreso en la UPM (preinscripción, acceso, convalidaciones, matriculación), becas y ayudas, movilidad y programas de intercambio, atención al alumno, biblioteca, servicios en red, actividades culturales y deportivas.

Servidor web de la ETSI de Telecomunicación, con toda la información acerca del perfil de ingreso, del plan de estudios y su organización, así como publicidad de acciones de difusión destinadas a futuros alumnos. En las páginas webs de las Escuelas y Facultades hay una sección dedicada a los futuros alumnos en los que se informa de los aspectos mencionados anteriormente en la web de la UPM, pero particularizados para los títulos que conforman la oferta formativa de cada Centro, entre los que se incluirá el Grado en Ingeniería Biomédica. Dentro de la información disponible en dicha sección podemos destacar la siguiente:

- Un breve resumen de los aspectos fundamentales del título (objetivos y perfiles de egreso del título, perfil de ingreso recomendado, sistemas de apoyo y orientación al estudiante y secuencia formativa del plan de estudios) y sobre el proceso de matriculación en el Centro.
- Una guía del curso académico correspondiente en la que la información anterior se amplía con la inclusión detallada de los departamentos que imparten docencia en el título (ubicación, personal docente y de administración y servicios), organización docente del curso siguiente (calendario escolar, horarios, exámenes,...), y sobre los recursos materiales (aulas, laboratorios,...) y servicios generales (secretarías, publicaciones, biblioteca, informática.).

Sesiones Informativas en Institutos y Centros Privados y Concertados que imparten el Bachillerato. La Universidad Politécnica de Madrid, desde el Vicerrectorado de Alumnos Empleo, lleva a cabo un programa de orientación a los estudiantes preuniversitarios desde sus centros de origen, que los acompaña hasta su ingreso en la Universidad. Además de las actividades propiamente organizadas por el centro, el Vicerrectorado de Alumnos, desarrolla su programa de orientación a partir del contacto directo con los estudiantes. Se realizan varios tipos de visitas a los centros. Estas visitas suelen realizarse en los primeros meses del año natural. En estas charlas se les presenta a los potenciales estudiantes la oferta formativa de la Universidad Politécnica de Madrid, haciendo un hincapié especial en la posibilidad de consultar toda la información vía web (<http://www.upm.es>) (<http://www.etsit.upm.es>).

Jornadas de Puertas Abiertas de dos tipos: Unas jornadas orientadas a grupos de estudiantes de enseñanza universitaria en el mes de noviembre, enmarcadas en la Semana de la Ciencia; y jornadas orientadas a estudiantes individuales, familiares y amigos, a realizar en el mes de abril-mayo para estudiantes de segundo de bachillerato. Estas actividades han sido desarrolladas por el Vicerrectorado de Alumnos en colaboración con los distintos centros y con el respaldo de la Consejería de Educación y Ciencia de la Comunidad de Madrid son las Jornadas de Puertas Abiertas. Situándose siempre en una fecha que resulte conveniente para ambos organismos (Consejería y Universidad), las Jornadas suelen celebrarse en primavera. En ellas se invita a los estudiantes de los distintos centros educativos a que conozcan la Universidad por dentro. En cada

centro se planifican una serie de actividades e itinerarios en las que colabora el profesorado, los estudiantes y el Personal de Administración y Servicios, así se pone en contacto a los futuros estudiantes con los que serán sus compañeros y el resto de personas que compartirán con ellos su vida universitaria. Del mismo modo, el estudiante conoce las instalaciones donde se desarrollará esta etapa y los servicios con los que contará a lo largo de su paso por la Universidad.

A los estudiantes de segundo curso de Bachillerato de la Comunidad de Madrid se les entrega, en el mes de mayo, una Guía del Nuevo Estudiante, donde se resume toda la información acerca de las PAU, los requisitos y vías de acceso, el proceso de preinscripción en cualquier estudio universitario de España y el proceso de matriculación, así como el calendario académico para el curso en el que se incorporen a la Universidad. Esta Guía del Nuevo Estudiante resume, por lo tanto, la información que se les ofrece a los estudiantes por los otros dos canales que ya hemos mencionado: la página web de la Universidad (especialmente, en el portal del alumno, <http://www.upm.es/institucional/FuturosAlumnos>) y las charlas informativas y de orientación. De forma más específica, el Centro de Orientación e Información de empleo, COIE, dispone de una página web accesible desde la web principal de la Universidad (<http://www.coie.upm.es/public/index.php>) donde se recoge no sólo la información necesaria para los nuevos estudiantes, sino, como veremos más adelante, también la que necesitan los estudiantes que ya han ingresado.

Además del grupo mayoritario de estudiantes, que acceden por la vía PAU, y del segundo grupo más numeroso, los estudiantes procedentes de FP y ciclos formativos superiores, también acceden a la Universidad estudiantes por el sistema de acceso para Mayores de 25 años. A estos estudiantes se les dedica un apartado específico en la web institucional.

Edición de folletos informativos para su difusión en centros de secundaria y ferias de orientación universitaria. La Universidad Politécnica de Madrid instala todos los años un stand en la Feria AULA (http://www.upm.es/canalUPM/aula/que_es_aula.html) orientado a que los asistentes, en su mayoría alumnos a punto de concluir el bachillerato puedan conocer las características generales de la UPM y las particularidades de las distintas enseñanzas impartidas por los Centros.

Atención personalizada desde la Subdirección de Alumnos a cualquier persona que solicite información, incluyendo visitas guiadas al centro para posibles futuros alumnos y familiares o amigos.

La UPM ha aprobado un “modelo educativo” en el que, entre otros, se contempla un plan de enlace entre la educación secundaria y la UPM que incluye varios programas: programa de información y difusión UPM entre jóvenes de educación secundaria y sus familias, programa de información entre Centros de educación secundaria y la UPM y programa de coordinación académica entre la educación secundaria y la UPM. Una vez que dicho plan sea aprobado por los órganos de gobierno de la UPM, pasará a aplicarse a toda la oferta formativa de dicha Universidad.

Sistemas de información generales (de los que SE RESPONSABILIZA EL EQUIPO DE GOBIERNO DE LA UPM para todas sus titulaciones)

Tipo	Canal de difusión	Desarrollo
Información sobre “Estudios y titulaciones” en el servidor web de la UPM	Internet	Permanente
Información sobre “matricularse en la UPM y las PAU” en el servidor web de la UPM	Internet	Con anterioridad a, y durante, las pruebas de acceso y el periodo de matrícula
Información impresa sobre las titulaciones ofertadas en la UPM	Distribución en Centros de Enseñanza Media, ferias y salones de estudiantes, ...	Annual
Visitas de orientación universitaria a Centros de Enseñanza Media	En Centros de Enseñanza Media.	Durante los meses de octubre a mayo
Conferencias sobre las titulaciones ofertadas en la UPM	En Centros de Enseñanza Media, asociaciones, ferias y salones de estudiantes	Durante todos los meses del curso académico

Sistemas de información específicos para esta titulación (de los que SE RESPONSABILIZA EL CENTRO al que se le encarga la titulación)

Tipo	Canal de difusión	Actualización
Servidor web de la titulación en la ETSIT	Internet	Permanente
Sesiones Informativas	Institutos y Centros Privados y Concertados que imparten el Bachillerato	En primavera
Jornadas de Puertas Abiertas de dos tipos	Alumnos de segundo curso de bachillerato y universitarios en general	Annual
Edición de folletos informativos	Edición de AULA y otros eventos similares	Annual
Atención personalizada desde la Subdirección de Alumnos	En el centro de adscripción	Permanente

4.1.4. Admisión

Cumplidos los requisitos anteriores, la admisión se realizará según la nota de selectividad obtenida o nota media de expediente en el caso de la Formación Profesional, según se trate en cada caso, dando prioridad a quienes hayan superado la selectividad o finalizado el ciclo formativo en el último curso inmediatamente anterior. En cualquiera de los casos, quienes hayan superado las pruebas de acceso a la Universidad (o en su caso el Ciclo Formativo de Grado Superior) en la primera convocatoria tendrán prioridad frente a los que la aprobaran en la segunda o sucesivas. Igualmente se dará prioridad a los alumnos inscritos en el plazo ordinario establecido por la Universidad frente a los inscritos en plazo extraordinario.

El Vicerrectorado de la UPM que tenga competencias en materia de estudiantes se responsabilizará de este sistema de admisión.

La actual normativa de acceso y proceso de matriculación se pueden consultar en el servidor web de la Universidad Politécnica de Madrid. La adaptación de esta normativa a las especificidades de los nuevos Planes de Estudio está prevista y en el momento en el que la adaptación de la citada normativa sea aprobada por el Consejo de Gobierno de la UPM, se publicará en el servidor web de la universidad para que pueda ser consultada libremente.

4.1.5. Sistemas de acceso para estudiantes que no inicien estudios en la titulación de la UPM a la que se refiere el plan y procedan de otras

El Consejo de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid fijará la oferta de plazas en los primeros, segundos y terceros cursos de sus titulaciones de grado. Esta oferta de plazas será publicada en el servidor web de la UPM y trasladada a la Consejería competente en materia de Universidades de la Comunidad de Madrid y al Consejo de Universidades por los procedimientos que la legislación al respecto determine y con el objeto de que, dentro de las competencias que la legislación vigente les otorgue, procedan a la autorización o modificación de la misma.

La oferta de plazas distintas a las de nuevo ingreso se dividirá en los grupos siguientes:

- a) Cupo dirigido a estudiantes procedentes de otros grados de la UPM,*
- b) Cupo dirigido a estudiantes procedentes de grados impartidos en otras universidades públicas españolas,*
- c) Cupo dirigido a estudiantes que procedan de grados impartidos por universidades privadas españolas,*
- d) Cupo dirigido a estudiantes extranjeros.*

En su caso, las plazas sobrantes en cada uno de estos cupos podrán ser cubiertas con estudiantes de los otros grupos.

Para cada uno de los grupos anteriores, las plazas existentes se asignarán utilizándose una ponderación de los siguientes criterios:

- 1. Créditos superados en el grado de procedencia en aquellas materias que se recogen en el Plan de Estudios de la titulación de destino en la UPM que se solicite, con especial peso de los correspondientes a las materias básicas.*

2. *Calificaciones obtenidas en el grado de procedencia en aquellas materias que se recogen en el Plan de Estudios de la titulación de destino en la UPM que se solicite.*
3. *Comparación entre la calificación obtenida en las pruebas de acceso a la Universidad (o equivalentes) que le permitieron iniciar estudios de grado y la “nota de corte” correspondiente al grupo de acceso en la titulación de destino en la UPM que se solicite.*

La Normativa de Acceso y Matriculación de la Universidad Politécnica de Madrid se recoge en:

<http://www2.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Informacion/Normativa/NORMATIVA%20DE%20ACCESO%20Y%20MATRICULACION%202009.pdf>

4.1.6. Procedimiento de actividades de acogida y orientación de estudiantes de nuevo ingreso

El procedimiento de acogida y orientación para los alumnos de nuevo ingreso comienza con su admisión en el centro y consta de las siguientes acciones:

- ***Carta de admisión enviada por el Rector de la UPM:*** Los alumnos admitidos reciben una carta del Rector en la que, además de darles la bienvenida a la UPM, se les informa del proceso de matriculación en su Centro, que se debe realizar en la última semana del mes de julio.
- ***Acto de bienvenida:*** Este acto es previo a la matriculación y tienen como fin orientar acerca del proceso de matrícula y de la estructura del plan de estudios, sobre la estructura organizativa del centro, así como para dar a conocer las acciones de orientación y acogida que tienen a su disposición los alumnos. En este acto de bienvenida se programa una visita guiada a las instalaciones del centro en la que profesores actúan como guías. La difusión de este acto se realizará a través de la carta de admisión remitida a los alumnos por la universidad y a través del servidor web del centro.
- ***Ayuda para la búsqueda de alojamiento:*** Esta ayuda la lleva a cabo por la Oficina Internacional, complementando la información ofrecida por el servicio de atención al alumno de la universidad, a través del servidor web de la universidad.
- ***Programa de mentores internacionales:*** Está dirigido a la orientación y acogida de estudiantes extranjeros, coordinado por la Oficina Internacional. Alumnos voluntarios ejercen de mentores para los estudiantes extranjeros, incidiendo en los aspectos de diferencias culturales, alojamiento y funcionamiento del centro.
- ***Cuenta de correo electrónico UPM y acceso a Politécnica Virtual.*** Las instrucciones para la de activación estará disponible en el servidor web de la Universidad

4.1.7. Actividades de nivelación

Los alumnos disponen de herramientas de autoestudio y autoevaluación para reforzar los conocimientos en las áreas que mayor relación tienen con los estudios técnicos, a través de la Plataforma Punto de Inicio, accesible a través del servidor web (http://www.upm.es/alumnos/punto_inicio.html) de la universidad. En esta plataforma se dispone de herramientas que pueden ayudar al alumno a superar las deficiencias observadas en las competencias del perfil de ingreso. En la actualidad en esta dirección web el alumno dispone de material de consulta relacionado con materias básicas como matemáticas, física, química y dibujo ampliados en otras disciplinas: inglés técnico y planificación y técnicas de estudio. En lo nuevos títulos de grado esta herramienta se potenciará y se ampliará a otras disciplinas.

2.2. Justificación de la existencia de referentes nacionales e internacionales que avalen la propuesta.

2.2.1. Referentes de la Universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas

2.2.1.1 REFERENTES INTERNOS

Referentes Nacionales:

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación

En los antecedentes sobre el título que se propone, se ha descrito gran parte de las actividades docentes y del histórico que de la enseñanza de la Ingeniería Biomédica y la Bioingeniería en Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Cuenta con un programa de doctorado específico y dos másteres oficiales orientados a este perfil todos ellos con el máximo nivel de reconocimiento (excelencia y mención de calidad) e incluye desde su plan 64 M2, materias de Ingeniería Biomédica, que en el plan 94 de ingeniero de telecomunicación, incluye una intensificación en esta área de conocimiento. Siendo numerosos los aspectos que avalan la adecuación de la propuesta tanto a niveles nacionales como internacionales, es de destacar que el título de ingeniero de telecomunicación en todas sus intensificaciones, que incluye la de bioingeniería, ha sido acreditada por el Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) y tiene reconocimiento pleno con nivel de Máster. (ABET, Inc., is the recognized accreditor for college and university programs in applied science, computing, engineering, and technology. Among the most respected accreditation organizations in the U.S., ABET has provided leadership and quality assurance in higher education for over 75 years).

Este interés académico se da también en países de nuestro entorno, existiendo numerosas Universidades con titulaciones relacionadas. Con algunas de ellas la ETSIT-UPM, centro responsable del Plan de Estudios de la titulación que se propone, tiene establecidos, y pretende seguir manteniéndolos, convenios de doble titulación. Éstas son:

- Technische Universität Darmstadt (ALEMANIA) <http://www.tu-darmstadt.de/>
- Stuttgart Universität (ALEMANIA) <http://www.uni-stuttgart.de/>

- Telecom Bretagne (FRANCIA) <http://www.telecom-bretagne.eu/>
- Telecom Sud Paris (FRANCIA) <http://www.it-sudparis.eu/>
- SUPÉLEC (FRANCIA) <http://www.supelec.fr/>
- École Polytechnique (FRANCIA) <http://www.polytechnique.fr/>
- ENSTA Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avancées (FRANCIA) <http://www.ensta.fr/>
- Telecom ParisTech (FRANCIA) <http://www.telecom-paristech.fr/>
- INPT Institut National Polytechnique de Toulouse (FRANCIA) <http://www.inptoulouse.fr/>
- Politecnico di Torino (ITALIA) <http://www.polito.it/>
- Lund Institute of Technology (SUECIA) <http://www.lth.se/>
- KTH Kungliga Tekniska högskolan. Stocholm (SUECIA) <http://www.lth.se/>
- Illinois Institute of Technology (EEUU) <http://www.iit.edu/>

El interés científico de esta titulación está relacionado con el interés que las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones suscitan en la comunidad científica. De entre los numerosos indicadores de ese interés se pueden mencionar la definición, en el actual “Plan Nacional de Título I+D+I”, de una Acción Estratégica dedicada a esta temática, la de “Telecomunicaciones y Sociedad de la Información” o la intensa actividad de investigación científica y desarrollo que, en estas tecnologías, se lleva a cabo en la ETSIT-UPM, y que puede ser consultada en el Observatorio de Investigación de la UPM: <http://www2.upm.es/observatorio/vi/index.jsp>.

Otros referentes internacionales de alta calidad corresponden a los acuerdos de doble titulación con las universidades más reconocidas.

La actividad docente ha estado siempre ligada a una intensa actividad investigadora asociada tanto a proyectos competitivos de convocatorias públicas, como ayudas del sector privado. A modo de ejemplo, en el año 2009 investigadores de la ETSIT han dirigido o participado en numerosos proyectos entre los que podemos destacar los siguientes:

- ANÁLISIS SISTEMAS BIOLÓGICOS
- CIAMI - CENTRO DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL EN APLICACIONES Y SERVICIOS DE INTELIGENCIA AMBIENTAL
- CONSORCIO PARA EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA MEDICINA. (CDTEAM) PROGRAMA CENIT.
- A VIRTUAL PLATFORM TO ENHANCE AND ORGANISE THE COORDINATION AMONG CENTRES FOR ACCESSIBILITY RESOURCES AND SUPPORT. EABILITIES
- ADVANCED SENSOR DEVELOPMENT FOR ATTENTION, STRESS, VIGILANCE & SLEEP/WAKEFULNESS MONITORING SENSATION
- AMBIENT INTELLIGENCE SYSTEM OF AGENTS FOR KNOWLEDGE-BASED AND INTEGRATED SERVICES FOR MOBILITY IMPAIRED USERS. ASK-IT
- AYUDA A LA DECISION MEDIANTE EL ANALISIS Y VISUALIZACION DE VARIABLES CONTINUAS DE CONTROL METABOLICO INTEGRADAS
- BIOINGENIERIA AL SEVICIO DE LA SOCIEDAD -SINBAD PSE-010000-2008-1
- BUILDING KNOWLEDGE DRIVEN & DYNAMICALLY ADAPTIVE NETWORKED COMMUNITIES WITHIN EUROPEAN HEALTHCARE SYSTEMS COCOON
- CLEAR - 224985
- COLABORACIÓN EN EL PROYECTO MIND - ABORDAJE - MULTIDISCIPLINAR DE LA ENFERMEDAD DE ALZHEIMER.
- CONTRACT N. CT-2004-503569- EUROPEAN MOLECULAR IMAGING LABORATORIES.
- CONTRIBUCION A LA MEJORA Y OPTIMIZACION COMPUTACIONAL DE LA IMAGEN TOMOGRAFICA MEDIANTE RADIACION NO IONIZANTE
- COOPERATIVE SYSTEMS FOR ROAD SAFETY "SMART VEHICLES ON SMART ROADS SAFESPOT
- CRH-BME. CURRICULA REFORMATION AND HARMONISATION IN THE FIELD OF BIOMEDICAL ENGINEERING.
- DANGEROUS GOODS TRANSPORTATION ROUTING AND MONITORING: GOODROUTE
- DESARROLLO DE SOFTWARE PARA INVESTIGAR EL COMPORTAMIENTO DEL TEJIDO DE LA AORTA Y OTROS VASOS CORONARIOS
- DESARROLLO DE UN PAQUETE DE TAREAS DE REHABILITACIÓN COGNITIVA DISEÑADO POR EL INSTITUT GUTTMANN EN SOPORTE DIGITAL, COMPATIBLE CON LA PLATAFORMA DE REHABILITACIÓN COGNITIVA PREVIRNEC. EXTENSIÓN
- DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA EL ESTUDIO DE MECANISMOS DE COMUNICACION NEURONAL
- DESARROLLO E IMPLANTACION CLINICA EN CEADAC DE UNA PLATAFORMA DE Telerrehabilitacion Neuropsicologica COGNIDAC

- ENTORNO PERSONAL DIGITAL PARA LA SALUD Y EL BIENESTAR. (AIMVITAL). PROGRAMA CENIT
- EU-LAM COMMUNITY TO FOSTER INTERNATIONAL COOPERATION ON EHEALTH APPLICATIONS AND TECHNOLOGIES @HEALTH
- IMAGEN CARDIOVASCULAR.
- INTERFACES DE USUARIO ADAPTATIVAS Y ENTORNOS DE REALIDAD VIRTUAL PARA EL APOYO A LA VIDA INDEPENDIENTE, DEDALO.
- INVESTIGACIONES EN TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO GUIADO POR IMAGEN Y SIMULACIÓN PARA UNA PRÁCTICA CLÍNICA SEGURA
- MEJORA DE LA APLICACIÓN HOSPITAL VIRTUAL DEL HOSPITAL CLÍNIC DE BARCELONA
- MYHEART
- NEUROLEARNING. SISTEMA TELEMEDICO DE INTERVENCIÓN NEUROPSICOLÓGICA BASADO EN ENTORNOS VIRTUALES INTERACTIVOS
- NUADU
- PERCEPTIVE SPACE PROMOTING INDEPENDENT AGING PERSONA
- PERSONALIZED INFORMATION PLATFORM FOR LIFE AND HEALTH SERVICES PIPS
- PILOT PROJECTS, LANGUAGE COMPETENCES, TRANSNATIONAL NETWORKS. HAPPYTOURIST
- PILOT PROJECTS, LANGUAGE COMPETENCES, TRANSNATIONAL NETWORKS. MEDSKILLS
- PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ASESORIA EN PROCESADOS DE IMÁGENES
- PROYECTO T-CUIDASERVICIOS DE APOYO A LA TELEASISTENCIA BASADOS EN TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE
- REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO Y UNA MODELIZACIÓN DE LA CINEMÁTICA DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES DEL CUERPO CON EL OBJETIVO DE EXTRAER PARÁMETROS CLAVE PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS MECATRÓNICOS DE SOPORTE A LOS PROCESOS DE REHABILITACIÓN DE PERSONAS CON MOVILIDAD RESTRINGIDA
- RED EXPERIMENTAL DE TELEMEDICINA EN SERVICIO PÚBLICO DE SALUD
- SADPLUS: IDENTIFICACIÓN Y DESARROLLO DE SERVICIOS SOCIOSANITARIOS MEDIANTE LAS TIC
- SERVICIOS DE ANÁLISIS DE SOFTWARE DE PROCESADO DE IMÁGENES.
- TÉCNICAS AVANZADAS DE VISUALIZACIÓN Y PROCESAMIENTO DE IMAGEN CARDÍACA PARA EL ANÁLISIS DE LA REFORMACIÓN Y LA ASÍNCRO. VENTRÍCULO.
- TIC PARA LA SALUD Y LA CALIDAD DE VIDA

Como consecuencia, en la ETSIT se ha invertido en laboratorios especializados del área de conocimiento desde hace más de veinte años contando con laboratorios especializados completamente equipados y accesibles a los alumnos, que de nuevo, utilizando datos de 2009 se materializa en los 23 proyectos fin de carrera del título de ingeniero de telecomunicación o las 5 tesis doctorales realizadas en estos laboratorios en el año.

El Centro de Tecnología Biomédica (CTB)

El Centro de Tecnología Biomédica (CTB) ha sido concebido para concentrar investigadores de distintas disciplinas de la Tecnología Biomédica en varios laboratorios tecnológicos, estables y con una infraestructura adecuada, esenciales para abordar con posibilidades de éxito algunos de los grandes retos científicos planteados hoy día en Salud y Biomedicina, inviables de abordar, por otra parte, por cada uno de los grupos participantes independientemente. En la actualidad integra a más de 200 investigadores que se alojarán finalmente en un edificio propio de 7.000 m² en el Campus de Montegancedo.

El CTB se caracteriza, además, por tener una orientación principal a la generación de Tecnología Biomédica. Es decir la investigación prevista estará decididamente enfocada al desarrollo de productos para su transferencia a la industria, configurando el principal elemento diferenciador del Programa del CTB respecto de otros equipos de investigación en ese sector de la Biomedicina.

Los objetivos del Centro de Tecnología Biomédica (CTB) se han estructurado en tres ejes diferentes: 1) Un Proyecto Común de Investigación que aglutina las líneas de investigación biomédica concretas que configuran el campo científico de actuación del Centro; 2) los Laboratorios Tecnológicos del CTB para abordar con posibilidades de éxito las líneas de investigación elegidas, una oferta de laboratorios de IB de alta especialización y en número restringido que puedan utilizar otros investigadores de instituciones españolas y extranjeras; y 3) programa de formación para la formación competitiva de los investigadores del CTB y abierto al mercado educativo del sector, complementado con una unidad de apoyo documental y biblioteca.

Líneas de investigación del CTB:

Desarrollo de técnicas avanzadas de análisis funcional y cuantitativo de imagen para el diagnóstico temprano de neuropatologías (PET, MR, MEG) y patologías cardíacas (US, MR, CT)

Diseño y fabricación de nanoestructuras bio-compatibles y estables en el medio biológico para su uso como marcadores/contrastes (RM y MEG) para diagnóstico precoz de enfermedades neurodegenerativas

Instrumentación para el guiado externo de nanoestructuras magnéticas para el transporte de moléculas terapéuticas y focalización en tejidos/células objetivo. Tratamientos oncológicos de hipertermia o liberación localizada de fármacos

Investigación sobre micro-organización de la corteza cerebral

Análisis de la conectividad cerebral mediante técnicas funcionales de alta resolución temporal (MEG/EEG) y espacial (RMI/PET) para neurociencia cognitiva y marcadores biológicos precoces de la enfermedad de Alzheimer

Investigación sobre los mecanismos de comunicación cerebrales con campos magnéticos pulsados de muy baja frecuencia e intensidad. Nuevos dispositivos y actuadores

Tecnologías de simulación, realidad virtual y guiado por imagen para entrenamiento y planificación en cirugía mínimamente invasiva.

Investigación en sistemas de control en lazo cerrado en diabetes: páncreas artificial telemédico

Investigación en Biomateriales. Caracterización termo-mecánica de vasos sanguíneos humanos para aplicación a procedimientos quirúrgicos

Tecnología para la atención sanitaria, personal y ubicua, de enfermos crónicos, discapacitados y frágiles. Entornos inteligentes de monitorización y extracción de conocimiento, lab on a chip, redes de sensores, interoperabilidad.

Integración, análisis multiescala de información biomédica. modelado y simulación. Systems Biology. Minería de textos y de datos. Inteligencia Artificial en medicina. Sistemas de información en ayuda a la medicina genómica y regenerativa Investigación traslación

Otros Centros y Departamentos de la UPM con actividad en ingeniería Biomédica

Departamento de Ciencia de Materiales

Ubicado en la ETSI de Caminos, canales y Puertos este departamento desarrolla una intensa actividad en Materiales Biológicos y Biomateriales, encontrándose entre sus líneas de actividad la investigación sobre : 1. Vasos sanguíneos y biomateriales para cirugía vascular, 2. Fibras Poliméricas de gran tenacidad. Los hilos de araña., sobre las que puede obtenerse una mayor información en la dirección electrónica <http://www.mater.upm.es/Investigacion/Biomateriales/Proyectos.asp>

Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas

El Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas (CBGP) dentro del Parque Científico y

Tecnológico de Montgancedo (Campus de Excelencia, 2010). El Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas es un centro de Investigación mixto UPM-INIA que fue inaugurado en el año 2009. El centro cuenta con una instalaciones de 7.500 metros cuadrados dedicados a laboratorios, servicios comunes y administración, además de 1.200 metros cuadrados de invernaderos e instalaciones de cultivo de plantas. En sus objetivos, el CBGP pretende ser un centro de excelencia en investigación básica y aplicada que responda a las demandas de nuevos productos, procesos y servicios formuladas por los agentes económicos relacionados con la Biotecnología Vegetal. Actualmente, el centro cuenta con 95 investigadores y 23 técnicos de apoyo a la investigación y a la administración organizados en 18 grupos de investigación que se centran en tres áreas temáticas:

- 1) Regulación del desarrollo vegetal*
- 2) Respuesta de las plantas al estrés abiótico*
- 3) Análisis molecular de la interacción planta-microorganismo*

En el periodo 2007-2009 la producción científica del centro fue de 115 publicaciones científicas con un índice de impacto medio por artículo de 3,98. La financiación externa de los grupos de investigación (8,44 M€ en el periodo 2007-2009) procede de la concesión de proyectos en convocatorias nacionales, regionales o internacionales de investigación así como de contratos con empresas privadas del sector biotecnológico.

Además, el CBGP se integra dentro de oferta docente de la Universidad Politécnica de Madrid ya que varias asignaturas del Máster en Biotecnología Agroforestal se imparten en sus instalaciones, así como la formación de Postgraduados y Doctores asociados a las líneas de investigación del Centro. En el periodo 2007-2009 se realizaron 11 tesis doctorales en la instalaciones del centro.

Referentes internacionales

Las dos iniciativas mencionadas, con MIT y la Universidad de Colorado, junto con los programas de colaboración entre la ETSI de Telecomunicación y Universidades fundamentalmente europeas de primer nivel, son buenos ejemplos de la actitud de la presente propuesta en el tema de la internacionalización del proyecto. Al igual que ocurre en el actual título de Ingeniero de Telecomunicación, esa condición deba ser una parte esencial del programa, y se materializará en todos los aspectos posibles: análisis estratégicos y diseños de contenidos compartidos, reconocimiento mutuo de los cursos y títulos, movilidad de profesores y alumnos, intercambio de experiencias concretas, prácticas y talleres, etc. Se incluyen a continuación las competencias específicas afectadas por estas referencias internacionales, respetando el idioma inglés en el que originalmente se encuentran redactadas para su más precisa consideración.

MIT program on biomedical imaging

Within the program of the Regional Government of Madrid to create knowledge hub in Madrid for the generation and attraction of knowledge and talent and facilitate the transfer of this

knowledge to successful business activities, an alliance has been established with strategic members in areas of preferential interest to generate a scientific and technological elite in Madrid in three areas.

One of these is the program Madrid+Vision with the Massachusetts Institute of Technology (MIT) on Biomedical Imaging that involves the Universidad Politécnica de Madrid (UPM), whose objectives are:

- *To boost the training, research and transfer of biomedical images.*
- *To increase the competition and international projection of universities, research centers and hospitals involved.*
- *To accelerate the potential that exists in Madrid to become an international epicenter in this area*
- *To make training the cornerstone to take the basic and applied research to the medical imaging sector*
- *To make both this training and applied research the motor for new discoveries with both social and economic benefits*
- *To attract investments from the health sector in Madrid*

The participants in the Medical Imaging project involved in Boston are:

- *MIT. Massachusetts institute of Technology*
- *MGH/HST. Athinoula A. Martinos Centre for Biomedical Imaging*
- *MGH. Massachusetts General Hospital*
- *HST. Harvard-MIT Health Sciences and Technology*
- *Athinoula A. Martinos Imaging Centre for Brain Research at MIT*
- *SPL. Surgical Planning Laboratory*
- *RLE. Research laboratory of electronics at MIT*
- *Wellman Centre for Photomedicine*
- *Beth Israel Deaconess Medical Centre*
- *Centre for basic MR research*

The associated activities include:

- *Continuous training, courses and seminars, workshops*
- *Incorporation into the Industrial Liaison Program (ILP)*
- *Visiting professors*

And the support activities:

- *Communication (events and WEB)*
- *Creation of a community*
- *Creation of work networks with an evaluation committee, support panels*

Education cooperation programs with the university of Colorado (Denver)

Several cooperation initiatives are now in progress between the CTB at the Montegancedo Campus and the University of Colorado Denver, to define common programs for cooperative

biomedical research and to arrange common post-graduated education programs. Three research topics have been identified and agreed their initial goals and designs, namely:

- *A research and clinical shared Unit for Neuro-Regenerative Medicine*
- *A Rapid Learning Health Care System/Network for the quality management of clinical care of health institutions, and the implementation of sustainable clinical trials environments*
- *A shared Unit for Chronic Disease Remote Management and Wellbeing As well as:*
- *Common degree on Translational Health Technologies*

The Colorado University goals aligned with Montegancedo Excellence Campus objectives are: International Growth Objective (Capturing Higher Education and translational research demand of XXI Century). UPM interest on the model of Colorado U. as a Public University with a strong linkage to private initiatives.

Although this agreement is mostly concerned with postgraduate education it will create a fruitful atmosphere to our undergraduate environment, by providing, together with several Madrid area health institutions already identified and the strong support of the Madrid Health Administration, solid means to bring translational skills to all the students, a mandatory competence required to incorporate in his/her training both the sensibility and the tools to understand and handle appropriately the translation of the biomedical technology into the clinical settings.

Empresas extranjeras y nacionales que lo apoyan.

Ver el listado de estas empresas más adelante

2.2.1.2. REFERENTES EXTERNOS

Referencias internacionales. Criterios de diseño

Los primeros programas universitarios que incluyen la Ingeniería Biomédica (IB) como disciplina aparecen en Europa en 1946, en la Universidad Tecnológica de Varsovia. Desde entonces se ha multiplicado la oferta docente en los tres ciclos universitarios convencionales hasta llegar a más de 200 universidades que imparten en la actualidad titulaciones en IB en 28 países europeos.

En los EEUU, los estudios de IB empezaron en el año 1961 como respuesta a los progresivos avances de la tecnología médica, sobre todo después de la Segunda Guerra Mundial y la consecuente extensión de la utilización de radiaciones ionizantes y la creciente utilización de aparatos electromédicos. A finales de los años sesenta 1968 había 47 universidades con planes de estudios en IB y a principios de los ochenta eran más de 110. En la actualidad, existen más de 125 universidades norteamericanas que ofrecen programas de IB y que se pueden consultar en el sitio web de la fundación Whitaker (<http://bmcs.seas.wustl.edu/Whitaker/>) como referente principal para la elaboración de los más de programas académicos que en la actualidad imparten titulaciones de grado.

Una de las primeras iniciativas que se desarrollaron en Europa con el objetivo de aunar esfuerzos en el desarrollo de programas académicos en IB fue la creación en 1989 del master titulado “Master on Biomedical Engineering and Medical Physics”. Este programa de postgrado, coordinado por la Universidad de Patras de Grecia, se realizó dentro de los programas europeos Erasmus y Sócrates, y en él participó desde su origen la Universidad Politécnica de Madrid.

En la actualidad, la European Alliance for Medical and Biological Engineering and Science (EAMBES), a la que pertenece la UPM, y la IFMBE (Internacional Federation for Medical and Biological Engineering), están preparando un procedimiento de acreditación de estudios de Ingeniería Biomédica en Europa. Este trabajo se origina al no existir en Europa un organismo similar al ABET, “Accreditation Board for Engineering and Technology – ABET” que tiene por función principal la monitorización, evaluación y certificación de la calidad de la educación en ingeniería en las universidades de los EEUU. Uno de los retos que la EAMBES quiere afrontar es el establecimiento de un proceso de acreditación basado en la definición de unos requisitos mínimos que un programa de IB debe cumplir. La propuesta de recomendaciones que se están elaborando incluye los siguientes aspectos: 1) cualificación de los programas; 2) titulaciones; 3) requisitos mínimos en términos de competencias, estructuras organizativas, profesorado, administración, infraestructuras y recursos; e 4) impacto de estos criterios en el proceso de acreditación, particularmente en los procedimientos de evaluación.

Este trabajo de la EAMBES se ha coordinado con las directrices para la elaboración de Planes de Estudios de Grado y Máster en Ingeniería Biomédica desarrollada dentro del proyecto europeo BIOMEDEA (<http://www.biomedea.org>), en el que ha participado la UPM desde su gestación, y que a su vez se fundamentó en el análisis de los programas académicos en Europa realizada en el proyecto europeo “CHART- Cartography of biomedical engineering in Europe- Advancement of Medicine and Healthcare through Technology (QLG1-CT-2002-30535) liderado por la UPM conjuntamente con el centro finlandés VTT.

La Sociedad Española en Ingeniería Biomédica (SEIB) creó a principios de la década pasada una comisión de elaboración de programas de IB, en la que miembros de la comisión del título UPM participaron activamente, y en la que se propusieron recomendaciones de contenidos y materias para titulaciones de grado y máster. Dichas directrices están alineadas con las recomendaciones de la fundación Whitaker así como al proyecto BIOMEDEA, adaptadas a la realidad española y han permitido fundamentar titulaciones en IB en diversas universidades españolas.

Como resultado de los proyectos BIOMEDEA y CHART, las propuestas de las comisiones de formación en IB de la EAMBES y las recomendaciones de la SEIB, se han definido una serie de directrices para la definición de programas de grado y master en IB que se utilizan como base en el Grado de IB de la UPM:

- 1) Se plantea un Programa de Grado de 180 ECTS y un Programa de Máster de 120 ECTS. De forma que para programas que no se ajustan al modelo 3 años (Grado) + 2 años (Máster), deberá haber un trasvase de créditos del Programa de Máster al Programa de Grado.*
- 2) El contenido de materias se desglosa en los siguientes módulos con un número de créditos recomendado para cada uno de los módulos que depende del tipo de Programa en Ingeniería Biomédica considerado. En titulaciones contenidos en Ingeniería Biomédica de un mínimo del 50%, como es el caso de la UPM los contenidos son los siguientes:*

- *Matemáticas (20 ECTS en grado y 5 en máster)*
 - *Ciencias naturales (20 ECTS en grado)*
 - *Fundamentos de ingeniería (30 ECTS en grado y 10 en máster)*
 - *Fundamentos médicos y biológicos (10 ECTS en grado)*
 - *Contenido básico de Ingeniería Biomédica (40 ECTS en grado y 30 en máster)*
 - *Temas optativos de Ingeniería Biomédica (20 ECTS en grado y 35 en máster)*
 - *Competencias generales y sociales (10 ECTS en grado y 10 en máster)*
 - *Trabajo final de grado y Actividades externas (30 ECTS en grado y 30 en máster)*
- 3) *El módulo Matemáticas, con 20 ECTS en el Grado y 5 en el Máster, incluye los contenidos: Álgebra, Cálculo, Estadística, etc.*
 - 4) *El módulo Ciencias naturales, con 20 ECTS en el Grado, incluye los contenidos: Física (Mecánica, Ondas, Transferencia de calor, Campos magnéticos, etc.) y Química.*
 - 5) *El módulo Fundamentos de ingeniería 30 ECTS en el Grado y 10 en el Máster, incluyendo los contenidos: Bases y metodologías de ingeniería, Informática, Ingeniería eléctrica, Ingeniería mecánica, Ingeniería química, Electrónica, Sistemas de control, etc.*
 - 6) *El módulo Fundamentos médicos y biológicos, con 10 ECTS en el Grado, incluye los contenidos de Biología y Fisiología.*
 - 7) *El módulo Contenido básico de Ingeniería Biomédica, con 40 ECTS en el Grado y 30 en el Máster, incluye los siguientes contenidos: Biomateriales, Biomecánica, Adquisición de señales biomédicas, Instrumentación biomédica, Procesado de señales biomédicas, Procesado de imágenes biomédicas, Ingeniería clínica, Seguridad hospitalaria, Informática en sanidad, etc.*
 - 8) *El módulo Temas optativos de Ingeniería Biomédica, con 20 ECTS en el Grado y 35 en el Máster, recomiendan una profundización en algunos aspectos de la Ingeniería Biomédica, según los objetivos del Plan de estudios de cada universidad.*
 - 9) *El módulo de competencias generales y sociales, con 10 ECTS en el Grado y 10 en el Máster, incluye los siguientes contenidos: Administración de empresas, Gestión de proyectos, Efectos económicos y sociales de la tecnología, etc.*
 - 10) *Se recomienda que para el Trabajo Final de Grado y las Actividades externas con un total de 30 ECTS en el Grado y 30 en el Máster.*

Estos criterios se han tenido muy en cuenta en el diseño que se propone, adaptando dichas directrices a la normativa española de titulaciones de grado de 240 ECTS, el análisis del mercado laboral en España, las características particulares y experiencia previa en IB en la UPM, y la decidida voluntad de ofrecer una formación adaptada y adaptable a las tendencias de las tecnologías biomédicas que han sido analizadas en este capítulo.

Titulaciones similares en otras universidades extranjeras

Existen diversas titulaciones europeas semejantes a la propuesta por la UPM, la mayoría lideradas por universidades tecnológicas. A continuación se refieren algunos títulos similares:

Alemania

- *Fachhochschule Lübeck; Bachelor Degree Biomedical Engineering*
- *Fachhochschule Jena. Univ. Applied Sciences; Bachelor Degree Medical Engineering*
- *Technische Fachhochschule Berlin; Bachelor Degree Applied Medical Engineering*
- *Technische Universität Ilmenau; Bachelor Biomedizinische Technik*

Austria

- *Graz University of Technology; Biomedical Engineering*
- *Vienna University of Technology; Biomedical Engineering*

Dinamarca

- *Technical University of Denmark; Biomedical Engineering*
- *Aalborg University; Biomedical Engineering*

Eslovaquia

- *University of Zilina; B.Sc. Biomedical Engineering*
- *University of Kosice; B.Sc. Biomedical Engineering*

Eslovenia

- *University of Ljubljana; Degree in Biomedical Engineering*

Finlandia

- *University of Oulu; Bachelor Medical & Wellness Technology*

Francia

- *IUP de Montpellier; Diplôme d'ingénieur Maître de la Santé*
- *IUP de Nancy; Diplôme d'ingénieur Maître de la Santé*
- *IUP de París; Diplôme d'ingénieur Maître de la Santé*
- *IUP de Toulouse; Diplôme d'ingénieur Maître de la Santé*
- *Université de Technologie de Compiègne; Diplôme d'Ingénieur Biologique*
- *Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Luminy-Marseille; Diplôme d'Ingénieur Biomédical*
- *ISTG de Grenoble; Diplôme d'Ingénieur en Technologie de information pour la Santé*

Holanda

- *Eindhoven University; Bachelor of Science in Biomedical Engineering*
- *University of Twente; Bachelor of Science in Biomedical Engineering*

Inglaterra

- *University of Bath; Degree in Biomedical Engineering*
- *University of Birmingham; Degree in Biomedical Engineering*
- *University of City; Degree in Biomedical Engineering & Applied Physics*
- *University of Imperial, London; Degree in Biomedical Engineering*
- *University of Nottingham Trent; Degree in Medical Engineering*
- *Queen Mary University, London; Degree in Medical Engineering*
- *University of Sheffield; Degree in Biomedical Engineering*
- *University of Ulster; Degree in Biomedical Engineering*

Irlanda

- *Cork Institute of Technology; Bachelor of Engineering in Biomedical Engineering*
- *University of Limerick; Bachelor of Engineering in Biomedical Engineering*
- *Dublin City University; B.Eng. Medical Engineering (Bachelor Honours Degree)*
- *National University of Ireland, Galway; Degree in Biomedical Engineering*

Italia

- *University of Bologna; Degree in Biomedical Engineering; Bachelor of BE*
- *University of Genova; Degree in Biomedical Engineering*
- *Politechnic of Milano; Degree in Biomedical Engineering; Bachelor of BE*
- *University of Padova; Degree in Biomedical Engineering*
- *University of Pavia; Degree in Biomedical Engineering*
- *University of Pisa; Bachelor of Bioengineering*
- *University of Roma 2 Tor Vergata; Degree in Medical Engineering*
- *Roma Campus Biomedico; Degree in Biomedical Engineering*
- *Politecnico de Torino; Laurea in Ingegneria Biomedica*

República Checa

- *Czech Technical University Prague; Bachelor of Biomedical and Clinical Technology*

Rumania

- *Technical University of Cluj-Napoca; Bachelor of Medical Engineering*
- *Technical University of Timisoara; Bachelor of Medical Engineering*
- *Technical University of Oradea; Bachelor of Medical Engineering*

Suecia

- *Linköping Institute Technology; Bachelor of Science in Biomedical Engineering*
- *University College of Borås; Bachelor of Science in Biomedical Engineering*
- *Mälardalen University College, Västerås; Bachelor of Sc in Biomedical Engineering*
- *Mid Sweden University, Östersund; Bachelor of Science in Biomedical Engineering*

Suiza

- *Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs; Degree in Medical Engineering*

Planes de estudio de las licenciaturas en Ingeniería Biomédica en vigor en España

En España existen 4 titulaciones acreditadas en España (UPC, UCIII, UN y UB), todas ellas siguen las directrices del proyecto BIOMEDEA, adaptando dichas directrices elaboradas para un programa de grado de 180 ECTS y un máster de 120 ECTS, a la situación singular de España con titulaciones de grado de 240 ECTS. Sus desarrollos pueden verse en las siguientes URLs

- *Universidad Politécnica de Cataluña*
(http://www.upc.edu/grau/fitxa_grau.php?id_estudi=180&lang=esp)
- *Universidad Carlos III*

- (http://www.uc3m.es/portal/page/portal/titulaciones_grado/ing_biomedica)
- o Universidad de Navarra (<http://www.tecnun.es/oferta-academica/grado-plan-2009/ingenieria-biomedica.html>)
 - o Universidad de Barcelona
(http://www.ub.edu/web/ub/es/estudis/oferta_formativa/graus/fitxa/I/G1074/index.html)

2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudio

2.3.1. Procedimientos de consulta internos

El arranque de este proceso surge de la oportunidad de configurar una oferta formativa del máximo nivel amparada en la disponibilidad de dos centros de I+D+i creados dentro del Programa BioTech de la UPM: el Centro de Tecnología Biomédica y el Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas.

Durante el curso 2008/2009 se inician las primeras conversaciones entre representantes de ambos centros con objeto de intentar coordinar las enseñanzas de los Título de Graduado en Ingeniería Biomédica y las del Título de Graduado en Biotecnología, en fase de preparación en ese momento, para elaborar una oferta de dos títulos que por una parte compartieran un número significativo de materias y por otra que se beneficien intensamente de los recursos que ofrecen los laboratorios disponibles en los dos centros y la accesibilidad al personal docente e investigador de los mismos. En esta fase se exploran las opiniones de los profesores de los departamentos de la UPM con actividad en el campo, valorándose las capacidades formativas de los mismos. También se analizan los Planes de Estudios en Ingeniería Biomédica en vigor en otras Universidades españolas.

Con las primeras ideas y los análisis de viabilidad realizados se elabora un borrador del Título de Grado en Ingeniería Biomédica que fue presentado al Vicerrector de Ordenación Académica de la Universidad Politécnica de Madrid, con el que se discutió un plan de ejecución de la propuesta de Grado, la planificación de las asignaturas y los perfiles profesionales de los futuros Graduados en Ingeniería Biomédica por la Universidad de Politécnica de Madrid.

-Visto bueno Consejo de Gobierno-Nombramiento de la Comisión intercentros

-Aprobación

Todos los Centros de la UPM, incluidos todos los que aportan profesorado a esta titulación y muy concretamente la ETSI Telecomunicación, tienen definido un Sistema de Garantía Interno de la Calidad (SGIC) que han sido evaluados positivamente en el marco del programa AUDIT.

2.3.2. Procedimientos de consulta externos

Se han tenido en cuenta las directrices para la elaboración de Planes de Estudios de Grado y Máster en Ingeniería Biomédica elaboradas con el proyecto europeo BIOMEDEA (<http://www.biomedea.org>). También han sido consideradas las opiniones expresadas en diversos documentos de EAMBES (European Alliance for Medical and Biological Engineering & Science) y de

la IFMBE (Internacional Federation for Medical and Biological Engineering). La SEIB (Sociedad Española para la Ingeniería Biomédica) ha sido tomada en cuenta a través del seguimiento de las mesas redondas que esa sociedad organiza con tema el de la formación en ingeniería biomédica a lo largo de los últimos años en sus conferencias anuales (CASEIB).

Se ha contactado con FENIN (Federación intersectorial que agrupa empresas y asociaciones de fabricantes, importadoras y distribuidoras de tecnologías y productos sanitarios), con quien se han tenido varias conversaciones informales, así como con numerosos responsables de empresas del sector (General Electric, RGB, Philips, Hersill, etc.), y departamentos de ingeniería clínica en hospitales y administraciones del sector sanitario (Hospital Universitario de Tenerife, todos los hospitales públicos de Madrid, Hospital Ruber Internacional, etc.).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos generales del título

El diseño y los contenidos del Grado están orientados para conseguir que el estudiante disponga, al finalizar sus estudios, de las herramientas conceptuales, manuales y técnicas necesarias y las habilidades propias para mejorar o desarrollar nuevos procesos y servicios industriales y sociosanitarios, para aplicar sus conocimientos a problemas médicos reales; todo ello, con un conocimiento de los aspectos principales de los seres vivos y las ciencias de la vida que le permita colaborar con sus colegas biomédicos no solo en las tareas de resolución técnica de los problemas que le son planteados sino también en los propios procesos de identificación de los propios problemas, única manera de que las soluciones tecnológicas que produzcan tengan utilidad real.

Desde una visión tradicional un ingeniero/tecnólogo es alguien capacitado para resolver problemas: un “problem solver” en una determinada área de conocimiento/especialidad. Este role define bastante nítidamente su lugar en el sistema, en la cadena de valor: un determinado problema dispara la necesidad de una solución; en el caso de la Ingeniería /Tecnología Biomédica el problema surge generalmente del mundo de la biología, de la medicina, de la clínica, de la salud,... en todos los casos de terrenos ajenos a la educación recibida por el ingeniero/tecnólogo. Para que el ingeniero/tecnólogo pueda ponerse a trabajar en sus soluciones tecnológicas, los investigadores de aquellas disciplinas de las ciencias de la vida habrán de poner el problema en términos adecuados para que los ingeniero/tecnólogos conozcan sin incertidumbres de qué se trata; cada parte se sitúa en su espacio correspondiente, unidos simplemente por las especificaciones del problema que una parte define y la otra desarrolla. Y aquí está el origen de muchas de las limitaciones del proceso: 1) ¿No se está limitando enormemente la capacidad de innovación y creatividad por desconocimiento de las soluciones potenciales que la tecnología puede ofrecer? ¡Sobre todo si se advierte que la innovación reside en gran medida en esas zonas frontera o limítrofes entre disciplinas! 2) ¿Puede un profesional del lado biomédico especificar unívocamente un problema a otro profesional de cultura y lenguaje diferentes de manera que las soluciones desarrolladas a ese fin desemboquen en las soluciones deseadas? Las consecuencias son bien sabidas y desde luego poco halagüeñas.

Esto nos lleva a una primera consecuencia principal: el ingeniero/tecnólogo además de problem solver ha de ser un problem definer y por tanto ha de tener el conocimiento, ha de formarse, para participar en esas tareas de definición del problema; cuestionándose el viejo y manido paradigma de la multidisciplinaridad. No existe multidisciplinaridad si esta califica el hecho de que biomédicos e ingeniero/tecnólogos coexisten escasamente unidos por problemas comunes con roles completamente separados. Solo tendremos una multidisciplinaridad productiva si ambos investigadores trabajan juntos en todas las etapas del proceso compartiendo realmente motivaciones, conocimientos y lenguaje. Advértase que en realidad se trata de aplicar un principio propio de la ingeniería “la solución a problemas nuevos solo se puede encontrar apuntando a los

orígenes de esos problemas". En el caso de los ingeniero/tecnólogos ante problemas biomédicos la dificultad que hemos de abordar, si no ponemos algún remedio, es que los orígenes están fuera de su campo de conocimiento.

Sin olvidar otro aspecto esencial: que cada uno de los investigadores que cooperan entre sí, ha de ser eficaz en sus parcelas de conocimiento respectivas. La escala de valor de cada uno de ellos está situada en su campo disciplinar correspondiente. La experiencia de los bioingeniero/biotecnólogos híbridos, principalmente de los 60-70, aunque todavía se encuentran en algunas universidades europeas que insisten en ese modelo, no conviene olvidarla. Como el día tiene 24 horas, los investigadores cuando plantean su estrategia de formación continuada, los responsables de coordinar un equipo de investigación o los diseñadores de programas de formación, tienen un problema: compaginar una intensa formación en la especialidad de ingeniería correspondiente, semejante a la de sus compañeros monodisciplinares, con el conocimiento necesario para trabajar en la definición de problemas que comportan disciplinas distintas, cada vez, además, mas numerosas como consecuencia de la evolución en complejidad y globalidad de la ciencia. El problema tiene solución: no es necesario saber todo para alcanzar los niveles de competencia necesarios, esto es un error de concepto grave en un proyecto multidisciplinar, pero si es necesario que todos, cada uno desde su campo, tengan una referencia común en el objetivo final pretendido. ¡En el paradigma: tu específicas y yo desarrollo no existe un objetivo final común!. ¡Quizás no sea tan pesada la carga necesaria para participar activamente en ese objetivo común!

Complejidad: un concepto clave para diseñar el Grado en IB. La complejidad es una característica siempre presente de los problemas a resolver en Ingeniería Biomédica y justificación principal de la multidisciplinaridad activa descrita antes, que obliga a que todas las disciplinas implicadas participen en todas las fases de definición y resolución de los problemas. La complejidad es más que un término o un calificativo para referirse a la complicación de algo (de hecho podríamos tener sistemas simples complejos), es un concepto con el que nos referimos a un tipo de sistemas caracterizados por tener un carácter dinámico, ser no-lineales y mostrar propiedades de emergencia. Su comportamiento no puede predecirse del conocimiento de sus partes.

¿Cómo tratar la complejidad de los problemas a abordar en ingeniería biomédica y definir estrategias operativas que orienten la formación de estos profesionales?

Para estudiar cualquier sistema complejo no sirven estrategias reduccionistas que tiendan a resolver los problemas mediante su partición en partes auto-contenidas, para adaptarse a entornos monoespecialidad, o con una multidisciplinaridad esporádica o escasamente interdisciplinar. Por mucho tiempo los problemas se han supuesto lineales, mecanicistas, discretos para poder ser resueltos por los ingeniero/tecnólogos mediante matemáticas y física. Esta actitud, sin embargo nos llevará, salvo contadas ocasiones, a soluciones irreales, escasamente útiles, con un efecto desmoralizador añadido que, en algunas ocasiones, puede ser enormemente frustrante.

Estamos ante la gran metáfora del principio de superposición solo válido para una pequeña familia de sistemas, los sistemas lineales, en los que el comportamiento del todo sea la

suma de sus partes. En la naturaleza podemos decir que estrictamente hablando no existen los sistemas lineales, lo que contrasta con que nuestras herramientas mas sólidas y poderosas lo son solo para ese tipo de sistemas.

Pues bien, ¿Cómo deberían condicionar estos conceptos el diseño del Grado?. El método tradicional consiste en la parcelación del conocimiento necesario para abordar con eficacia un determinado tipo de problemas en un conjunto de materias, escasamente conectadas entre si, cuya sumación configura el resultado final obtenido y a nivel colectivo la eficiencia del método. Sin entrar en valoraciones de este método, planteemos una pregunta: ¿Será eficaz este procedimiento cuando ha de formar profesionales para operar con problemas complejos, multidisciplinares, que demandan, como hemos visto, un abordamiento holístico y en el que una parcelación de los conocimientos no parece eficaz?

El estudio de los sistemas biomédicos complejos ha de ser enfocado a las propiedades globales no solo a las partes constituyentes. Las teorías, conceptos y métodos de los sistemas dinámicos complejos nos proporcionan una magnífica guía: la búsqueda de principios universales o marcos de referencia para explicar el comportamiento colectivo; la evolución de los sistemas y la relación entre estructura y función.

Al aumentar la complejidad y seguir siendo necesaria la especialización (investigadores competitivos en las habilidades propias de sus competencias de ingeniería) tenemos que revisar la noción de conocimiento ancho y profundo. No debemos olvidar tampoco que la innovación está fundamentalmente en las intersecciones de las disciplinas, que, precisamente por esa razón, se convierten en polos que atraerán progresivamente nuevas disciplinas, haciendo cada vez más complejos los equipos multidisciplinares. El reto es comprender y compartir el entorno delineado por las cuestiones relevantes y permitan pensar “outside the box”. Cuando no se pueda abarcar todo el campo de conocimiento deseable solo queda la solución de disponer de habilidades para el razonamiento cuantitativo, complementado con otras habilidades que le permitan pensar intensamente y críticamente en otras disciplinas. ¡No es un tema sencillor pero sus efectos serán claros

Otras consecuencias de la complejidad (creciente) son: 1) surge la necesidad de codificar, expresar y compartir conocimiento eficazmente así como nuevas herramientas de abstracción y síntesis; 2) deberá cuidarse las grandes diferencias entre biología e ingeniería: una percepción y comprensión diferentes de la función resultado del comportamiento de grandes colectivos. En Biología: conexión difícil por el limitado conocimiento de los componentes. En ingeniería la relación entre componentes y función se deriva lógicamente y se especifica explícitamente.

Se han definido teniendo en cuenta los derechos fundamentales y de igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres (Ley 3/2007, de 22 de marzo para la igualdad efectiva entre mujeres y hombres), los principios de igualdad de oportunidades y accesibilidad universal de las personas con discapacidad (Ley 51/2003, de 2 de diciembre), de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad), y los valores propios de

una cultura de la paz y de valores democráticos (Ley 27/2005, de 30 de noviembre, de fomento de la educación y la cultura de la paz).

Estos conceptos han condicionado fundamentalmente el diseño del programa de formación que se presenta

Los Objetivos generales del título son los siguientes:

- *Obj. 1. Ser capaz de proyectar, dirigir y coordinar todas las actividades relacionadas con el ámbito de la Ingeniería Biomédica. Ello incluye las actividades relacionadas con concepción y diseño, fabricación, evaluación y certificación de productos y servicios relacionados con las posibles competencias profesionales afines a esta titulación.*
- *Obj.2. Conocer tanto la metodología de la ingeniería relacionada con el proceso de diseño, como la terminología médica, así como las repercusiones sociales y económicas de su actuación, con una sólida formación en materias básicas, tecnológicas y de especialidad que le capacite para su futuro desarrollo y le permita una fácil adaptabilidad.*
- *Obj.3. Ser capaces de dirigir y gestionar integralmente proyectos, incluidos los de investigación, y empresas con criterios de calidad total y respeto a las personas y al medio ambiente. Formar profesionales con espíritu emprendedor, capacidad para la transferencia de conocimientos y elaboración de patentes.*
- *Obj.4. Conocer la ingeniería general y sus tecnologías, en particular las tecnologías que considean la sostenibilidad medioambiental, y en concreto la ingeniería química, de proyectos, de empresa, de organización industrial, mecánica, electrónica, informática, de comunicacines.*
- *Obj.5. Conocer a nivel suficiente las ciencias básicas para ser capaz de aplicarlas a las tecnologías del ámbito de la Ingeniería biomédica, para comprender y generar innovación.*
- *Obj.6. Adquirir una intuición para comprender y saber explotar la existencia de analogías entre mecanismos y estructuras en distintos ámbitos de las ciencias, y en particular en biología, química y física. Desarrollar una clara percepción de situaciones que siendo diferentes, a través de sus analogías, permiten el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.*
- *Obj.7. Familiarizar con el trabajo en el laboratorio, la instrumentación y los métodos experimentales, para ser capaz de realizar experimentos y/o diseñar aplicaciones de forma independiente y describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos.*
- *Obj.8. Fomentar la capacidad de realizar su actividad de forma coordinada y en grupo con*

otros profesionales de áreas multidisciplinares así como comunicar aspectos fundamentales de su actividad profesional a otros de su área, de áreas afines y a un público no especializado.

- *Obj.9. Formar profesionales en los aspectos básicos de la legislación, gestión y comercialización de los productos y servicios biomédicos.*
- *Obj.10. Fomentar la implicación en el trabajo disciplinado, realizado con garantías de seguridad y prevención de riesgos, y propiciar el conocimiento de los aspectos éticos y bioéticos del área.*

3.2. Competencias

3.2.1. Competencias Generales

Se muestra a continuación el listado de competencias generales del título:

- CG1. *Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.*
- CG2. *Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos.*
- CG3. *Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones.*
- CG4. *Trabajar de forma adecuada en un laboratorio incluyendo un registro anotado de las actividades y seguridad, manipulación y eliminación de residuos.*
- CG5. *Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box”*
- CG6. *Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación u definición de dichos problemas*
- 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.*
- 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.*
- CG12. *Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo.*
- CG13. *Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinarios y multiculturales.*
- CG14. *Reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, económica, científica o ética.*
- 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*
- CG17. *Tener un comportamiento ético y profesional en todos los aspectos relacionados con el respeto por el medio ambiente y con el bienestar social, para utilizar de forma equilibrada las tecnologías en busca de una economía social y medioambientalmente sostenible.*
- CG18. *Estar motivado para el emprendimiento para la constitución de nuevas empresas basadas en la I+D+i.*
- CG19. *Organización y planificación*

Estas competencias generales incluyen las competencias que deben estar presentes en todas las titulaciones de Grado de la UPM según el Consejo de Gobierno (Reuniones del 26 de junio, 10 y 24 de julio de 2008)

En la tabla siguiente se muestra la correlación entre cada una de las Competencias Generales y cada uno de los objetivos que define el perfil de egreso del título propuesto.

CG	Objetivos									
	Obj. 1	Obj. 2	Obj. 3	Obj. 4	Obj. 5	Obj. 6	Obj. 7	Obj. 8	Obj. 9	Obj. 10
CG1.	x	x			x	x				
CG2.	x	x				x				
CG3.		x	x	x						
CG4.		x	x				x	x		x
CG5.	x					x	x		x	
CG6.	x	x	x	x		x			x	
CG7.		x		x	x		x			x
CG8.		x	x			x	x		x	x

CG9.							X		X	X
CG10.	X	X	X			X		X	X	X
CG11.			X			X			X	X
CG12.	X			X		X		X	X	X
CG13.	X	X							X	X
CG14.				X	X	X			X	X
CG15.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CG16.				X					X	X
CG17.		X	X	X				X	X	X
CG18.	X	X	X					X		
CG19.	X		X					X	X	X

3.2.2. Competencias Específicas

Se muestra a continuación el listado final de competencias específicas del título:

- CE1. 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.
- CE2. Saber utilizar la estadística para resolver problemas de ingeniería y establecer modelos probabilísticos.
- CE3. Comprender y saber aplicar al cálculo numérico la discretización de modelos continuos.
- CE4. Conocer las diferentes metodologías existentes para simulación de sistemas.
- CE5. Aplicar las metodologías de simulación a sistemas multidominio.
- 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.
- CE8. Comprender y resolver problemas de electrostática, magnetostática y electromagnetismo en la Ingeniería Biomédica
- CE9. Comprender la estructura de la materia a nivel atómico, su naturaleza cuantificada y las interacciones atómicas, moleculares, de la materia con la luz y la naturaleza propiedades de la radiactividad.
- CE10. Comprender y saber aplicar la interrelación y las equivalencias entre sistemas mecánicos, hidráulicos, térmicos y eléctricos.

- CE11. *Calcular y representar gráficamente los parámetros más relevantes de un experimento utilizando funciones matemáticas.*
- CE12. *Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biomédicas y bibliográficos.*
- CE13. *Comprender y aplicar las principales técnicas de muestreo y utilizar las pruebas estadísticas elementales para el control de experimentos*
- CE14. *Comprender los principios de la metodología científica; capacidad para su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería.*
- CE15. *Conocer los principios termodinámicos y sus aplicaciones prácticas en la ingeniería.*
- CE16. *Saber escoger y aplicar un material a partir de sus propiedades y comportamiento eléctrico, magnético, mecánico y químico.*
- CE17. *Conocer los principales grupos funcionales orgánicos y sus isomerías, sus reacciones típicas, compuestos inorgánicos y sus reacciones típicas, así como saber resolver casos de síntesis química sencillos, incluyendo las técnicas experimentales básicas.*
- CE18. *Comprender los principios básicos del análisis instrumental así como el funcionamiento de la instrumentación analítica básica.*
- CE19. *Capacidad para escribir programas utilizando los recursos de programación más habituales y aplicarlos a problemas de ingeniería.*
- CE20. *Conocer y comprender los fundamentos de la informática, los principios de la arquitectura de computadores y manejar los sistemas operativos más comunes.*
- CE21. *Conocer, comprender y utilizar herramientas informáticas para la resolución de problemas matemáticos y de simulación de sistemas.*
- CE22. *Saber desarrollar algoritmos para la resolución de problemas informáticos en Ingeniería Biomédica.*
- CE23. *Capacidad para conocer, utilizar y diseñar sistemas de información y comunicaciones en sanidad y biomedicina*
- CE24. *Comprender, utilizar y diseñar sistemas de ayuda a la gestión de la información biomédica y a la toma de decisiones médicas.*
- CE25. *Conocer los principales sistemas de comunicaciones por cable e inalámbricos*
- CE26. *Conocer las redes de comunicaciones y su uso en los sistemas de gestión intra e interhospitalaria*

- CE27. *Conocer los sistemas actuales y saber diseñar sistemas de consulta médica a través de redes de comunicaciones*
- CE28. *Saber dar explicaciones relativas a la ciencia económica.*
- CE29. *Habilidades en la organización de empresa y de equipos para la realización de proyectos utilizando los procedimientos y herramientas de gestión actuales.*
- CE30. *Conocer las bases y fundamentos de la estructura, marco institucional y jurídico, organización y gestión empresarial, en particular de empresas biomédicas.*
- CE31. *Conocer los principales problemas bioéticos relacionados con el desarrollo de la Ingeniería Biomédica.*
- CE32. *Conocer los distintos tipos de empresas biomédicas, su gestión y su importancia económica así como los diferentes métodos y técnicas de apoyo existentes.*
- CE33. *Analizar la viabilidad técnica, socio-económica y de impacto ambiental y en la sostenibilidad de proyectos biomédicos.*
- CE34. *Saber organizar los servicios de ingeniería clínica en los centros sanitarios, especialmente el mantenimiento y la adquisición de equipos y sistemas biomédicos y la gestión de la seguridad hospitalaria.*
- CE35. *Conocer los principales mecanismos y ayudas para la creación de empresas, especialmente las basadas en I+D+i en Ingeniería Biomédica.*
- CE36. *Comprender y saber calcular diferentes aspectos de los circuitos electrónicos analógicos y del comportamiento analógico de circuitos digitales dados.*
- CE37. *Capacidad para ser capaz de utilizar herramientas informáticas de cálculo y diseño de circuitos.*
- CE38. *Conocer los principios y las técnicas de medida de las magnitudes más relevantes en Ingeniería Biomédica.*
- CE39. *Saber utilizar sensores y actuadores, acondicionamiento y sistemas de adquisición de señales biomédica para la evaluación y diseño de dispositivos y sistemas biomédicos de monitorización, diagnóstico y terapia*
- CE40. *Conocer los principales tipos de dispositivos terapéuticos empleados en ingeniería biomédica.*
- CE41. *Conocer las metodologías de desarrollo de dispositivos.*
- CE42. *Conocer técnicas de muestreo y procesamiento de señales e imágenes para diversas aplicaciones en relación con la Ingeniería Biomédica.*

- CE43. *Capacidad de análisis e interpretación de señales e imágenes biomédicas.*
- CE44. *Conocer las principales propiedades y comportamiento mecánico de los tejidos y sistemas fisiológicos animales, especialmente humanos.*
- CE45. *Saber analizar y diseñar equipos de apoyo a o sustitución de tejidos fisiológicos*
- CE46. *Conocer las principales técnicas de caracterización de propiedades mecánicas de tejidos y órganos.*
- CE47. *Conocer los niveles jerarquizados de complejidad biológica: Desde las moléculas hasta organismos más complejos.*
- CE48. *Conocer los tipos celulares y sus mecanismos principales, así como su impacto en la formación de tejidos*
- CE49. *Conocer los sistemas fisiológicos y órganos humanos tanto a nivel estructural como funcional y sus patologías más relevantes.*
- CE50. *Capacidad de comprender y expresarse de forma oral y escrita en inglés a nivel profesional científico-técnico.*
- CE51. *Conoce y es capaz de idear sistemas de experimentación para medir las propiedades físico-químicas intrínsecas de los materiales biológicos de origen humano*
- CE52. *Comprender el funcionamiento de los diferentes órganos y sistemas del cuerpo humano y la regulación de sus funciones para el mantenimiento de la homeostasis.*
- CE53. *Conocer y comprender las modificaciones fisiológicas y morfológicas que los procesos patológicos más relevantes ocasionan en el organismo humano.*
- CE54. *Aplicar de manera fundamentada, crítica y argumentada los principios fisiológicos para contribuir al desarrollo tecnológico en el ámbito de la salud.*
- CE55. *Desarrollar la capacidad de realizar individualmente, presentar y defender ante un tribunal universitario, un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería Biomédica de naturaleza profesional en el que se sintetizen e integren las competencias adquiridas.*

En la tabla siguiente se muestran la relación entre competencias específicas y objetivos de de la titulación.

CE	Objetivos									
	Obj. 1	Obj. 2	Obj. 3	Obj. 4	Obj. 5	Obj. 6	Obj. 7	Obj. 8	Obj. 9	Obj. 10
CE1.	x	x		x	x	x				
CE2.	x	x		x	x	x				
CE3.	x	x		x	x	x				
CE4.	x	x		x	x	x				
CE5.	x	x		x	x	x				
CE6.	x	x		x	x	x	x			
CE7.	x	x		x	x	x	x			
CE8.	x	x		x	x	x	x			
CE9.	x	x		x	x	x				
CE10.	x	x		x	x	x				
CE11.	x	x		x	x	x	x			
CE12.	x		x	x				x	x	
CE13.	x	x		x	x	x	x			
CE14.	x	x		x	x	x	x			
CE15.	x	x		x	x	x				
CE16.	x	x		x	x	x	x			
CE17.	x	x		x	x	x				x
CE18.	x	x		x	x	x	x			
CE19.	x	x		x	x	x		x		
CE20.	x	x		x	x					
CE21.	x	x		x	x	x				
CE22.	x	x		x	x	x				
CE23.	x	x		x	x	x				
CE24.	x	x		x		x				
CE25.	x	x		x						
CE26.	x	x	x	x				x		
CE27.	x	x	x	x		x				
CE28.						x			x	
CE29.			x	x				x	x	x
CE30.			x					x		
CE31.			x	x				x	x	x
CE32.	x	x	x	x				x		
CE33.	x	x	x	x		x		x	x	x
CE34.			x	x				x	x	x
CE35.			x					x	x	
CE36.	x	x		x						
CE37.	x	x		x	x					
CE38.	x	x		x	x					

CE39.	x	x		x	x		x			
CE40.				x			x			
CE41.				x		x				x
CE42.	x	x		x	x		x			x
CE43.	x	x		x		x	x			
CE44.	x	x		x						
CE45.	x	x		x		x	x			x
CE46.	x	x		x						
CE47.	x	x		x	x					
CE48.	x	x		x	x					
CE49.	x	x		x	x	x				
CE50.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CE51.	x	x		x		x	x			x
CE52.		x			x	x		x		
CE53.		x			x	x		x		
CE54.		x			x	x		x		
CE55.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Las competencias y objetivos de aprendizaje expuestos en esta memoria son coherentes con las indicaciones y recomendaciones contenidas en el Libro Blanco de la ANECA 2005 para completar la memoria para la solicitud de verificación del Título de Grado de Bioquímica y Biotecnología, disponible en la página web: http://www.aneca.es/media/150236/libroblanco_bioquimica_def.pdf. Asimismo, son coherentes con los correspondientes estudios de Grado en Ingeniería Biomédica de otras universidades.

Teniendo en cuenta las siguientes competencias básicas que figuran en el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior, MECES, puede establecer la siguiente tabla de correspondencia entre competencias generales del grado y básicas:

[RD.1:] Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio;

[RD.2:] Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio;

[RD.3:] Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética;

[RD.4:] Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado;

[RD.5:] Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

Se procederá de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas, así como al resto de normativa y legislación existente al respecto y que sea aplicable, en particular la de la UPM.

Al ser la Ingeniería Biomédica una disciplina con un alto componente tecnológico y experimental, en el diseño docente del presente Grado y las metodologías formativas previstas no se ha contemplado un elevado número de alumnos, por ello se ha establecido un acceso restringido a 50 estudiantes en consonancia con el número de plazas habitualmente ofertadas en los actuales Grados de Ingeniería Biomédica en las Universidades Españolas, lo que incluye tanto la oferta a menores o mayores de 25 y 40 años, cada segmento según sus propias reglamentaciones antes citadas.

4.2. Condiciones o pruebas de acceso especiales

No se prevén condiciones o pruebas de acceso especiales.

4.3. Sistemas de apoyo y orientación de los estudiantes una vez matriculados

Para todos los alumnos matriculados se dispone de los siguientes procedimientos de apoyo y orientación:

Proyecto Mentor: *El proyecto se basa en la “tutoría por iguales”. Alumnos seleccionados de los dos últimos cursos ejercen de mentores de grupos de estudiantes de nuevo ingreso para facilitarles orientación en tres aspectos: académico, social y administrativo. El proceso está organizado en torno a reuniones bisemanales durante el primer semestre y está supervisado por profesores tutores que orientan a los mentores en su labor. La difusión del Proyecto Mentor se realiza por medio de carteles específicos y por presencia en la página principal del servidor web del centro durante la temporada de captación de mentores y mentorizados.*

Plan de tutorías por profesores. *Cada alumno tiene un tutor curricular asignado para toda su estancia en el centro, al cual puede acudir en busca de orientación personalizada acerca de cualquier aspecto relacionado con su trayectoria curricular. El estudiante deberá presentar, al matricularse, un informe de su tutor curricular cuando su Índice de Rendimiento así lo exija (ver siguiente apartado, Orientación Curricular), y en el caso de la elección de optativas (ver apartado 5.1). El nombre del tutor asignado se notificará al alumno al*

ingresar en el centro y se podrá consultar en cualquier momento en el servidor web del centro. El órgano responsable es el Vicedecanato de Alumnos

Sesiones específicas informativas sobre los bloques optativos.

Tutorías académicas de cada profesor para resolver dudas relativas a la asignatura impartida, destinadas principalmente a los alumnos matriculados en las asignaturas que imparte el profesor. El órgano responsable es el departamento encargado de la docencia de la asignatura.

Sesiones específicas informativas sobre itinerarios de movilidad para los alumnos, especialmente las relativas a la movilidad internacional. El órgano responsable es la Oficina Internacional, la cual ofrece orientación, y apoyo administrativo a los estudiantes que participen o deseen optar a programas de movilidad.

Programas de formación en lenguas extranjeras para estudiantes que quieran optar a programas de movilidad internacional, ofrecidos por el Programa de Lenguas para la Internacionalización (PROLINTER) del Vicerrectorado de Relaciones Internacionales.

Programas de formación en lengua española para estudiantes de movilidad internacional durante su estancia en el centro, ofrecidos por el Programa de Lenguas para la Internacionalización (PROLINTER) del Vicerrectorado de Relaciones Internacionales.

Información sobre becas y ayudas al estudio, a través del Vicedecanato de Alumnos y de los servidores web de la universidad y el centro.

Servicio de atención psicológica al alumno, ofrecido por la universidad y con presencia en el centro un día por semana.

Curso del ICE: "Metodología del Estudio Universitario"

4.3.1. Orientación curricular

Por definición del crédito europeo, los 60 créditos europeos de cada curso cubren el trabajo a tiempo completo del estudiante medio que supera las asignaturas que configuran dicho año académico. Por ello no parece oportuno contemplar la posibilidad de que el estudiante se matricule de muchos más créditos de los 30 previstos para cada semestre (o de los 60 anuales). No obstante lo anterior, este aspecto debería establecerse teniendo en cuenta el rendimiento individual de cada estudiante y no sólo la consideración del inexistente "estudiante medio". Por ello parece conveniente considerar una banda de créditos (revisable por la Comisión de Ordenación Académica) a la hora de establecer los criterios sobre el número máximo de créditos en los que se podría matricular cada estudiante en función de su rendimiento académico personal.

El Consejo de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid, en su sesión de 26 de marzo de 2009, aprobó la Normativa de Acceso y Matriculación con el objetivo de regular los procedimientos que se deben seguir para la admisión y matriculación de alumnos que vayan a desarrollar sus estudios en cualquiera de las titulaciones impartidas en primer y segundo ciclo de la UPM, en Planes de Estudios no Renovados, en Planes de Estudios Estructurados en Créditos y en Planes de Estudios de titulaciones de Grado y de Máster adaptados al R.D. 1393/2007.

<http://www.upm.es/institucional/UPM/NormativaLegislacion/NormasEspecificas/Grado/>

Aplicando esta normativa:

1. El número de créditos europeos en los que se matricularán los estudiantes a tiempo completo de las titulaciones oficiales de Grado será de 30 créditos por semestre.
2. Cuando la aplicación de lo dispuesto en el artículo 73 de la mencionada normativa haga imposible que el número de créditos europeos de matrícula sea exactamente de 30, el estudiante deberá dar prioridad a lo dispuesto en el mismo y formalizará su matrícula en un número de créditos europeos que no sea inferior a 27 ni superior a 33.
3. A los estudiantes que hubieran cursado dos semestres o más en la Universidad Politécnica de Madrid, se les permitirá modificar el número de créditos europeos de matrícula en función de su rendimiento académico (RA) en los dos últimos semestres en los que se matriculó, definido por:

$$RA = \frac{\text{Nº de créditos superados en los dos últimos semestres}}{\text{Nº de créditos matriculados en los dos últimos semestres}}$$

- a. A los estudiantes con un indicador de rendimiento académico mayor o igual a 0.8 ($RA \geq 0.8$) se les permitirá matricularse de hasta un máximo de 36 créditos europeos.
 - b. Los estudiantes con un indicador de rendimiento académico mayor o igual a 0.5 e inferior a 0.8 ($0.5 < RA < 0.8$) deberán matricularse de un número de créditos europeos que no será inferior a 27 ni superior a 33.
 - c. A los estudiantes con un indicador de rendimiento académico inferior a 0.5 ($RA < 0.5$) se les permitirá matricularse de un número de créditos europeos que no será inferior a 18 ni superior a 24.
4. Asimismo, a los estudiantes a tiempo completo que les falten menos de 72 créditos europeos para finalizar los estudios de su titulación se les permitirá matricularse de un máximo de 36 créditos europeos por semestre.

4.4 Transferencia y reconocimiento de créditos: sistema propuesto por la universidad (de conformidad con el real decreto).

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, modificado por Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales recoge ya en su preámbulo que: “Uno de los objetivos fundamentales de esta organización de las enseñanzas es fomentar la movilidad de los estudiantes, tanto dentro de Europa, como con otras partes del mundo, y sobre todo la movilidad entre las distintas universidades españolas y dentro de una misma universidad.” En este contexto resulta imprescindible apostar por un sistema de reconocimiento y acumulación de créditos, en el que, los créditos cursados en titulaciones oficiales de educación superior serán reconocidos e incorporados al expediente del estudiante. Así mismo, el artículo sexto del propio Real Decreto 1393/2007, denominado “Reconocimiento y transferencia de créditos” establece que “las universidades elaborarán y harán pública su normativa sobre el sistema de reconocimiento y transferencia de créditos”. Dicho precepto contempla además las definiciones de los términos reconocimiento y transferencia de créditos que modifican

sustancialmente los conceptos que hasta ahora se venían empleando (convalidación, adaptación, etc.). Los créditos obtenidos por el estudiante en enseñanzas oficiales de educación superior mediante el reconocimiento y la transferencia de créditos, objeto de esta normativa, serán incluidos en su expediente académico y reflejados en el Suplemento Europeo al Título. También se señala, que la experiencia laboral y profesional acreditada, podrá ser reconocida en forma de créditos que computarán a efectos de la obtención de un título oficial, siempre que dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes a dicho título. La disposición adicional primera de la Ley Orgánica 4/2011, de 11 de marzo, complementaria de la Ley de Economía Sostenible, contempla las convalidaciones entre los títulos de Técnico Superior o equivalente, a efectos académicos y las enseñanzas universitarias de grado y de tales posibilidades en orden inverso, desarrollándose todo ello en el Real Decreto 1618/2011, de 14 de noviembre, por el que se establece el régimen de reconocimiento de estudios entre las diferentes enseñanzas que constituyen la educación superior. La Universidad Politécnica de Madrid cumpliendo el mandato del legislador, aprobó en Consejo de Gobierno con fecha 26 de febrero de 2009 la primera Normativa de Reconocimiento y Transferencia de Créditos. La implantación de dicha normativa, así como la experiencia adquirida en su aplicación, hizo necesaria una nueva redacción que se aprobó en Consejo de Gobierno el 31 de enero de 2013. Como en la anterior, se optó por un sistema de literalidad pura. Es decir, en el expediente del estudiante se hará constar de manera literal el nombre de la asignatura, curso, número de créditos, tipo de asignatura (básica, obligatoria, optativa) y calificación alcanzada en la titulación en que los hubiera superado, con indicación de dicha titulación, así como del centro y universidad de procedencia.

El procedimiento para el Reconocimiento y Transferencia de Créditos, de acuerdo con la mencionada normativa, seguirá el siguiente proceso:

- se iniciará a solicitud del interesado, que deberá ser presentada mediante el formulario electrónico disponible en la página web de la UPM.
- la documentación requerida deberá presentarse en la Secretaría del Centro, o enviada a través del registro electrónico, acompañada de la solicitud impresa.
- La Comisión de Ordenación Académica emitirá informe del cual, junto con la documentación, dará traslado al Vicerrectorado de Alumnos de la UPM. Si existieran precedentes, y siempre que no se hubiesen producido cambios significativos en los programas, será el Jefe de Estudios del Centro quien emitirá el informe.
- La Resolución concediendo o denegando los reconocimientos de créditos será adoptada por la Comisión de Reconocimiento y Transferencia de Créditos o directamente por el Presidente de dicha Comisión, si existieran precedentes y no se hubiesen producido cambios significativos en los programas.

La Normativa de Reconocimiento y Transferencia de Créditos está accesible en el enlace

http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Convalidaciones/normativa_recono_trans_creditos_20130131.pdf

5. PLANIFICACION DE LAS ENSEÑANZAS

5.1. Estructura de las enseñanzas

Los criterios utilizados para la elaboración del Plan de Estudios se han basado en la intención de formar graduados con una sólida formación en materias básicas y desde un punto de vista multidisciplinar con un fuerte profesionalización que les permitan abordar los problemas que la Ingeniería Biomédica plantea. Por esta razón, en la propuesta del Grado en Ingeniería Biomédica se contempla la existencia de cuatro itinerarios: **Bioingeniería** (Dispositivos Médicos, Biomateriales y Biomecánica), **Informática Biomédica**, **Imágenes Biomédicas** y **Telemedicina**. La elección de estos itinerarios se ha basado por un lado, en la existencia de un profesorado altamente cualificado y experto en esos itinerarios y en la disposición de los recursos necesarios para su desarrollo en la UPM, así como en la creciente demanda de profesionales de estos sectores. Así mismo, se ha desarrollado una estructura de grado integradora con otros grados de nueva creación en la UPM, como el Grado en Biotecnología, con el que se comparten 78 ECTS (un 65 % de los créditos de los dos primeros cursos) y con una gran versatilidad, ya que permite la incorporación de nuevos itinerarios dentro del grado según sean las necesidades que demande la sociedad.

El Plan de Estudios del Grado en Ingeniería Biomédica está organizado en 4 Cursos, en los que se distribuyen los 240 ECTS con una carga lectiva de 60 créditos ECTS por curso, con estructura semestral (cada año, dos semestres de 20 semanas hábiles cada uno, incluyendo los exámenes). Las asignaturas que componen el Grado en Ingeniería Biomédica se han distribuido en una adecuada secuencia formativa para conseguir un óptimo aprendizaje del alumno. Tienen una extensión de 3, 4 o 6 ECTS a excepción del Proyecto Fin de Grado que es de 12 ECTS por recomendación de la UPM.

Así mismo, atendiendo a sus contenidos las materias del Grado en Ingeniería Biomédica se organizan en diferentes módulos:

5.1.1. Distribución en Módulos de las asignaturas

MODULO	CREDITOS ECTS
I. BÁSICO	60
II. OBLIGATORIO	124
III. OPTATIVO/PRÁCTICAS EXTERNAS *	44
IV. TRABAJO FIN DE GRADO	12
Total	240

*Las materias optativas se estructuran dando lugar a cuatro itinerarios debiendo seleccionarse entre grupos de ellas a la hora de elegir en cada itinerario. Podrán reconocerse hasta 6 ECTS de materias optativas dentro de los itinerarios por la realización de prácticas en empresas o en centros sanitarios.

En las siguientes tablas se muestran la distribución de asignaturas en los diferentes módulos.

I. MÓDULO BÁSICO (60 ECTS):

MÓDULO BÁSICO		
ASIGNATURAS OBLIGATORIAS DE GRADO	ECTS	Sem.
<i>Matemáticas I</i>	6	1
<i>Física</i>	6	1
<i>Química</i>	6	1
<i>Biología</i>	6	1
<i>Fundamentos de Programación</i>	6	1
<i>Estadística</i>	6	2
<i>Matemáticas II</i>	6	2
<i>Física II</i>	6	2
<i>Fundamentos de Electrónica</i>	6	3
<i>Uso Profesional de la lengua Inglesa</i>	6	4
Total	60	

El módulo Básico está constituido por partes de materias que se distribuyen en diez asignaturas con una carga total de 60 ECTS, que se imparten durante el primer y segundo curso. Los contenidos de estas materias sientan las bases necesarias para que los alumnos puedan adquirir una formación más especializada en los próximos semestres, dotando al estudiante de una formación sólida en conceptos imprescindibles para el buen entendimiento de cualquier disciplina experimental como las que constituyen el Grado en Ingeniería Biomédica.

II. MÓDULO OBLIGATORIO (124 ECTS):

MÓDULO OBLIGATORIO (124 ECTS):	ECTS	Sem.
<i>Bioquímica Estructural</i>	6	2
<i>Biología Celular y Tisular</i>	6	2
<i>Fundamentos de Biomecánica</i>	6	3
<i>Análisis instrumental</i>	6	3
<i>Economía y Gestión de Empresas</i>	6	3
<i>Matemáticas III</i>	6	3
<i>Fisiología de Sistemas</i>	6	4
<i>Sistemas Electrónicos</i>	6	4
<i>Señales y Sistemas</i>	6	4
<i>Biomecánica de medios continuos</i>	6	4
<i>Señales biomédicas</i>	6	5
<i>Fisiopatología humana</i>	6	5
<i>Modelos numéricos en Biomedicina</i>	6	5
<i>Redes de Comunicaciones</i>	6	5
<i>Algoritmos y estructuras de datos</i>	6	5
<i>Bases de Datos</i>	6	6

<i>Imágenes biomédicas</i>	6	6
<i>Biomateriales</i>	6	6
<i>Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos</i>	6	6
<i>Bioinstrumentación</i>	6	6
<i>Ingeniería Clínica y de Gestión</i>	4	7
Total	124	

III. MÓDULO OPTATIVO (44 ECTS):

MÓDULO DE GRUPOS DE ASIGNATURAS OPTATIVAS QUE DEBEN SER CURSADAS EN CADA UNO DE LOS ITINERARIOS (44 ECTS):

Itinerario 1: BIOINGENIERÍA (Dispositivos Biomédicos, Biomateriales y Biomecánica)		
OBLIGATORIAS ITINERARIO	ECTS	Sem.
<i>Modelado y simulación dinámica aplicada a la Biomedicina</i>	4	7
<i>Laboratorio de señales biomédicas</i>	4	7
<i>Laboratorio de Imágenes Biomédicas</i>	4	7
<i>Laboratorio de Bioinstrumentación</i>	4	7
<i>Ingeniería de tejidos</i>	4	7
<i>Laboratorio de materiales biológicos y biomateriales</i>	4	8
<i>Biosensores</i>	4	8
<i>Desarrollo de dispositivos médicos</i>	4	8
<i>Laboratorio de Biomecánica</i>	4	8
Total	36	
OPTATIVAS ITINERARIO/PRÁCTICAS EXTERNAS (*)	8	8
Total a cursar en este itinerario	44	

* Optativas = 2 asignaturas de 4 ECTS del resto de itinerarios del Grado en Ingeniería Biomédica u otras definidas en la programación docente anual aprobada en Junta de Escuela, o prácticas externas o créditos reconocidos (hasta un máximo de 6) por la realización de actividades de representación, culturales, deportivas, solidarias y de cooperación.

Itinerario 2: INFORMÁTICA BIOMÉDICA		
OBLIGATORIAS ITINERARIO	ECTS	Sem.

<i>Bioinformática</i>	4	7
<i>Tecnologías Web en biomedicina</i>	4	7
<i>Bases de Datos y Sistemas de Salud Pública</i>	4	7
<i>Sistemas de Información Biomédica</i>	4	7
<i>Historias Clínicas, terminologías y estándares</i>	4	8
<i>Sistemas de ayuda a la decisión médica</i>	4	8
<i>Minería de datos en Biomedicina</i>	4	8
<i>NLP y recuperación de información</i>	4	8
<i>e-Health</i>	4	8
<i>Total</i>	36	
OPTATIVAS ITINERARIO/PRÁCTICAS EXTERNAS (*)	8	7/8
Total a cursar en este itinerario	44	

* Optativas = 2 asignaturas de 4 ECTS del resto de itinerarios del Grado en Ingeniería Biomédica u otras definidas en la programación docente anual aprobada en Junta de Escuela, o prácticas externas o créditos reconocidos (hasta un máximo de 6) por la realización de actividades de representación, culturales, deportivas, solidarias y de cooperación.

Itinerario 3: TELEMEDICINA		
OBLIGATORIAS ITINERARIO	ECTS	Sem.
<i>Sistemas de Información Biomédica</i>	4	7
<i>Modelado y simulación dinámica aplicada a la Biomedicina</i>	4	7
<i>Redes y servicios</i>	4	7
<i>Interfaces hombre-máquina</i>	4	7
<i>Tratamiento digital de imágenes biomédicas</i>	4	7
<i>Telemedicina</i>	4	8
<i>Laboratorio de Telemedicina</i>	4	8
<i>Sistemas de ayuda a la decisión</i>	4	8
<i>Historias Clínicas, terminologías y estándares</i>	4	8
<i>Total</i>	36	
OPTATIVAS ITINERARIO/PRÁCTICAS EXTERNAS *		
<i>Laboratorio de imágenes biomédicas</i>	4	7
<i>Tecnologías sistemas personales sanitarios</i>	4	8
<i>Tecnologías asistivas</i>	4	8
<i>Ingeniería Neurosensorial</i>	4	8
<i>Total optativas a cursar</i>	8	
Total a cursar en este itinerario	44	

* U otras definidas en la programación docente anual aprobada en Junta de Escuela. También podrán obtenerse los 8 créditos optativos por la realización de prácticas externas o créditos reconocidos (hasta un máximo de 6) por la realización de actividades de representación, culturales, deportivas, solidarias y de cooperación.

Itinerario 4: IMÁGENES BIOMÉDICAS		
OBLIGATORIAS ITINERARIO	ECTS	Sem.
<i>Tratamiento digital de imágenes biomédicas</i>	4	7
<i>Imágenes Biomédicas Avanzadas-I</i>	4	7
<i>Laboratorio de imágenes biomédicas</i>	4	7
<i>Sistemas de Información Biomédica</i>	4	7
<i>Modelado y simulación dinámica aplicada a la Biomedicina</i>	4	7
<i>Simulación y Planificación quirúrgica</i>	4	8
<i>Imágenes Biomédicas Avanzadas-II</i>	4	8
<i>Telemedicina</i>	4	8
<i>Historias Clínicas, terminologías y estándares</i>	4	8
Total	36	
OPTATIVAS ITINERARIO/PRÁCTICAS EXTERNAS *		
<i>Biofotónica</i>	4	8
<i>Ingeniería Neurosensorial</i>	4	8
<i>Laboratorio de Telemedicina</i>	4	8
<i>Total optativas a cursar</i>	8	
Total a cursar en este itinerario	44	

* U otras definidas en la programación docente anual aprobada en Junta de Escuela. También podrán obtenerse los 8 créditos optativos por la realización de prácticas externas o créditos reconocidos (hasta un máximo de 6) por la realización de actividades de representación, culturales, deportivas, solidarias y de cooperación.

Se ha elegido por una formación troncal muy importante que caracteriza a los egresados de este grado. Se priman los conocimientos y habilidades que capacitan para afrontar los cambios rápidos que experimenta la tecnología biomédica desde una formación de base común fuerte, antes que por una especialización que quizá prepare mejor de una forma inmediata para el mercado laboral, pero que también podría ser limitante para la formación permanente que será el seguro escenario de la vida profesional de los egresados.

MÓDULO TRABAJO FIN DE GRADO (12 ECTS):

Asignatura	ECTS	Semestre
TRABAJO FIN DE GRADO	12	7 y 8

El Módulo Trabajo Fin de Grado se llevará a cabo durante el último año, preferentemente durante el segundo semestre. Los futuros egresados realizarán un trabajo individual obligatorio de 12 ECTS de naturaleza profesional o un trabajo de investigación en el ámbito del itinerario de Ingeniería Biomédica que esté cursando en el que se sintetizen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas previas del Grado. El Trabajo Fin de Grado se presentará y defenderá ante un tribunal.

5.1.2. Itinerarios Curriculares

En el Grado en Ingeniería Biomédica se contempla la existencia de cuatro itinerarios curriculares

- a. Itinerario en Bioingeniería (Dispositivos Médicos, Biomateriales y Biomecánica)
- b. Itinerario en Informática Biomédica
- c. Itinerario en Imágenes Biomédicas
- d. Itinerario en Telemedicina

Cada itinerario lo conforman 44 ECTS que se impartirán durante el cuarto curso, más un Trabajo Fin de Grado (12 ECTS). De los 44 créditos con los que se configura cada itinerario, 8 de ellos se contemplan como optativos y podrán ser obtenidos mediante el seguimiento de las asignaturas que anteriormente se detallaron, o en parte (hasta 6 créditos) mediante la realización de actividades de representación, culturales, deportivas solidarias y de cooperación, o mediante la realización de prácticas externas.

Los itinerarios han sido identificados atendiendo a las necesidades del mercado: de la industria, los centros sanitarios y los centros de investigación, con los criterios siguientes: 1) su número ha de estar limitado para tener en cada uno de los itinerarios un número suficiente de alumnos, teniendo en cuenta el número máximo de alumnos que pueden matricularse en el Grado; 2) basar la personalización del Grado en el uso conjunto de itinerarios y asignaturas optativas; 3) disponer de capacidad de modificación de dichos itinerarios para adaptarse óptimamente a los cambios que pudieran darse en las demandas de profesionales del campo de la Ingeniería Biomédica y en la disponibilidad de profesores y recursos de laboratorios en tecnologías emergentes de la Ingeniería Biomédica.

5.1.3. Secuenciación de la enseñanza

En las siguientes tablas se recoge la secuenciación temporal de las asignaturas del grado en ingeniería biomédica

CURSO PRIMERO		
ASIGNATURAS OBLIGATORIAS DE GRADO	ECTS	Sem.
Matemáticas I	6	1
Física	6	1
Química	6	1
Biología	6	1
Estadística	6	2
Matemáticas II	6	2
Bioquímica Estructural	6	2
Biología Celular y Tisular	6	2
Fundamentos de Programación	6	1
Física II	6	2
Total	60	30

CURSO SEGUNDO	ECTS	Sem.
<i>Economía y Gestión de Empresas</i>	6	3
<i>Análisis instrumental</i>	6	3
<i>Matemáticas III</i>	6	3
<i>Fundamentos de Biomecánica</i>	6	3
<i>Fundamentos de Electrónica</i>	6	3
<i>Fisiología de Sistemas</i>	6	4
<i>Uso Profesional de la lengua Inglesa</i>	6	4
<i>Sistemas Electrónicos</i>	6	4
<i>Señales y Sistemas</i>	6	4
<i>Biomecánica de medios continuos</i>	6	4
Total	60	

CURSO TERCERO	ECTS	Sem.
<i>Señales biomédicas</i>	6	5
<i>Fisiopatología humana</i>	6	5
<i>Modelos numéricos en Biomedicina</i>	6	5
<i>Bases de Datos</i>	6	6
<i>Bioinstrumentación</i>	6	6
<i>Imágenes biomédicas</i>	6	6
<i>Biomateriales</i>	6	6
<i>Redes de Comunicaciones</i>	6	5
<i>Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos</i>	6	6
<i>Algoritmos y estructuras de datos</i>	6	5
Total	60	

ITINERARIOS

Itinerario 1: BIOINGENIERÍA (Dispositivos Biomédicos, Biomateriales y Biomecánica)		
CURSO CUARTO	ECTS	Sem.
<i>Modelado y simulación dinámica aplicada a la Biomedicina</i>	4	7
<i>Ingeniería Clínica y de Gestión</i>	4	7
<i>Laboratorio de señales biomédicas</i>	4	7
<i>Laboratorio de Imágenes biomédicas</i>	4	7
<i>Laboratorio de Bioinstrumentación</i>	4	7
<i>Ingeniería de tejidos</i>	4	7
<i>Laboratorio de materiales biológicos y biomateriales</i>	4	8
<i>Biosensores</i>	4	8
<i>Desarrollo de dispositivos médicos</i>	4	8
<i>Laboratorio de Biomecánica</i>	4	8

* Optativas	8	8
Trabajo Fin de Grado	12	7 y 8
Total	60	

* Optativas = 2 asignaturas de 4 ECTS del resto de itinerarios del Grado en Ingeniería Biomédica u otras definidas en la programación docente anual aprobada en Junta de Escuela, o prácticas externas o créditos reconocidos (hasta un máximo de 6) por la realización de actividades de representación, culturales, deportivas, solidarias y de cooperación.

Itinerario 2: INFORMÁTICA BIOMÉDICA		
CURSO CUARTO	ECTS	Sem.
<i>Historias Clínicas, terminologías y estándares</i>	4	8
<i>Sistemas de Información Biomédica</i>	4	7
<i>Ingeniería Clínica y de Gestión</i>	4	7
<i>Sistemas de ayuda a la decisión médica</i>	4	8
<i>Bioinformática</i>	4	7
<i>Minería de datos en Biomedicina</i>	4	8
<i>NLP y recuperación de información</i>	4	8
<i>Tecnologías Web en biomedicina</i>	4	7
<i>Bases de Datos y Sistemas de Salud Pública</i>	4	7
<i>e-Health</i>	4	8
*Optativas/Prácticas externas	8	7/8
Trabajo Fin de Grado	12	7 y 8
Total	60	

- Optativas = 2 asignaturas de 4 ECTS del resto de itinerarios del Grado en Ingeniería Biomédica u otras definidas en la programación docente anual aprobada en Junta de Escuela, o prácticas externas o créditos reconocidos (hasta un máximo de 6) por la realización de actividades de representación, culturales, deportivas, solidarias y de cooperación.

Itinerarios 3 y 4: CURSO CUARTO	ECTS	Sem.
<i>Historias Clínicas, terminologías y estándares</i>	4	8
<i>Sistemas de Información Biomédica</i>	4	7
<i>Modelado y simulación dinámica aplicada a la Biomedicina</i>	4	7
<i>Ingeniería Clínica y de Gestión</i>	4	7
<i>Obligatorias itinerario</i>	24	7-8
<i>Optativas itinerario/Prácticas externas</i>	8	8
Trabajo Fin de Grado	12	7 y 8
Total	60	

Itinerario 3: TELEMEDICINA		
CURSO CUARTO	ECTS	Sem.
OBLIGATORIAS ITINERARIO		
<i>Telemedicina</i>	4	8
<i>Redes y servicios</i>	4	7
<i>Tratamiento digital de imágenes biomédicas</i>	4	7
<i>Interfaces hombre-máquina</i>	4	7

<i>Sistemas de ayuda a la decisión</i>	4	8
<i>Laboratorio de Telemedicina</i>	4	8
OPTATIVAS ITINERARIO/PRÁCTICAS EXTERNAS *		
<i>Tecnologías sistemas personales sanitarios</i>	4	8
<i>Tecnologías asistivas</i>	4	8
<i>Laboratorio de imágenes biomédicas</i>	4	7
<i>Ingeniería Neurosensorial</i>	4	8
Total	32	

* Del resto de itinerarios del Grado en Ingeniería Biomédica u otras definidas en la programación docente anual aprobada en Junta de Escuela. También podrán obtenerse los 8 créditos optativos por la realización de prácticas externas o créditos reconocidos (hasta un máximo de 6) por la realización de actividades de representación, culturales, deportivas, solidarias y de cooperación.

Itinerario 4: IMÁGENES BIOMÉDICAS		
CURSO CUARTO	ECTS	Sem.
OBLIGATORIAS ITINERARIO		
<i>Telemedicina</i>	4	8
<i>Tratamiento digital de imágenes biomédicas</i>	4	7
<i>Imágenes Biomédicas Avanzadas-I</i>	4	7
<i>Laboratorio de imágenes biomédicas</i>	4	7
<i>Simulación y Planificación quirúrgica</i>	4	8
<i>Imágenes Biomédicas Avanzadas-II</i>	4	8
OPTATIVAS ITINERARIO/PRÁCTICAS EXTERNAS *		
<i>Biofotónica</i>	4	8
<i>Ingeniería Neurosensorial</i>	4	8
<i>Laboratorio de Telemedicina</i>	4	8
Total	32	

* Del resto de itinerarios del Grado en Ingeniería Biomédica u otras definidas en la programación docente anual aprobada en Junta de Escuela. También podrán obtenerse los 8 créditos optativos por la realización de prácticas externas o créditos reconocidos (hasta un máximo de 6) por la realización de actividades de representación, culturales, deportivas, solidarias y de cooperación.

5.1.4. Formación en comunicación en lengua inglesa

Atendiendo a las recomendaciones de la UPM se incluye una asignatura Obligatoria en materia de comunicación de lengua inglesa de 6 ECTS (**"English for Professional and Academic Communication"**), a la se podrá acceder después de acreditar el nivel B2. No obstante, el Departamento de Lingüística Aplicada de la UPM a través de sus secciones departamentales de la UPM podrá proponer asignaturas optativas que permitan la preparación para alcanzar el nivel exigido, para cursar la asignatura obligatoria antes mencionada, o supongan una intensificación específica de la misma.

5.1.5. Trabajo Fin de Grado

Para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Biomédica es obligatorio la realización de un Trabajo Fin de Grado de 12 créditos ECTS. El Trabajo Fin de Grado se llevará a cabo en materias específicas o relacionadas con el itinerario que haya elegido el alumno y consistirá en un Proyecto o trabajo individual del estudiante, de naturaleza profesional o un trabajo de investigación en el que se sintetice e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas previas del Grado que se debe presentar y defender ante un tribunal.

5.1.6. Prácticas Externas

Las Prácticas en Empresa ponen al alumno en contacto con su futura actividad profesional y constituyen parte importante de su formación. Estas prácticas pueden considerarse una materia optativa de hasta 8 créditos. En todos los casos, estarán amparadas en el correspondiente convenio de colaboración entre la Universidad y la Empresa, de acuerdo a los programas de colaboración e intercambio académico vigentes en el Centro. Es un objetivo docente facilitar y fomentar prácticas en empresas bien seleccionadas y de alta calidad. En la actualidad existen una gran número de convenios entre la UPM y con un gran número de empresas y organismos públicos. En la lista que se adjunta a continuación, se enumeran algunas de las que mantienen convenio activo actualmente con la ETSIT o con el CTB.

Institución	Descripción de la colaboración	Duración	Naturaleza de la institución		¿Existe convenio?
			Nacional Extranjera	Pública Privada	
MRI – DT SA	Realización del proyecto estudio de la inducción de hipertermia en muestras biológicas mediante resonancia magnética nuclear del hidrógeno	enero – julio 2011	E	PRIV.	SI
ELEKTA INSTRUMENT AB	Promoción del uso clínico de la MEG a nivel internacional	Febrero 2008 – Febrero 2013	Extranjera	Privada	SI
GE HEALTHCARE	Desarrollo de tecnología para el diagnóstico precoz de la enfermedad de Alzheimer; 2) Investigación de dolor mediante MRI y estimulación somatosensorial controlada simultánea, basada en las patentes Nº P200803750 (internacional) y Nº P200803751; 3) Desarrollo de sistemas de captura simultánea de EEG y fMRI de bajo ruido; 4) Middleware para gestión de dispositivos implantados; 5) Elaboración de un mapa de riesgo cardiológico de España	Indefinida	Extranjera	Privada	Si (MOU)
INDRA S.A	Desarrollo de 1) sistemas para la gestión de pacientes crónicos; 2) aplicaciones de inteligencia artificial en la plataforma sanitaria INDRA; 3) biosensores; 4) sistemas de biometría; 5) sistemas y tecnología M2M; 6) integración de imagen médica cuantitativa	Indefinida	Nacional	Privada	En proceso
DEIMOS	Integración multimodal/multiescala de imágenes	Indefinida	Nacional	Privada	En proceso
HERSILL S.L	Sistemas TMS-transcranial de estimulación magnética	a definir	Nacional	Privada	En proceso
PNEUMA RESEARCH SL	Fabricación de dispositivos de estimulación magnética	1 año, pror.	Nacional	Privada	SI
PREMIER RESEARCH GROUP SL	Desarrollo del “Estudio exploratorio aleatorizado, controlado, doble ciego, multicéntrico y de grupos paralelos para evaluar el efecto de un alimento dietético con fines médicos sobre el magnetoencefalograma en pacientes con enfermedad de Alzheimer (EA) leve, un subestudio del estudio Souvenir II, protocolo Alz.1.C/D	1 año	Nacional	Privada	SI
CONSORCIO MADR.IB	Programa de Grupos de excelencia de la Comunidad de Madrid en Ingeniería Biomédica	4 años	Nacional	Pública	SI
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID	Creación del laboratorio de Neurociencia Cognitiva y Computacional	4 años	Nacional	Pública	SI
UNIVERSIDAD REY	Creación del Laboratorio de Neuroimagen y Creación del	4 años	Nacional	Pública	SI

JUAN CARLOS	Laboratorio de Redes Biológicas				
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	Colaboración en Bioelectromagnetismo en modelos celulares y animales	4 años	Nacional	Pública	SI
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA	Desarrollo de metodologías para el estudio de sincronización cerebral	4 años	Nacional	Pública	SI
UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES	Modelado de redes neuronales	4 años	Nacional	Pública	En trámite
UNIVERSIDAD DE SEVILLA	Modelado de Sistemas biomédicos	4 años	Nacional	Pública	SI
FUNDACIÓN INV. BIOMÉDICA HOSP. UNIV. RAMÓN Y CAJAL	Creación del laboratorio de Neurología Experimental y Computacional	4 años	Nacional	Pública	SI
EMP.PÚB. UNI. CENTRAL RADIODIAGNOSTICO	1) Servicios de postproceso de imagen. Imagen cuantitativa, constitución de bancos y protocolos; 2) Nuevos servicios en la red (GRID)	4 años	Nacional	Pública	En trámite
UNIV. CARLOS III	Bioteología, Imagen biomédica, Biomateriales y Nanomedicina	4 años	Nacional	Pública	SI
INSTITUTO DE SALUD CARLOS III	Creación de un Centro Mixto en Neurociencia Cognitiva	4 años	Nacional	Pública	SI
MIT, Massachusetts Institute of Technology	Programa de postgrado en Medical Imaging	4 años	Extranjera	Pública	SI
UNIVERSIDAD DE COLORADO	Creación de títulos Máster conjuntos en varias materias sobre traslational research	5 años	Extranjera	Pública	SI
NIH, National Institutes of Health	Creación de títulos Máster conjuntos en varias materias sobre traslational research	5 años	Extranjera	Pública	En proceso

Este tipo de convenios se incrementará en el ámbito de la Ingeniería Biomédica en un futuro inmediato. Al igual que sucede con el resto de título coordinados desde la ETSIT, y teniendo en cuenta el elevado número de convenios y la calidad de los mismos, todos los alumnos que lo deseen podrán realizar prácticas en empresa.

La regulación de las Prácticas en Empresa está recogida en el Procedimiento PR/ CL/2.2/002 (PR 08), incluido en el Sistema de Garantía de la Calidad, en el cual se describe detalladamente el desarrollo de las prácticas curriculares en empresa para los alumnos que tengan superados más del 50% de los créditos de la titulación y su reconocimiento académico.

5.1.7. Estancias en Centros Extranjeros

Durante el desarrollo de los estudios del Grado en Ingeniería Biomédica, los estudiantes pueden realizar estancias en Centros Extranjeros de acuerdo a los convenios de cooperación educativa suscritos entre la UPM y la Universidad de destino para realizar diferentes actividades académicas. Dichas estancias serán reguladas por la normativa vigente en la Universidad Politécnica de Madrid y, en su caso, por las condiciones específicas que se recojan en los convenios de movilidad que las amparan.

ALGUNO DE LOS CENTROS CON LOS QUE LA ETSI TELECOMUNICACIÓN MANTIENE ACUERDOS DE DOBLE TITULACIÓN O BILATERALES ESPECÍFICOS.

En la actualidad, la oferta de plazas para estancias en Centros extranjeros es de 140, en las siguientes universidades:

- o Austria: “Technische Universität Graz”, “University of Salzburg” y “Technische Universität Wien”.

- o *Bélgica: « ULB Université Libre de Bruxelles », “Katholieke Universiteit Leuven”, “Université de Liège” y “Université Catholique de Louvain”.*
- o *Suiza: « Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale » y « École Polytechnique Fédérale de Lausanne ».*
- o *Alemania : „RWTH-Aachen, Technische Universität Berlin”, “Rheinisch Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn”, “Technische Universität Braunschweig”, “Technische Universität Darmstadt”, “Friedrich-Alexander Universität”, “TUHH Technische Universität Hamburg-Harburg”, “Universität Kassel”, “Technischen Universität München”, “Universität des Saarlandes”, “Stuttgart Universität” y „Universität Ulm”.*
- o *Dinamarca: “Aalborg University” y “Technical University of Denmark”*
- o *Francia: « ENSEIRB », “Telecom Bretagne”, “ENSEA”, “Telecom Sud Paris”, “SUPELEC”, “INPG”, “Hautes Etudes Commerciales”, “Univ. des Sciences et Techn. de Lille”, “INSA Lyon”, “École de Mines de Nancy”, “Université de Nantes”, “École Polytechnique”, “ENSTA”, “École de Mines de Paris”, “Telecom ParisTech”, “SupAero”, “Ensica » y « Inst. Nat. Polytechnique de Toulouse”*
- o *Grecia: “University of Patras”*
- o *Italia: “Politecnico di Bari”, “Università degli Studi di Firenze”, “Politecnico di Milano”, “Università degli Studi di Padova”, “Università La Sapienza”, “Politecnico di Torino” y “Università degli Studi di Trento”.*
- o *Irlanda: “Univ. of Limerick”*
- o *Holanda: “VRIJE Universiteit Amsterdam”, “Technische Universiteit Delft” y “Technische Universiteit Eindhoven”.*
- o *Portugal: “Instituto Politécnico de Bragança”, “Instituto Superior Técnico de Lisboa” y “Instituto Politécnico do Porto”.*
- o *Polonia: “AGH University of Science and Technology”, “Cracow University of Technology” y “Warsaw University of Technology”*
- o *Rumanía: “Academia Tehnica Militara”*
- o *Suecia: “Jönköping University”, “Blekinge Institute of Technology”, “Linköping University”, “Luleå University of Technology”, “Lund Institute of Technology” y “KTH-Stocholm”*
- o *Finlandia: “Helsinki University of Technology”, “University of Oulu” y “Tampere University of Technology”*
- o *Eslovenia: “University of Ljubljana”.*
- o *Inglaterra: “King’s College, University of London” y “Queen Mary University of London”*
- o *Canadá: “École Polytechnique Montreal” y “University of North British Columbia”*
- o *México: “Universidad de Colima”, “Universidad Autónoma de Nuevo León”, “Instituto Politécnico Nacional (IPN)” y “Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)”*
- o *Brasil: “Universidade Federal Fluminense”, “Universidade Estadual de Campinas UNICAMP”, “Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)” y “Universidade de Sao Paulo (USP)”*
- o *Chile: “Universidad de Chile”, “Pontificia Universidad Católica de Chile (PUCCh)” y “Universidad Federico Santa María (UFCh)”*
- o *Colombia: “Pontificia Universidad Javeriana (PUJ)”*
- o *Panamá: “Universidad Tecnológica de Panamá”*
- o *Venezuela: “Universidad Simón Bolívar”*
- o *Argentina: “Instituto Tecnológico de Buenos Aires”*

- o Perú: “Pontificia Universidad Católica del Perú”
- o EE. UU.: “Virginia Tech” y “Illinois Institute of Technology”

A los anteriores se sumarán los que mantienen otros Centros participantes en la titulación y que pueden consultarse en el servidor web de la UPM

5.1.8. Permanencia

Serán de aplicación las Normas de permanencia aprobadas por la Universidad Politécnica de Madrid, publicadas en la dirección Web:

<http://www.upm.es/institucional/Estudiantes/NormativaLegislacion/NormasEspecificas/Grado>

5.1.9. Coordinación de las enseñanzas

Con el propósito de hacer labores de coordinación del plan de estudios, y tras consulta y acuerdo de la actual Comisión de Ordenación Académica, se establecen las siguientes comisiones:

- **Comisión mixta de Ordenación Académica (CMOA).** Esta Comisión, regulada por los estatutos de la UPM (http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Legislacion%20y%20Normativa/Normativa/Normativa%20Academica/Normativa_Planes_Estudio_Intercentros.pdf) , actuará de manera coordinada con el Programa Institucional de Calidad. Estará presidida por el Director o Vicedirector en quién delegue la Escuela a la que se adscribe el grado y estará compuesta por profesores y alumnos de acuerdo a la normativa vigente. Sus funciones serán, entre otras, las siguientes:
 - a. Informar la programación docente propuesta por los Departamentos y proponer a la Juntas de Escuela o Facultad la organización de la misma y la distribución de las evaluaciones y exámenes (por estatutos).
 - b. Organizar con los Departamentos, cuando así lo acuerden las Juntas de Escuela o Facultad, un sistema de tutela de la actividad académica de los estudiantes (por estatutos).
 - c. Valorar los posibles casos de solape de contenidos de disciplinas, o de vacíos en los requisitos de asignaturas posteriores (por estatutos).
 - d. Mediar en los conflictos derivados de la actividad docente en las Escuelas o Facultad (por estatutos).
 - e. Establecer los criterios de propuesta y supervivencia de las asignaturas optativas, para incluirlas en la programación docente anual.
 - f. Proponer la organización semestral de las asignaturas en función de los indicadores de resultados anuales y criterios de coordinación.

- g. Elaborar informes para la Comisión de Reconocimiento de Créditos de la UPM mencionada en el apartado 4.5 sobre el reconocimiento de créditos para estudiantes procedentes de otras titulaciones.*
 - h. Establecer criterios para el reconocimiento académico en créditos por la participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación, tal y como establece el RD 1393/2007, previa consulta a los representantes de asociaciones estudiantiles y delegación de alumnos.*
 - i. Establecer una normativa que permita la asistencia a las reuniones y actos de asociaciones estudiantiles, así como las labores de representación estudiantil, sin perjuicio académico de ningún tipo para los participantes.*
 - j. Establecer excepcionalmente cupos máximos de admisión en las asignaturas optativas.*
- **Comisión de coordinación horizontal.** Existirá una comisión de coordinación horizontal por semestre. Dichas comisiones estarán encargadas de realizar, entre otras, las siguientes funciones:
 - a. Realizar el seguimiento del desarrollo del semestre.*
 - b. Informar a la CMOA de las principales conclusiones extraídas de dicho seguimiento y dar las recomendaciones necesarias para corregir posibles desviaciones en el desarrollo del semestre respecto de lo planificado.*
 - c. Informar a la CMOA acerca de los posibles solapes entre asignaturas en términos de contenidos, y otros posibles problemas derivados de la planificación de las mismas (fechas de entregas o exámenes, lagunas de contenidos en secuencias de asignaturas, distribución de la carga de trabajo de los estudiantes razonablemente uniforme a lo largo del semestre y curso, etc.).*
 - d. Informar a la CMOA sobre el cumplimiento de la carga de trabajo asignada al alumno, en términos de ECTS y a nivel de actividad formativa.*
- **Comisiones de coordinación vertical.** Existirá una comisión de coordinación vertical por cada una de las materias de que consta el Plan de estudios. Dichas comisiones estarán encargadas de:
 - a. Realizar el seguimiento del desarrollo de cada una de las asignaturas que componen una determinada materia, velando para que se produzca la comunicación y la coordinación necesaria entre éstas, evitando huecos o repeticiones de contenidos.*
 - b. Informar a la CMOA de las principales conclusiones extraídas de dicho seguimiento y con las recomendaciones necesarias para corregir posibles desviaciones en el desarrollo del semestre respecto de lo planificado.*
- **Comisión de itinerario curricular.** Esta comisión estará encargada de:

a. *Elaborar la oferta de asignaturas optativas anual, a propuesta de los departamentos, para su elevación a la CMOA.*

- **Comisión de compensación curricular.** *Existirá una Comisión de compensación curricular responsable de compensar asignaturas por curso cuando sea un hecho fehaciente que alguna asignatura ha sobrepasado la carga de trabajo establecida (ECTS) para el alumno, y/o el currículo del alumno así lo demande.*

Los procedimientos que sea necesario desarrollar para asegurar el correcto funcionamiento de estas comisiones, así como su composición, formarán parte del Sistema Interno de Garantía de Calidad del Centro y deberán haber sido aprobados por junta con carácter previo a su aplicación.

5.1.10. La optatividad

Llegados a los últimos cursos, los estudiantes tienen ante sí un abanico de posibilidades respecto de su futuro inmediato: pueden querer completar su formación en el extranjero, u obtener su primera experiencia profesional en un prácticum; pueden querer especializarse o profundizar en una rama académica o sector profesional; pueden decidir optar por continuar su formación en algún máster profesional; o decantarse por una formación investigadora hacia el doctorado; etc. Por otro lado, unos centros con un potencial académico e investigador como el que tienen los que participan en este grado, poseen una gran capacidad de reacción a las demandas que puede establecer su entorno socioeconómico, entorno en continuo cambio, no solo tecnológico o de sus perfiles profesionales, sino además, en este preciso momento, normativo.

Como consecuencia, se ha considerado en este plan de estudios que la mejor manera de poder asegurar una oferta de formación actualizada, capaz de reaccionar rápidamente en respuesta a cualquier cambio tecnológico, profesional o formativo que se produzca, es ofertar una bloque de optatividad abierto, en continua actualización y revisión anual, incluyendo parámetros o criterios relativos a la demanda (o falta de ella) de la oferta de años anteriores por parte de los estudiantes. Esta oferta de optatividad se elaborara anualmente, como ya se ha indicado, por medio de la Comisión de Itinerario Curricular y, por tanto, en esta memoria no se especifican asignaturas concretas, que en el presente pueden ser pertinentes, pero que seguramente para cuando los estudiantes tengan que optar por ellas (a partir de tercer año) deban sufrir cambios.

5.2. Procedimientos para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida. Sistema de reconocimiento y acumulación de créditos ECTS.

Para la planificación y la gestión de las estancias de estudiantes propios y de acogida se tendrán en cuenta los procedimientos siguientes, definidos en el Sistema de Garantía Interno de la Calidad de la UPM:

- *PR09 - Proceso de Movilidad de los Alumnos del Centro que realizan Estudios en otras Universidades, nacionales o extranjeras*
- *PR10 – Proceso de Movilidad de los Alumnos que realizan Estudios en el Centro procedentes de otras Universidades.*

Además, la UPM ha elaborado mecanismos para orientar a los alumnos extranjeros de acogida. En concreto existe un guía accesible en su Web que incluye tanto datos sobre la UPM y sus procedimientos administrativos como otros datos de interés (trámites para la entrada en España, seguros médicos, alojamiento, etc). Esta “Guía UPM para estudiantes extranjeros” está disponible en varios idiomas y actualmente se puede consultar en <http://www.upm.es/alumnos/intercambios/quiaextranjeros.html>.

5.3. Descripción de los módulos o materias de enseñanzas-aprendizaje que constituyen la estructura del Plan de Estudios incluyendo el Trabajo Fin de Grado y las Prácticas Externas

5.3.1. Descripción de los métodos usados en módulos o materias

Las actividades formativas, metodologías del aprendizaje y sistemas de evaluación utilizadas para conseguir las Competencias Generales establecidas en el RD 1393/2007, se puede llevar a cabo de manera presencial (clases teóricas, prácticas, talleres, seminarios, tutorías, prácticas externas....) o semipresencial y trabajo autónomo que incluyen enseñanzas virtual (b-learning, e-learning) y plataformas virtuales (Aula Web, Moodle...).

Para impartir la docencia del Grado en Ingeniería Biomédica propuesto, se pueden utilizar las siguientes

Metodologías docentes:

Método expositivo/Lección magistral (LM): Método expositivo consistente en la presentación de un tema lógicamente estructurado con la finalidad de transmitir conocimientos y facilitar información organizada, siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida. Centrado fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio.

Resolución de ejercicios y problemas (RE): Consiste en el ejercicio, ensayo y puesta en práctica de los conocimientos adquiridos previamente. El alumno debe desarrollar e interpretar soluciones adecuadas a partir de la aplicación de rutinas, fórmulas o procedimientos para transformar la información propuesta inicialmente. Se suele usar como complemento a la lección magistral.

Aprendizaje basado en problemas o prácticas (ABP): Método de enseñanza-aprendizaje cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas.

Estudios de casos (EC): Adquisición de aprendizajes mediante el análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución.

Aprendizaje orientado a proyectos (AOP): Método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un

problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos.

Aprendizaje cooperativo (AC): Enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros, trabajando de forma cooperativa para alcanzar los objetivos de grupo propuestos

Aprendizaje a través del Aula Virtual (AV): Situación de enseñanza- aprendizaje en las que a través de las TIC como sistema de comunicación entre profesor-alumno, se desarrolla un plan de actividades formativas integradas dentro del curriculum.

Contrato de aprendizaje (CA): Es una modalidad de aprendizaje en la que el estudiante se responsabiliza de la organización de su trabajo y de la adquisición de las diferentes competencias según su propio ritmo

De acuerdo con las estrategias metodológicas anteriores, las distintas **Pruebas de Evaluación** contempladas que se pueden utilizar en el Grado propuesto para comprobar la adquisición de conocimientos y competencias en cada una de las materias o asignaturas, son las siguientes:

Carpetas de aprendizaje y/o portafolios: Conjunto documental elaborado por un estudiante que muestra la tarea realizada durante el curso en una materia determinada.

Elaboración de trabajos académicos: Desarrollo de un trabajo escrito que puede abarcar desde trabajos breves y sencillos, hasta trabajos amplios y complejos e incluso proyectos y memorias propios de últimos cursos.

Examen escrito (test, desarrollo y/o problemas):

Desarrollo o respuesta larga: Prueba escrita de tipo abierto o ensayo, en la que el alumno construye su respuesta con un tiempo limitado, pero sin apenas limitaciones de espacio.

Respuesta corta: Prueba escrita cerrada, en la que el alumno construye su respuesta con un tiempo limitado y con un espacio muy restringido.

Tipo test: Prueba escrita estructurada con diversas preguntas en las que el alumno no elabora la respuesta: sólo ha de señalar la correcta o completarla con elementos muy precisos (p.ej. rellenar huecos).

Ejercicios y problemas: Prueba consistente en el desarrollo e interpretación de soluciones adecuadas a partir de la aplicación de rutinas, fórmulas o procedimientos para transformar la información propuesta inicialmente.

Memorias e informes de prácticas: Trabajo estructurado cuya función es informar sobre los conocimientos y competencias adquiridos durante las prácticas y sobre los procedimientos seguidos para obtener los resultados. Puede tener desde formato libre a seguir un guión estructurado o incluso responder a un cuestionario prácticamente cerrado. Incluye la "memoria de prácticas externas"

Observación/ejecución de tareas y prácticas: Estrategia basada en la recogida sistemática de datos en el propio contexto de aprendizaje: ejecución de tareas, prácticas... Puede ser en base a cuestionarios y escalas de valoración, registro de incidentes, listas de verificación y/o rúbricas que

definan los niveles de dominio de la competencia, con sus respectivos indicadores (dimensiones o componentes de la competencia) y los descriptores de la ejecución (conductas observables).

Presentaciones orales y pósters: Exposición y/o defensa pública de trabajos individuales o en grupo para demostrar los resultados del trabajo realizado e interpretar sus propias experiencias.

Proyectos: Situaciones en las que el alumno debe explorar y trabajar un problema práctico aplicando e integrando conocimientos multidisciplinares.

Resolución de casos: Supone el análisis y la resolución de una situación profesional con el fin de realizar una conceptualización de experiencias y buscar soluciones eficaces.

Proyecto fin de Grado: Redacción de un proyecto consistente en un ejercicio de integración de los contenidos formativos recibidos y las competencias adquiridas en el grado. Exposición y defensa ante un tribunal.

El resumen de las metodologías propuestas anteriormente, está basado en el libro “Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias”. Mario de Miguel Díaz (Coordinador) Ed. Alianza Editorial 2006 y en documentos de la Universidad Jaume I.

5.3.2. Descripción detallada de los módulos o materias de enseñanzas-aprendizaje.

En las siguientes **fichas** aparecen descritas las materias y asignaturas que se imparten en el Grado en Ingeniería Biomédica, con indicación de las Competencias Generales y Específicas que se abordan en cada una de ellas, los requisitos previos que han de cumplirse para poder acceder a cada asignatura, las actividades formativas con su distribución en DECTS, metodología de la enseñanza y el aprendizaje, la relación entre ésta con cada una de las competencias que debe adquirir el estudiantes, las actuaciones dirigidas a la coordinación de las actividades formativas y los sistemas de evaluación dentro de cada materia, el sistema de evaluación de los resultados del aprendizaje, los sistemas de calificaciones y una breve descripción de los contenidos de cada asignatura.

Tabla de reparto de asignaturas por fichas de materias

Materias	ECTS	Asignatura	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Matemáticas	24	Matemáticas I (Álgebra)	x							
		Matemáticas II (Cálculo I)		x						
		Matemáticas III (Cálculo II)			x					
		Estadística		x						
Física	12	Física I	x							
		Física II		x						
Química	12	Química	x							
		Análisis instrumental			x					
Bioquímica	6	Bioquímica Estructural		x						
Biología	12	Biología	x							
		Biología Celular y Tisular		x						
Sistemas	10	Señales y Sistemas				x				
Computación	18	Fundamentos de Programación	x							

		Algoritmos y estructuras de datos					x			
		Arquitectura de computadores y SS.OO						x		
Electrónica para Biomedicina	12	Fundamentos de Electrónica			x					
		Sistemas electrónicos				x				
Dispositivos Biomédicos	18	Bioinstrumentación						x		
		Laboratorio de Bioinstrumentación							o	
		Desarrollo de dispositivos médicos								o
		Biosensores								o
Bases de datos	18	Minería de datos en Biomedicina								o
		Bases de datos						x		
		Bases de Datos y Sistemas de Salud Pública							o	
		NLP y recuperación de información								o
Biomecánica	16	Fundamentos de Biomecánica			x					
		Biomecánica de Medios Continuos				x				
		Laboratorio de Biomecánica								o
Biomateriales	14	Biomateriales						x		
		Laboratorio de materiales biológicos y biomateriales								o
		Ingeniería de tejidos								o
Fisiología	12	Fisiología de Sistemas				x				
		Fisiopatología humana					x			
Empresa	10	Economía y gestión de empresas			x					
		Ingeniería Clínica y Gestión de sistemas sanitarios								x
Uso profesional de la lengua inglesa	6	Uso profesional de la lengua inglesa				x				
Señales e imágenes biomédicas	44	Señales Biomédicas					x			
		Imágenes Biomédicas						x		
		Laboratorio de señales biomédicas								o
		Laboratorio de imágenes biomédicas								o
		Tratamiento digital de Imágenes biomédicas								o
		Imágenes Biomédicas avanzadas I								o
		Imágenes Biomédicas avanzadas II								o
		Simulación y Planificación Quirúrgica								o
		Ingeniería Neurosensorial								o

		<i>Biofotónica</i>								<i>o</i>
<i>Redes de comunicaciones</i>	6	<i>Redes de Comunicaciones</i>					x			
<i>Métodos Numéricos</i>	10	<i>Modelos numéricos en Biomedicina</i>					x			
		<i>Modelado y simulación dinámica aplicada a la Biomedicina</i>							<i>o</i>	
<i>Gestión de Información biomédica</i>	20	<i>Historia clínica, terminologías y estándares</i>								<i>o</i>
		<i>Sistemas de información Biomédica</i>							<i>o</i>	
		<i>e-Health</i>								<i>o</i>
		<i>Tecnologías WEB en Biomedicina</i>							<i>o</i>	
		<i>Tecnologías sistemas personales sanitarios</i>								<i>o</i>
<i>Interfaces</i>	4	<i>Interfaces hombre-máquina</i>							<i>o</i>	
<i>Telemedicina</i>	16	<i>Telemedicina</i>								<i>o</i>
		<i>Laboratorio de Telemedicina</i>								<i>o</i>
		<i>Redes y Servicios</i>							<i>o</i>	
		<i>Tecnologías asistivas</i>								<i>o</i>
<i>Ayuda a la Decisión</i>	4	<i>Sistemas de Ayuda a la Decisión Médica</i>								<i>o</i>
<i>Bioinformática</i>	4	<i>Bioinformática</i>							<i>o</i>	

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA <i>Ayuda a la decisión</i>	MÓDULO: OPTATIVO
	4 ECTS
	CARÁCTER: OPTATIVO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Asignatura única que se imparte en el itinerario de bioinformática en octavo semestre</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE24. Comprender, utilizar y diseñar sistemas de ayuda a la gestión de la información biomédica y a la toma de decisiones médicas. CE26. Conocer las redes de comunicaciones y su uso en los sistemas de gestión intra e interhospitalaria CE31. Conocer los principales problemas bioéticos relacionados con el desarrollo de la Ingeniería Biomédica CE43. Capacidad de análisis e interpretación de señales e imágenes biomédicas. Competencias generales: CG1. Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. CG2. Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos. CG3. Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones. CG5. Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box” CG6. Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación u definición de dichos problemas 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. 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.

CG12. Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo.

CG13. Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinares y multiculturales.

CG17. Tener un comportamiento ético y profesional en todos los aspectos relacionados con el respeto por el medio ambiente y con el bienestar social, para utilizar de forma equilibrada las tecnologías en busca de una economía social y medioambientalmente sostenible.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- *Conoce los fundamentos de la inteligencia artificial, las técnicas más habituales para la representación del conocimiento y sabe analizar cuál es la técnica más adecuada dado un tipo de conocimiento concreto*
- *Conoce las fases de evaluación y comprende la importancia del proceso para conseguir la aceptación de los usuarios.*
- *Comprende la aportación de los sistemas de ayuda al diagnóstico y de gestión del conocimiento en medicina y que conozca algunas aplicaciones concretas en el campo médico*

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
<i>Sistemas de ayuda a la decisión médica</i>	<i>Medical decision making tools</i>	<i>4</i>	<i>OP</i>	<i>8º</i>

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	1,1	LM
Clases prácticas de laboratorio	0,3	ABP
Seminarios	0,2	LM
Tutorías	0,1	
Estudio y trabajo autónomo individual	1,8	ED
Estudio y trabajo en grupo	0,4	AC, EC
Evaluación	0,1	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Sistemas de ayuda a la decisión médica: Introducción a los sistemas de ayuda a la decisión. Introducción a la Inteligencia Artificial. Sistemas expertos. Razonamiento basado en casos. Modelos cognitivos de conocimiento médico. Modelos basados en la teoría de la utilidad. Toma de decisiones médicas. Protocolos y guías de práctica clínica. Medicina basada en la evidencia.

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA	MÓDULOS: OBLIGATORIO Y OPTATIVO
BASES DE DATOS	18 ECTS
	CARÁCTER: MIXTO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Cuatro asignaturas, una en el sexto semestre, es decir, en la segunda mitad de tercero, común y el resto en octavo semestre, al final de cuarto, como parte del itinerario de Informática Biomédica.</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA COMPETENCIAS Competencias específicas: CE19. Capacidad para escribir programas utilizando los recursos de programación más habituales y aplicarlos a problemas de ingeniería. CE20. Conocer y comprender los fundamentos de la informática, los principios de la arquitectura de computadores y manejar los sistemas operativos más comunes. CE23. Capacidad para conocer, utilizar y diseñar sistemas de información y comunicaciones en sanidad y biomedicina CE24. Comprender, utilizar y diseñar sistemas de ayuda a la gestión de la información biomédica y a la toma de decisiones médicas. CE27. Conocer los sistemas actuales y saber diseñar sistemas de consulta médica a través de redes de comunicaciones Competencias generales: CG2. Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos. CG3. Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones. CG5. Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box” CG11. Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa. 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 RESULTADOS DEL APRENDIZAJE	

- *Fundamentos informáticos de bases de datos. Ejemplos.*
- *Modelos clásicos y semánticos de integración y recuperación de información de datos.*
- *Modelos de ensayos clínicos.*
- *Bases de datos de genes, proteínas y enfermedades.*
- *Biobancos.*
- *Ontologías biomédicas para recuperación de información. Lenguajes de representación. XML.*
- *Minería de datos y descubrimiento de conocimiento en bases de datos clínicas y genómicas*
- *Sistemas de información geográfica (GIS).*
- *Conocimiento adecuado del concepto de empresa, su organización y gestión.*
- *Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de las bases de datos, que permitan su adecuado uso, y el diseño y el análisis e implementación de aplicaciones basadas en ellos.*
- *Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de los sistemas inteligentes y su aplicación práctica.*
- *Aptitud para aplicar los conocimientos sobre estadística y optimización.*
- *Procesos generales que se llevan a cabo normalmente en proyectos de consultoría relacionados con la minería de datos, de acuerdo con modelos internacionalmente aceptados como CRISP-DM, y que incluyen desde la comprensión y preparación de las fuentes de datos hasta la republicación de los datos resultantes de la aplicación de distintas técnicas.*
- *Visión sistemática de distintos métodos y técnicas de reconocimiento de patrones supervisados y no supervisados, mostrándose varios casos prácticos de aplicación en diferentes dominios (informática, biomedicina, bioinformática y neurociencia).*

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Bases de datos	Databases	6	OB	6º
Minería de datos en Biomedicina	Data mining in Biomedicine	4	OP	8º
Bases de datos y sistemas de salud pública	Databases and Health Care System	4	OP	7º
NLP y recuperación de información	NLP and Information Retrieval	4	OP	8º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS
Minería de datos en Biomedicina	Fundamentos de Programación, Bases de Datos, Algoritmos y Estructuras de Datos
Bases de datos y Sistemas de Salud Pública	Fundamentos de Programación, Bases de Datos, Algoritmos y Estructuras de Datos
NLP y recuperación de Información	Fundamentos de Programación, Bases de Datos, Algoritmos y Estructuras de Datos

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	2	LM
Clase de problemas	1,1	RE, EC
Clases prácticas de laboratorio	1,3	ABP
Seminarios	0,4	LM
Tutorías	0,2	
Estudio y trabajo autónomo individual	3,8	ED
Estudio y trabajo en grupo	1	AC, EC
Evaluación	0,2	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y

defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Bases de Datos: Arquitectura cliente-servidor. Modelo relacional, normalización y diseño de esquemas. Lenguaje de consulta SQL. Sistemas Gestores de Bases de Datos. Desarrollo práctico en MySQL. Integración de datos heterogéneos. Bases de datos distribuidas.

Minería de datos en Biomedicina. Proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos biomédicas. Preprocesamiento. Clasificación supervisada. Métodos de evaluación. Vecinos más cercanos. Clasificadores Bayesianos. Regresión logística. Árboles de clasificación. Inducción de reglas. Redes de neuronas. Selección de variables. Metaclasificadores. Clasificación multi-etiqueta. Clasificación no supervisada. Clustering jerárquico. Clustering particional. Clustering probabilístico. Desarrollo práctico en WEKA.

NLP y recuperación de información. Procesamiento de lenguaje natural. Modelos de recuperación de información. Desarrollo práctico en LUCENE. Sistemas de bibliotecas médicas. Minería de textos. Crawlers. Motores de búsqueda.

Bases de Datos y Sistemas de Salud Pública. Recolección de datos biomédicos. Bases de datos y sistemas de almacenamiento. Enfoques de integración de datos biomédicos. Información de vigilancia sanitaria y epidemiológica. Aplicaciones de información de salud pública. Sistemas de Información Geográfica. Sistemas de e-learning para la formación clínica

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA <i>Dispositivos biomédicos</i>	MÓDULOS: OBLIGATORIO Y OPTATIVO
	18 ECTS
	CARÁCTER: MIXTO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Cuatro asignaturas: una obligatoria en tercero y tres optativas de itinerario en cuarto.</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE38. Conocer los principios y las técnicas de medida de las magnitudes más relevantes en Ingeniería Biomédica. CE39. Saber utilizar sensores y actuadores, acondicionamiento y sistemas de adquisición de señales biomédica para la evaluación y diseño de dispositivos y sistemas biomédicos de monitorización, diagnóstico y terapia CE40. Conocer los principales tipos de dispositivos terapéuticos empleados en ingeniería biomédica. CE41. Conocer las metodologías de desarrollo de dispositivos. Competencias generales: CG1. Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. 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. CG5. Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box” CG6. Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación u definición de dichos problemas 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.	

CG11. *Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.*
CG12. *Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo.*
CG13. *Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinarios y multiculturales.*
CG15. *Transmitir la información adquirida, las ideas, los problemas y las soluciones de forma oral y escrita en castellano e inglés.*

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- *Conocer los principios generales de la instrumentación electrónica,*
- *Conocer de la electrónica necesaria para el diseño, construcción y manejo de instrumentos electrónicos. Entre estos conocimientos se incluyen tanto las técnicas de circuitería analógicas y digitales convencionales en instrumentación como las asociadas al ruido y a su tratamiento.*
- *Dominar la medida de magnitudes físicas y químicas reales, en especial aquellas de especial relevancia en bioingeniería, para lo cual se presentan los principios generales de los sensores y transductores, se estudian los más comunes y se describen brevemente los sistemas de instrumentación asociados.*
- *Conocer las técnicas de control de instrumentos mediante ordenador y algunos sistemas y aparatos comunes en instrumentación.*
- *Tener contacto con los biosensores emergentes y en las tecnologías en que se basan. No es objetivo del programa cubrir exhaustivamente todo el campo sino colocar a los alumnos en disposición de poder profundizar en los aspectos que les puedan interesar, razón de ser de los trabajo en grupo de la asignatura.*
- *Conocer los principales tipos de dispositivos médicos.*
- *Conocer los principales campos de aplicación de dispositivos médicos en ingeniería biomédica (soluciones diagnósticas, terapéuticas y de apoyo).*
- *Conocer las ventajas de las metodologías estructuradas de diseño y desarrollo.*
- *Capacidad para diseñar dispositivos médicos para resolver problemas concretos.*
- *Capacidad para seleccionar los materiales más adecuados para dichos dispositivos.*
- *Conocer las principales tecnologías de diseño, ingeniería y fabricación CAD-CAE-CAM que apoyan al desarrollo de dispositivos médicos.*
- *Conocer las principales tecnologías de rapid prototyping que apoyan al desarrollo de dispositivos médicos.*

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Bioinstrumentación	Bioinstrumentation	6	OB	6º
Desarrollo de dispositivos médicos	Development of medical devices	4	OP	8º
Laboratorio de	Bioinstrumentation	4	OP	7º

Bioinstrumentación	Laboratory			
Biosensores	Biosensors	4	OP	8º
REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA				
ASIGNATURA		REQUISITOS		
ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE				
ACTIVIDAD FORMATIVA		ECTS	MÉTODOS DOCENTES	
Clases teóricas		4	LM	
Clase de problemas		2	RE, EC	
Clases prácticas de laboratorio		4,1	ABP	
Seminarios		0,7	LM	
Tutorías		0,4		
Estudio y trabajo autónomo individual		4,1	ED	
Estudio y trabajo en grupo		1,3	AC, EC	
Evaluación		0,4	EC/EF	
ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA				
La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.				
SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES				
La evaluación se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.				

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Bioinstrumentación. *Parámetros característicos y de calidad de bioinstrumentos y biosensores. Circuitos para acondicionamiento de señales biomédicas. Ruido: caracterización y tratamiento. Transductores básicos para instrumentación biomédica: electrodos, transductores mecánicos, térmicos, ópticos y químicos. Aplicaciones a la captura de señales biomédicas por subsistemas fisiológicos. Equipos biomédicos: tipos, normativa, seguridad. Escenarios de utilización de bioinstrumentación.*

Biosensores. *Tipos de biosensores, y sistemas basados en biosensores. Se describen biosensores electroquímicos (ISFET, electrodos), ópticos, termoelectrónicos, resonadores piezoeléctricos. Se fundamenta lo anterior mediante un repaso de las tecnologías que permiten realizar aquellos tipos como micro y nanosistemas, pasando después a la implementación como microsistemas (MEMS) y los modos de uso apropiados para ellos: sustratos enzimáticos (metabolitos), inhibitorio, immunoquímico (afinidad), basados en nucleótidos. También se estudian sistemas basados en redes de sensores inteligentes aplicados a la medida de parámetros fisiológicos.*

Laboratorio de Bioinstrumentación. *Se sigue un procedimiento de “case learning” en el que se propondrán varios proyectos de construcción de sistemas instrumentales para medicina. Desde el diseño y construcción de los sensores en casos sencillos, hasta la integración de bloques funcionales de electrónica y el desarrollo de aplicaciones con entornos de programación adecuados a biomedicina, los alumnos tendrán que lograr construir equipos médicos sencillos pero funcionales. Se tendrán en cuenta especialmente la elaboración de documentación adecuada que incluirá consideraciones sobre los procesos de homologación necesarios.*

Desarrollo de dispositivos médicos.- *La industria de los dispositivos médicos, las necesidades médicas, metodologías de diseño, tecnologías de diseño, selección de materiales, tecnologías de fabricación, calidad, ergonomía, seguridad y normativa, Directiva 93/42/EEC, Directiva 90/385/EEC, Directiva 98/79/EC. Presentación de casos de estudio.*

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA BIOINFORMÁTICA	MÓDULO OPTATIVO
	4 ECTS
	CARÁCTER Optativa
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS Materia compuesta por una asignatura impartida en el 7º semestre.	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE12. Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biomédicas y bibliográficos. CE21. Conocer, comprender y utilizar herramientas informáticas para la resolución de problemas matemáticos y de simulación de sistemas. CE22. Saber desarrollar algoritmos para la resolución de problemas informáticos en Ingeniería Biomédica. CE23. Capacidad para conocer, utilizar y diseñar sistemas de información y comunicaciones en sanidad y biomedicina CE24. Comprender, utilizar y diseñar sistemas de ayuda a la gestión de la información biomédica y a la toma de decisiones médicas. Competencias generales: CG01.- Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. CG02.- Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos. CG03.- Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones. CG05.- Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar preparado para “to think out the box”. CG09.- Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales. CG10.- Formular, diseñar y elaborar proyectos siendo capaz de 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. CG12.- Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo. CG13.- Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinarios y multiculturales. CG14.- Reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, económica, científica o ético.	

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

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- Representar datos y realizar representaciones derivadas de los mismos.
- Saber aplicar herramientas básicas del análisis numérico para la resolución de problemas informáticos en ingeniería biomédica.
- Conocer los principios de la adquisición de imágenes y de otras señales en el contexto biomédico y las causas de su degradación.
- Conocer los fundamentos de los métodos de mejora y aprovechamiento de esas señales y saber aplicar los métodos elementales mediante herramientas informáticas.
- Conocer los fundamentos de los principales métodos de tratamiento de secuencias biológicas y saber aplicarlos mediante herramientas informáticas.

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
BIOINFORMÁTICA	Bioinformatics	4	OP	7º Semestre

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS
BIOINFORMÁTICA	Fundamentos de programación

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	LM
Clases de problemas	
Clase prácticas	ABP
Seminarios	LM
Tutorías	
Estudio y trabajo autónomo individual	
Estudio y trabajo en grupo	AC, EC
Evaluación	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación de todas las asignaturas que forman la materia se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

BIOINFORMÁTICA: Introducción a la Biología Computacional. Manejo de archivos y bases de datos en Bioinformática. Manejo de programas de análisis de secuencias. Búsquedas por homología de secuencia y alineamiento múltiple. Manejo de bases de datos secundarias. Búsqueda de motivos en secuencias. Predicción de características 1D y 2D en proteínas. Manejo de programas de reconstrucción filogenética. Otros programas relevantes en bioinformática.

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA BIOLOGÍA	MÓDULOS BÁSICO Y OBLIGATORIO
	12 ECTS
	CARÁCTER: MIXTO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Materia compuesta por dos asignaturas programadas en el 1º y 2º semestre, tal y como se recoge en la tabla de asignaturas</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE13. Comprender y aplicar las principales técnicas de muestreo y utilizar las pruebas estadísticas elementales para el control de experimentos CE47. Conocer los niveles jerarquizados de complejidad biológica: Desde las moléculas hasta organismos más complejos. CE48. Conocer los tipos celulares y sus mecanismos principales, así como su impacto en la formación de tejidos Competencias generales: CG1. Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. 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. CG5. Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box” 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. 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. CG12. Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión	

crítica en el ámbito del trabajo en equipo.

CG14. Reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, económica, científica o ética.

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

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- Conocer las relaciones entre los distintos niveles de organización de los seres vivos.
- Conocer la estructura y todos aquellos aspectos relacionados con la biología de los animales y de las plantas y su papel dentro de la cadena trófica.
- Conocer y relacionar la estructura y la función de los distintos tipos de células en su contexto fisiológico.
- Demostrar comprensión detallada de la función de cada uno de los orgánulos que forman parte de las células.
- Conocer el significado del ciclo celular y su regulación.
- Conocer y saber identificar los principales tipos de tejidos animales y vegetales.
- Conocer los diferentes protocolos aplicados al estudio celular.
- Saber utilizar un microscopio óptico para observar preparaciones.
- Adquirir la destreza necesaria en la preparación de muestras macroscópicas y preparaciones anatómicas microscópicas de animales y vegetales.
- Conocer los componentes celulares y saber identificarlos mediante microscopía.
- Saber relacionar los aspectos moleculares más relevantes de la estructura de las macromoléculas con sus propiedades biológicas.
- Comprender los fundamentos de la organización del material hereditario a nivel molecular, de su transmisión y expresión, tanto en organismos procarióticos y eucarióticos.
- Comprender los mecanismos de control en el flujo de información desde el ADN hasta las proteínas.
- Familiarizarse y reconocer los niveles de organización de los talófitos, briófitos, cormófitos, protozoos y metazoos utilizados en Ingeniería Biomédica.
- Reconocer directamente o de forma gráfica diferentes especies y ciclos biológicos de organismos utilizados en Ingeniería Biomédica.
- Expresar comprensión de los mecanismos evolutivos.
- Conocer las relaciones de los organismos entre ellos y con el medio.
- Conocer el origen, análisis y mantenimiento de la biodiversidad.
- Saber utilizar el método científico.

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
BIOLOGÍA	Biology	6	BÁSICA	1ºSemestre
BIOLOGIA CELULAR Y TISULAR	Celular and tissular biology	6	OB	2º Semestre

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	3,3	LM
Clase de problemas	1	RE, EC
Clases prácticas de laboratorio	0,8	ABP
Seminarios	0,5	LM
Tutorías	0,2	
Estudio y trabajo autónomo individual	5,5	ED
Estudio y trabajo en grupo	1,3	AC, EC
Evaluación	0,4	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación de todas las asignaturas que forman la materia se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad

de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

BIOLOGÍA: *La estructura celular. Procariotas y eucariotas. Genética mendeliana. Evolución de los organismos. Biodiversidad. Caracteres generales del Reino Animal. La filogenia. Clasificación, taxonomía, sistemática. Morfología funcional de los animales. Diversidad y clasificación de los vegetales. Taxonomía. Principales filos vegetales. Morfología funcional de los vegetales.*

BIOLOGÍA CELULAR Y TISULAR: *La célula como unidad. Membranas. Citoesqueleto. Pared celular. Movimientos celulares. Señalización intercelular. Tráfico de vesículas. Tipos de orgánulos celulares. El núcleo. Ciclo celular. Mitosis y meiosis. Fecundación y desarrollo embrionario. Envejecimiento celular. Apoptosis. Histología animal y vegetal.*

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA	MÓDULOS: OBLIGATORIO Y OPTATIVO
BIOMATERIALES	14 ECTS
	CARÁCTER: MIXTO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Tres asignaturas que se imparten en el sexto, común y séptimo y octavo semestre, una obligatoria común y dos obligatorias del itinerario en Biomateriales y Biomecánica</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE16. <i>Saber escoger y aplicar un material a partir de sus propiedades y comportamiento eléctrico, magnético, mecánico y químico.</i> CE44. <i>Conocer las principales propiedades y comportamiento mecánico de los tejidos y sistemas fisiológicos animales, especialmente humanos.</i> CE45. <i>Saber analizar y diseñar equipos de apoyo a o sustitución de tejidos fisiológicos</i> CE46. <i>Conocer las principales técnicas de caracterización de propiedades mecánicas de tejidos y órganos.</i> CE51. <i>Conoce y es capaz de idear sistemas de experimentación para medir las propiedades físico-químicas intrínsecas de los materiales biológicos de origen humano</i> Competencias generales: CG1. <i>Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.</i> CG2. <i>Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos.</i> CG4. <i>Trabajar de forma adecuada en un laboratorio incluyendo un registro anotado de las actividades y seguridad, manipulación y eliminación de residuos químicos o biológicos.</i> CG7. <i>Ser capaz de utilizar el método científico.</i> CG8. <i>Entender, aplicar, adaptar y desarrollar herramientas, técnicas y protocolos de experimentación con rigor metodológico comprendiendo las limitaciones que tiene la aproximación experimental.</i> CG9. <i>Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales.</i> CG11. <i>Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.</i> CG12. <i>Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo.</i> CG13. <i>Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinarios y multiculturales.</i> CG14. <i>Reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión</i>	

sobre temas relevantes de índole social, económica, científica o ética.

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

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- Conocer los materiales biológicos y los biomateriales utilizados en los implantes y los dispositivos médicos, sabiendo en cada caso cuáles son las propiedades relevantes para su aplicación en el cuerpo humano.
- Conocer y comprender los procesos de obtención y procesado de las distintas familias de biomateriales.
- Entender, asimilar y manejar los conceptos básicos que describen el comportamiento químico, mecánico y biológico de los biomateriales en su interacción con el medio humano. Conocer y saber relacionar dicho comportamiento con la estructura del material y su jerarquización a diferentes escalas atómico, molecular y macroscópico.
- Conocer los principios de funcionamiento y organizativos de los tejidos y del material celular. Comprender los mecanismos de señalización y su influencia en el desarrollo tisular.
- Conocer y saber aplicar las técnicas de construcción de nuevos tejidos "in vitro" e "in vivo" utilizando cultivos celulares y soportes biocompatibles.
- Conocer las aplicaciones más relevantes de la ingeniería tisular en seres humanos
- Conocer y saber aplicar las técnicas de caracterización in vitro de materiales biológicos y biomateriales.
- Conocer las teorías más relevantes de degradación y corrosión química y biológica de los biomateriales.

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Biomateriales	Biomaterials	6	OB	6º
Laboratorio de materiales biológicos y biomateriales	Biological materials and biomaterials Laboratory	4	OP	8º
Ingeniería de tejidos	Biological tissue Engineering	4	OP	7º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	3	LM
Clase de problemas	1,5	ER, EC
Clases prácticas de laboratorio	1,8	ABP
Seminarios	1,8	LM
Tutorías	0,3	
Estudio y trabajo autónomo individual	4,6	ED
Estudio y trabajo en grupo	0,7	AC, EC
Evaluación	0,3	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación de todas las asignaturas que forman la materia se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Biomateriales: Estructura de los materiales. Diagramas de fases y transformaciones. Defectos. Solicitaciones de los materiales biológicos y biomateriales. Tipos de Materiales Biológicos.

Tejidos y órganos. Técnicas de caracterización de los materiales biológicos. Biomateriales metálicos, cerámicos y poliméricos. Biomateriales compuestos y biológicos. Técnicas de caracterización de los biomateriales. Procesos biológicos implicados en la biocompatibilidad. Ingeniería regenerativa. Degradación de Biomateriales.

Laboratorio de materiales biológicos y biomateriales: *Caracterización in vitro de tejidos blandos. Caracterización in vitro de tejidos duros. Caracterización de fibras biológicas. Caracterización de biomateriales.*

Ingeniería de tejidos: *Estructura celular y tisular. Crecimiento celular, diferenciación, migración y agregación. Matriz extracelular. Señalización. Regulación química. Regulación mecánica. Caracterización celular y tisular. Matrices para ingeniería de tejidos. Propiedades. Cultivos. Manipulación genética. Aplicaciones e implementación clínica. Tejido vascular. Piel. Hueso. Cartílago.*

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA Biomecánica	MÓDULOS: OBLIGATORIO Y OPTATIVO
	16 ECTS
	CARÁCTER: MIXTO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Tres asignaturas, dos comunes en tercer y cuarto semestres, y otra del itinerario de Biomateriales y Biomecánica, en octavo semestre</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: 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. CE44. Conocer las principales propiedades y comportamiento mecánico de los tejidos y sistemas fisiológicos animales, especialmente humanos. CE45. Saber analizar y diseñar equipos de apoyo a o sustitución de tejidos fisiológicos Competencias generales: CG1. Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. 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. 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

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- Capacidad para analizar y reducir las cargas aplicadas sobre un sistema biomecánico.
- Conocimiento de la cinemática y la cinética de los mecanismos y estructuras de los sistemas del cuerpo humano
- Conocimiento de los fundamentos de la mecánica de los sólidos reales
- Comportamiento mecánico de los materiales biológicos
- Conocimientos de bioestructuras, biomecanismos y del motor de los biomecanismos
- Capacidad para evaluar el comportamiento cinemático de una articulación, el comportamiento resistente de una articulación y el comportamiento resistente de los tejidos humanos.
- 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.

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Fundamentos de Biomecánica	Principles of Biomechanics	6	OB	3º
Biomecánica de Medios Continuos	Continuous Media Biomechanics	6	OB	4º
Laboratorio de biomecánica	Biomechanics Laboratory	4	OP	8º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	5	LM
Clase de problemas	1,5	ER, EC
Clases prácticas de laboratorio	5	ABP
Seminarios	1,2	LM
Tutorías	0,6	
Estudio y trabajo autónomo individual	2,2	ED
Estudio y trabajo en grupo	1,6	AC, EC
Evaluación	0,4	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Fundamentos de Biomecánica: Concepto de sólido rígido: sistemas de fuerzas y grados de libertad. Tipos de restricciones y uniones. Centro de Masas. Cinemática del sólido rígido (velocidades, aceleraciones, rotaciones finitas). Equilibrio y estabilidad. Análisis de estructuras isostáticas. Dinámica de sólidos rígidos. El cuerpo humano como un sistema de Sólidos Rígidos articulados entre sí. Aplicaciones a la determinación de esfuerzos en el cuerpo. Aplicaciones al estudio del movimiento del cuerpo.

Biomecánica de medios continuos: Concepto de medio continuo. Tensiones. Ecuaciones de equilibrio. Cinemática: movimiento y medidas de la deformación. Elasticidad lineal: ley de Hooke generalizada. Termoelasticidad. Principios variacionales y teoremas energéticos.

Aplicaciones en elasticidad bidimensional. Leyes de balance y conservación: masa, momento, energía. Descripciones Lagrangianas y Eulerianas. Viscoelasticidad. Plasticidad. Fluidos Newtonianos: ecuaciones de Navier-Stokes. Aplicación al estudio de tensiones y deformaciones en tejidos biológicos. Aplicaciones en hemodinámica.

Laboratorio de Biomecánica: Metodología del Análisis biomecánico. Sistemas de captura del movimiento 3D. Plataformas dinamométricas. Electromiografía. Parámetros Inerciales Corporales. Análisis de la Marcha. Técnicas experimentales de análisis de tensiones y deformaciones. Estudio preclínico de implantes.

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA BIOQUÍMICA	MÓDULOS: OBLIGATORIO
	6 ECTS
	CARÁCTER: OB
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Una asignatura situada en segundo semestre</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE9. Comprender la estructura de la materia a nivel atómico, su naturaleza cuantificada y las interacciones atómicas, moleculares, de la materia con la luz y la naturaleza propiedades de la radiactividad. CE17. Conocer los principales grupos funcionales orgánicos y sus isomerías, sus reacciones típicas, compuestos inorgánicos y sus reacciones típicas, así como saber resolver casos de síntesis química sencillos, incluyendo las técnicas experimentales básicas. Competencias generales: CG1. Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. 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. 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	

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- Conocer la composición y las características de las moléculas que integran los seres vivos.
- Capacidad para comprender los fundamentos de los procesos químicos que tienen lugar en los seres vivos, en particular en los seres humanos.
- Adquirir experiencia de laboratorio para el manejo de las técnicas bioquímicas básicas a utilizar en el desarrollo de su trabajo profesional.
- Conocer las características estructurales y funcionales de macromoléculas
- Conocer las bases estructurales y termodinámicas de la bioenergética celular y del transporte a través de membranas
- Conocer las bases estructurales de las interacciones moleculares (proteína-proteína, proteína-ácidos nucleicos, proteína-ligando).
- Conocer la diversidad de actividades metabólicas presentes en los microorganismos, su importancia medioambiental
- Conocer de forma global las conexiones entre los distintos componentes de la red metabólica, su regulación y algunos ejemplos de su manipulación dirigida para la mejora de procesos de interés
- Conocer los fundamentos de las respuestas de los microorganismos a condiciones de estrés y algunas de las adaptaciones de los organismos a ambientes extremos, junto con ejemplos de aplicaciones biotecnológicas

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Bioquímica estructural	Structural Biochemistry	6	OB	2º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	2,3	LM
Clase de problemas	1	RE, EC
Clases prácticas de laboratorio	0,9	ABP
Seminarios	0,6	LM
Tutorías	0,3	
Estudio y trabajo autónomo individual	5,4	ED
Estudio y trabajo en grupo	1,2	AC, EC
Evaluación	0,3	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Bioquímica Estructural: Bases de la Bioquímica. Evolución bioquímica. Ionización del agua, ácidos y bases débiles. Sistemas tampón. Los aminoácidos. La estructura tridimensional de las proteínas. La función de las proteínas. Enzimas: concepto y cinética. Actividad catalítica. Enzimas reguladores. Carbohidratos y glucobiología. Nucleótidos y ácidos nucleicos. Estructura de los genes y de los cromosomas. Replicación del material genético. El flujo de la información genética: síntesis de RNA y síntesis de proteínas.
Lípidos. Membranas biológicas y transporte. Bioseñalización

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA Computación	MÓDULOS: BÁSICO Y OBLIGATORIO
	18 ECTS
	CARÁCTER: MIXTO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Tres asignaturas, la primera en primer semestre de primero y las otras dos en tercero, semestres quinto y sexto.</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE19. Capacidad para escribir programas utilizando los recursos de programación más habituales y aplicarlos a problemas de ingeniería. CE20. Conocer y comprender los fundamentos de la informática, los principios de la arquitectura de computadores y manejar los sistemas operativos más comunes. CE21. Conocer, comprender y utilizar herramientas informáticas para la resolución de problemas matemáticos y de simulación de sistemas. CE22. Saber desarrollar algoritmos para la resolución de problemas informáticos en Ingeniería Biomédica. Competencias generales: CG1. Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. CG3. Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones. CG5. Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box” CG6. Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación u definición de dichos problemas CG11. Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa. CG12. Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo. 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

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- *Solucionar problemas mediante la programación de ordenadores.*
- *Plantear la solución a un problema desde el punto de vista de la programación: diseño o elección de las estructuras de datos y de los algoritmos apropiados.*
- *Estructurar la solución mediante el uso de los principios básicos de reducción de complejidad: abstracción y jerarquización.*
- *Saber realizar la solución, expresándola mediante un lenguaje concreto de programación.*
- *Entender los principios estructurales, funcionales y procesales de los ordenadores en el nivel de máquina convencional (arquitecturas, modos de direccionamiento, ejecución de programas, interrupciones, etc.), de modo que el alumno sea consciente de los procesos que se desencadenan en ese nivel al compilarse y ejecutarse los programas que conoce de la asignatura y el laboratorio de programación.*
- *Conocer las ideas esenciales del nivel de microarquitectura: implementaciones cableadas y microprogramadas, encadenamiento (pipelining), memoria oculta (cache), influencia sobre las prestaciones, etc.*
- *Conocer la necesidad del nivel de máquina operativa, que recubre los anteriores, proporcionando abstracciones de utilización sencilla por el programador, además de facilitar la transportabilidad de programas, la compartición de recursos, la protección, etc.*
- *Conocer el sistema de gestión de memoria*
- *Conocer varios sistemas operativos como UNIX y su lenguaje de programación, C.*

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Fundamentos de Programación	Programming Principles	6	BÁSICA	1º
Algoritmos y estructuras de datos	Algorithms and data structures	6	OB	5º
Arquitectura de computadores y Sistemas Operativos	Computer Architecture and Operating Systems	6	OB	6º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	5	LM
Clases prácticas de laboratorio	1,3	ABP
Seminarios	0,9	LM
Tutorías	0,5	
Estudio y trabajo autónomo individual	8	ED
Estudio y trabajo en grupo	1,8	AC, EC
Evaluación	0,5	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Fundamentos de Programación: Introducción a la arquitectura de computadores. Algoritmos, tipos de datos, operadores, expresiones y variables. Estructuras básicas de programación: asignaciones, secuencias, condicionales, iteraciones y recursión. Funciones y procedimientos.

Desarrollo práctico en JAVA. Introducción a bases de datos y al modelo relacional.

Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos: *Introducción a la lógica. Arquitectura de computadores. Entrada y salida de datos. Unidad de Control. Unidad de Procesamiento. Introducción a los sistemas operativos. Gestión de procesos. Gestión de memoria. Scripting. Sistemas de ficheros. Almacenamiento masivo.*

Algoritmos y Estructuras de Datos: *Estructuras dinámicas de datos: pilas, colas, listas enlazadas, árboles y grafos. Algoritmos de búsqueda, ordenación y caminos óptimos. Desarrollo práctico en JAVA.*

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA REDES DE COMUNICACIONES	MÓDULOS: OBLIGATORIO
	6 ECTS
	CARÁCTER: OBLIGATORIO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS Quinto semestre (primer semestre de tercer curso)	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA COMPETENCIAS Competencias específicas: CE23. Capacidad para conocer, utilizar y diseñar sistemas de información y comunicaciones en sanidad y biomedicina CE25. Conocer los principales sistemas de comunicaciones por cable e inalámbricos CE26. Conocer las redes de comunicaciones y su uso en los sistemas de gestión intra e interhospitalaria Competencias generales: CG1. Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. CG2. Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos. CG3. Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones. CG11. Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa. CG12. Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo. 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 RESULTADOS DEL APRENDIZAJE - Conocer los fundamentos de las tecnologías de transmisión de señales: la propagación radioeléctrica y luminosa por distintos canales. - Conocer los conceptos de modulación de señal, sus tipos principales y sus características, de compresión y encriptación para comunicaciones seguras. Estándares - Dominar los modelos de sistemas de comunicación estandarizados: OSI, internet, en cuanto	

a estructura y función de sus distintos componentes. Conocer los principios básicos y arquitecturas de redes y servicios de comunicación. Modelos de referencia de las comunicaciones, arquitecturas de protocolos, funciones de una red, multiplexación y conmutación. Conocer las principales arquitecturas de redes y servicios de comunicación: la red telefónica, redes móviles, redes públicas de datos, etc.				
ASIGNATURAS DE QUE CONSTA				
ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Redes de comunicaciones	Communication Networks	6	OB	5º
REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA				
ASIGNATURA	REQUISITOS			
ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE				
ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES		
Clases teóricas	1,2	LM		
Clases de problemas	0,4	RE, EC		
Clases prácticas de laboratorio	0,5	ABP		
Seminarios	0,3	LM		
Tutorías	0,1			
Estudio y trabajo autónomo individual	2,7	ED		
Estudio y trabajo en grupo	0,6	AC, EC		
Evaluación	0,2	EC/EF		

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Redes de Comunicaciones: *Conceptos generales: tipos de redes (LAN, MAN, WAN), tecnologías de transmisión (punto-punto, difusión); servicios orientados y no-orientados a conexión; ancho de banda y velocidad de transferencia. Modelo de referencia OSI. Comparativa del modelo de referencia y las redes existentes. Estándares y protocolos de comunicación. Diseño de redes de comunicaciones en el hospital. Dispositivos hardware. Redes de sensores.*

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA ELECTRÓNICA PARA BIOMEDICINA	MÓDULOS: BÁSICO Y OBLIGATORIO
	12 ECTS
	CARÁCTER: MIXTO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS Dos asignaturas obligatorias una en tercer y otra en cuarto semestre	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA COMPETENCIAS Competencias específicas: CE21. Conocer, comprender y utilizar herramientas informáticas para la resolución de problemas matemáticos y de simulación de sistemas. CE36. Comprender y saber calcular diferentes aspectos de los circuitos electrónicos analógicos y del comportamiento analógico de circuitos digitales dados. CE37. Capacidad para ser capaz de utilizar herramientas informáticas de cálculo y diseño de circuitos. Competencias generales: CG1. Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. 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. 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. CG15. Transmitir la información adquirida, las ideas, los problemas y las soluciones de forma oral y escrita en castellano e inglés. RESULTADOS DEL APRENDIZAJE • Comprende los fundamentos teóricos de las medidas eléctricas, conocimiento de los equipos de medida y puede realizar medidas eléctricas en la práctica. • Conoce los componentes electrónicos pasivos y activos (electrónicos y fotónicos) • Conoce la teoría de circuitos y sabe calcular la evolución temporal (continua, sinusoidal y no sinusoidal) y en frecuencia de redes pasivas y basadas en amplificadores operaciones.	

- Sabe analizar y diseñar circuitos electrónicos analógicos lineales y no lineales con amplificadores operacionales y transistores.
- Comprende de la estructura interna de amplificadores operacionales, su uso y sus limitaciones a partir de las características de dispositivos reales comerciales.
- Comprende la realimentación en circuitos y la aparición de oscilación.
- Sabe utilizar herramientas de cálculo y diseño de circuitos.
- Identifica las aplicaciones y funciones de la electrónica analógica en la Ingeniería Biomédica
- Conoce los componentes básicos de los circuitos digitales y sus características analógicas
- Sabe diseñar y verificar circuitos digitales sencillos sin microprocesador
- Comprende la estructura y funcionamiento básico de un microprocesador y reconoce microcontroladores, DSPs y FPGAs como los dispositivos programables más útiles en electrónica.
- Comprende el funcionamiento de los sistemas digitales basados en microprocesador
- Conoce las técnicas de conexión de periféricos básicos, diseña sus circuitos y programa drivers de bajo nivel.
- Comprende los subsistemas básicos de los sistemas de acondicionamiento y procesamiento digital más comunes en equipos biomédicos, tanto de diagnosis como de terapia.
- Sabe diseñar sistemas electromédicos sencillos mediante bloques funcionales dados.
- Sabe diseñar fuentes de alimentación de baja potencia.

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Fundamentos de electrónica	Principles of Electronics	6	BÁSICA	3º
Sistemas electrónicos	Electronic Systems	6	OB	4º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	3	LM
Clase de problemas	1,4	RE, EC
Clases prácticas de laboratorio	1	ABP
Seminarios	0,4	LM
Tutorías	0,4	
Estudio y trabajo autónomo individual	4,4	ED
Estudio y trabajo en grupo	1	AC, EC
Evaluación	0,4	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Fundamentos de Electrónica: Teoría de circuitos: evolución temporal y en frecuencia de redes inactivas y basadas en amplificadores operaciones. Amplificación. Filtros. Realimentación. Dispositivos activos. Fuentes de alimentación. Familias de dispositivos lógicos. Operadores lógicos. Registros y memorias. Diseño de circuitos lógicos. Microprocesadores. Drivers de línea. Dispositivos especiales. Introducción a los sistemas digitales.

Sistemas Electrónicos: Circuitos especiales basados en amplificadores operacionales (filtros activos, etapas de salida de amplificadores, etc), convertidores DA y AD, tarjetas de captura de datos, etapas de entrada y salida de circuitos digitales. Sistemas digitales basados en microprocesadores, interfaces, memorias, procesadores de señal, FPGAs. Sistemás eléctricos de baja y media tensión: redes y transformación. Características de motores eléctricos.

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA FÍSICA	MÓDULO BÁSICO
	12 ECTS
	CARÁCTER BÁSICO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Materia compuesta por dos asignaturas, una del 1º semestre y otra del semestre 2º</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: 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. CE8. Comprender y resolver problemas de electrostática, magnetostática y electromagnetismo en la Ingeniería Biomédica CE9. Comprender la estructura de la materia a nivel atómico, su naturaleza cuantificada y las interacciones atómicas, moleculares, de la materia con la luz y la naturaleza propiedades de la radiactividad. CE10. Comprender y saber aplicar la interrelación y las equivalencias entre sistemas mecánicos, hidráulicos, térmicos y eléctricos. CE11. Calcular y representar gráficamente los parámetros más relevantes de un experimento utilizando funciones matemáticas. Competencias generales: CG1. Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. CG4. Trabajar de forma adecuada en un laboratorio incluyendo un registro anotado de las actividades y seguridad, manipulación y eliminación de residuos CG5. Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box” 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.

CG11. Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.

CG14. Reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, económica, científica o ética.

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

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- *Demostrar dominio en el uso de las magnitudes vectoriales como herramienta necesaria para abordar la Mecánica*
- *Conocer, analizar y manejar los sistemas de vectores deslizantes*
- *Conocer, comprender y dominar los conceptos y principios básicos de la cinemática del punto material y del sólido rígido*
- *Conocer, comprender y dominar los conceptos y principios básicos de la Dinámica del punto material*
- *Adquirir los conocimientos y técnicas necesarias para identificar y resolver problemas de dinámica del punto material.*
- *Conocer, comprender y dominar los conceptos y principios básicos de la Dinámica de sistemas*
- *Adquirir los conocimientos y técnicas necesarias para identificar y resolver problemas de dinámica de sistemas.*
- *Realizar un estudio cinemático, dinámico y energético del movimiento armónico simple (mas). Plantear y resolver las ecuaciones diferenciales del mas y del péndulo simple*
- *Ser capaz de comprender y analizar el equilibrio de un punto material y de un sólido rígido.*
- *Conocer, comprender y analizar el concepto de centro de gravedad de un sistema material.*
- *Conocer, comprender y analizar el concepto de momento de inercia de un sistema material respecto a un punto, un eje y un plano.*
- *Conocer, aplicar y analizar los conceptos y leyes que rigen el comportamiento de fluidos en reposo y en movimiento*
- *Conocer aplicar y analizar los conceptos, leyes y principios de la termodinámica*

- Conocer y analizar los ciclos termodinámicos reversibles seguidos por un gas perfecto
- Comprender y analizar el segundo y tercer principio de la termodinámica
- Adquirir los conocimientos y técnicas necesarias para resolver y analizar problemas de termodinámica
- Conocer y dominar las leyes que rigen la electrostática
- Conocer y dominar las leyes que rigen la electrocinética
- Adquirir los conocimientos y técnicas necesarias para identificar y resolver problemas de electricidad

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
FÍSICA I	Physics	6	BÁSICA	1º
FÍSICA II	Physics II	6	BÁSICA	2º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS CON SU DISTRIBUCIÓN EN ECTS, METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	3,2	LM
Clases de problemas	0,8	RE, EC
Clase prácticas de laboratorio	0,8	ABP
Seminarios	0,3	LM
Tutorías	0,3	
Estudio y trabajo autónomo individual	5,2	
Estudio y trabajo en grupo	1	AC, EC
Evaluación	0,4	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical

establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación de todas las asignaturas que forman la materia se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Física I: Dimensiones y unidades. Is. Cinemática y dinámica de la partícula. Energía y principio de conservación. Principios de mecánica. Introducción al electromagnetismo. Óptica. Principios de física nuclear. Introducción a la física cuántica

Física II (Ampliación de Física): Campos electromagnéticos. Propagación de ondas. Mecánica del sólido rígido. Piezoelectricidad. Mecánica de fluidos. Física del átomo. Física de la materia condensada. Termodinámica de Sistemas y cambios de fase, fases superficiales, conducción de calor y difusión.

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA FISIOLOGÍA	MÓDULOS: OBLIGATORIO
	12 ECTS
	CARÁCTER: OBLIGATORIO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Dos asignaturas entre final de segundo curso (4º semestre) y principio de tercero (5º semestre)</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE12 <i>Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biomédicas y bibliográficos.</i> CE43 <i>Capacidad de análisis e interpretación de señales e imágenes biomédicas.</i> CE49 <i>Conocer los sistemas fisiológicos y órganos humanos tanto a nivel estructural como funcional y sus patologías más relevantes.</i> CE52 <i>Comprender el funcionamiento de los diferentes órganos y sistemas del cuerpo humano y la regulación de sus funciones para el mantenimiento de la homeostasis.</i> CE53 <i>Conocer y comprender las modificaciones fisiológicas y morfológicas que los procesos patológicos más relevantes ocasionan en el organismo humano.</i> CE54 <i>Aplicar de manera fundamentada, crítica y argumentada los principios fisiológicos para contribuir al desarrollo tecnológico en el ámbito de la salud.</i> Competencias generales: CG1 <i>Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.</i> CG2 <i>Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos.</i> CG5 <i>Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box”</i> CG6 <i>Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación o definición de dichos problemas.</i> CG11 <i>Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.</i> CG12 <i>Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo.</i> CG13 <i>Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinarios y multiculturales.</i>	
RESULTADOS DEL APRENDIZAJE • <i>Conocimientos básicos sobre el funcionamiento e interacción de los diferentes sistemas característicos de la fisiología humana.</i>	

- Identificar las funciones de los distintos sistemas fisiológicos y los mecanismos biológicos que permiten el mantenimiento de la homeostasis.
- Reconocer y distinguir los distintos órganos y aparatos del cuerpo humano para su identificación mediante distintos sistemas de imagen.
- Poder, en sus trabajos como tecnólogos, tener una participación creativa en el análisis de los problemas biomédicos planteados. Única forma de evitar, como dicta la experiencia, que en buena parte de los trabajos multidisciplinares terminen en resultados escasamente útiles, necesarios o válidos.
- Proporcionar a los alumnos los conocimientos imprescindibles de las alteraciones funcionales de los diferentes sistemas y aparatos más relevantes y de sus fundamentos para la mejor comprensión y profundización de las tecnologías como uno de los objetivos básicos del Ingeniero Biomédico. Desarrollo básico en el conocimiento de las alteraciones funcionales patológicas de cada uno de los sistemas estudiados. Descripción de casos.
- Conocimiento de las consecuencias funcionales y morfológicas de la acción de los patógenos sobre la homeostasis.
- Adquirir terminología propia de ciencias de la salud.

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Fisiología de sistemas	Systems Physiology	6	OB	4º
Fisiopatología Humanas	Human Physiopathology	6	OB	5º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	3,2	LM
Clases prácticas de laboratorio	0,9	ABP
Seminarios	0,6	LM

Tutorías	0,3	
Estudio y trabajo autónomo individual	5,4	ED
Estudio y trabajo en grupo	1,3	AC, EC
Evaluación	0,3	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Fisiología de sistemas: Medio interno: Regulación y homeostasis. Semiología. Sistema cardiocirculatorio. Sistema respiratorio. Sistema renal. Sistema digestivo. Sistema nervioso. Fisiología sensorial. Sistema motor. Sistema reproductor. Sistema inmunológico. Regulación endocrina.

Fisiopatología humana: Respuesta orgánica general; Reparación tisular; Fisiopatología de la piel; Fisiopatología de las enfermedades producidas por seres vivos; Fisiopatología sanguínea; Fisiopatología del sistema inmune; Fisiopatología cardiovascular; Fisiopatología respiratoria; Fisiopatología renal; Fisiopatología del Aparato Digestivo; Fisiopatología del sistema nervioso; Fisiopatología endocrina; Fisiopatología de la audición; Fisiopatología de la visión; Fisiopatología del Aparato Locomotor; Fisiopatología del cáncer; Síndrome Metabólico

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA	MÓDULOS: OBLIGATORIO
EMPRESA	10 ECTS
	CARÁCTER: OBLIGATORIO

DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS

Dos asignaturas obligatorias, una en el cuarto semestre y la otra en el séptimo semestre

COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA

COMPETENCIAS

Competencias específicas:

- CE28. *Saber dar explicaciones relativas a la ciencia económica.*
- CE29. *Habilidades en la organización de empresa y de equipos para la realización de proyectos utilizando los procedimientos y herramientas de gestión actuales.*
- CE30. *Conocer las bases y fundamentos de la estructura, marco institucional y jurídico, organización y gestión empresarial, en particular de empresas biomédicas.*
- CE31. *Conocer los principales problemas bioéticos relacionados con el desarrollo de la Ingeniería Biomédica.*
- CE32. *Conocer los distintos tipos de empresas biomédicas, su gestión y su importancia económica así como los diferentes métodos y técnicas de apoyo existentes.*
- CE33. *Analizar la viabilidad técnica, socio-económica y de impacto ambiental y en la sostenibilidad de proyectos biomédicos.*
- CE34. *Saber organizar los servicios de ingeniería clínica en los centros sanitarios, especialmente el mantenimiento y la adquisición de equipos y sistemas biomédicos y la gestión de la seguridad hospitalaria.*
- CE35. *Conocer los principales mecanismos y ayudas para la creación de empresas, especialmente las basadas en I+D+i en Ingeniería Biomédica.*

Competencias generales:

- CG1. *Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.*
- CG5. *Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box”*
- CG6. *Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación u definición de dichos problemas*
- CG9. *Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales.*
- 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.*
- CG12. *Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo.*
- CG13. *Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinarios y multiculturales.*
- CG14. *Reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, económica, científica o ética.*

CG15. *Transmitir la información adquirida, las ideas, los problemas y las soluciones de forma oral y escrita en castellano e inglés.*
CG17. *Tener un comportamiento ético y profesional en todos los aspectos relacionados con el respeto por el medio ambiente y con el bienestar social, para utilizar de forma equilibrada las tecnologías en busca de una economía social y medioambientalmente sostenible.*
CG18. *Estar motivado para el emprendimiento para la constitución de nuevas empresas basadas en la I+D+i.*
CG19. *Organización y planificación*

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- *Identifica el comportamiento de los agentes económicos*
- *Explica los efectos de la información en los comportamientos de los agentes económicos*
- *Conoce el concepto de empresa, marco institucional y jurídico - de la empresa*
- *Clasifica las formas jurídicas en cuyo seno se realiza la actividad empresarial*
- *Define las partes y funciones de la empresa*
- *Organiza funcionalmente las actividades de la empresa*
- *Diferencia entre las diversas estructuras organizativas empresariales*
- *Identifica el capital humano en la empresa*
- *Identifica la función de comercialización de la empresa*
- *Evalúa económicamente proyectos de inversión*
- *Identifica las fuentes de financiación de la empresa*
- *Analiza la empresa desde el punto de vista económico y financiero*
- *Tiene nociones claras sobre la evaluación de proyectos desde el punto de vista económico, medioambiental o de seguridad e higiene en el trabajo.*
- *Reconoce el proceso estratégico como herramienta de competitividad*
- *Analiza las fuerzas competitivas que condicionan el entorno y futuro competitivo de la empresa*
- *Conoce el entorno de trabajo del ingeniero clínico y adquieren las habilidades técnicas que se les demanda en él.*
- *Desarrolla actitudes adecuadas al trato personal con profesionales sanitarios y pacientes, y a las condiciones únicas de dichos entornos sanitarios.*
- *Comprende la importancia de la seguridad en comunicaciones médicas como componente fundamental en el futuro de integración de servicios hospitalarios y telemédicos.*

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Economía y gestión de empresas	Economy and business administration	6	OB	3º
Ingeniería Clínica y	Clinical Engineering and	4	OB	7º

gestión de sistemas sanitarios *health systems administration*

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	2,5	LM
Clases de problemas	1	RE, EC
Clases prácticas de laboratorio	0,3	ABP
Seminarios	0,6	LM
Tutorías	0,2	
Estudio y trabajo autónomo individual	4,2	ED
Estudio y trabajo en grupo	1	AC, EC
Evaluación	0,2	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Economía y Gestión de Empresas: Conceptos generales de Economía de la empresa. Procesos

de dirección de la empresa. Gestión de marketing. Gestión de recursos humanos. Gestión económico-financiera: Balance y Cuenta de resultados; Análisis financiero. Financiación y autofinanciación; Financiación y autofinanciación; Análisis y selección de inversiones; Costes. Estudio del sector empresarial biomédico español e internacional.

Ingeniería Clínica y de Gestión: *Infraestructuras de los servicios hospitalarios. Introducción a los sistemas de Información Hospitalaria. Gestión de la tecnología y procesos de adquisición. Gestión del mantenimiento de equipos hospitalarios. Seguridad eléctrica. Interferencias electromagnéticas. Gestión de la provisión de servicios. Gestión de riesgos Seguridad laboral. Regulación de los dispositivos médicos.*

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA <i>GESTIÓN DE INFORMACIÓN BIOMÉDICA</i>	MÓDULOS: OPTATIVO
	20 ECTS
	CARÁCTER: OPTATIVO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Materia compuesta por 5 asignaturas programadas en el 7º y 8º semestre, tal y como se recoge en la tabla de asignaturas</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE12. <i>Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biomédicas y bibliográficos.</i> CE23. <i>Capacidad para conocer, utilizar y diseñar sistemas de información y comunicaciones en sanidad y biomedicina</i> CE24. <i>Comprender, utilizar y diseñar sistemas de ayuda a la gestión de la información biomédica y a la toma de decisiones médicas.</i> CE26. <i>Conocer las redes de comunicaciones y su uso en los sistemas de gestión intra e interhospitalaria</i> CE27. <i>Conocer los sistemas actuales y saber diseñar sistemas de consulta médica a través de redes de comunicaciones</i> Competencias generales: CG1. <i>Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.</i> CG2. <i>Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos.</i> CG5. <i>Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box”</i> CG6. <i>Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación u definición de dichos problemas</i> CG10. <i>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</i> CG15. <i>Transmitir la información adquirida, las ideas, los problemas y las soluciones de</i>	

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

CG17. Tener un comportamiento ético y profesional en todos los aspectos relacionados con el respeto por el medio ambiente y con el bienestar social, para utilizar de forma equilibrada las tecnologías en busca de una economía social y medioambientalmente sostenible.

CG18. Estar motivado para el emprendimiento para la constitución de nuevas empresas basadas en la I+D+i.

CG19. Organización y planificación

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- *Conocer las necesidades de manejo de datos, información y conocimiento en medicina*
- *Conocer las diferencias existentes en la idea de “información” entre la medicina y otras disciplinas, y sus implicaciones*
- *Conocer el concepto de “historia clínica” y las diferencias entre su almacenamiento en papel y digital*
- *Conocer las características principales de la historia clínica electrónica*
- *Conocer las ventajas de utilización de información estructurada vs no estructurada para el almacenamiento de información médica*
- *Conocer los usos clínicos, en investigación y legales de la historia clínica electrónica*
- *Conocer los tipos de terminologías y codificación utilizados en la historia clínica electrónica*
- *Conocer el concepto de ontologías, principales ejemplos y su uso para la estructuración, intercambio y reutilización del conocimiento biomédico en el marco de la Web semántica*
- *Conocer las principales terminologías médicas y el Unified Medical Language System (UMLS) como integrador de terminologías*
- *Conocer las necesidades de seguridad, confidencialidad y privacidad de los datos médicos de pacientes*
- *Conocer las principales Bases de datos biológicas y -ómicas y los sistemas de información asociados*
- *Conocer los problemas para lograr la interoperabilidad e integración de información médica y facilitar su uso clínico universal*
- *Conocer los sistemas de información radiológica*
- *Conocer los fundamentos de los sistemas de salud pública y vigilancia epidemiológica*
- *Conocer las aplicaciones clínicas de los sistemas de información geográfica*
- *Conocer técnicas de recuperación inteligente de información y su aplicación biomédica*

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Historias clínicas, terminologías y estándares	Health Records, Terminologies and Standards	4	OP	8º
Sistemas de información biomédica	Biomedical Information Systems	4	OP	7º
e-Health	e-Health	4	OP	8º
Tecnologías WEB en Biomedicina	Web technologies in biomedicine	4	OP	7º
Tecnologías sistemas personales sanitarios	Technologies for health personal systems	4	OP	8º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS
Historias clínicas, terminologías y estándares	Fundamentos de Programación, Bases de Datos, Algoritmos y Estructuras de Datos
Sistemas de información biomédica	Fundamentos de Programación, Bases de Datos, Algoritmos y Estructuras de Datos
Historias clínicas, terminologías y estándares	Fundamentos de Programación, Bases de Datos, Algoritmos y Estructuras de Datos
Sistemas de información biomédica	Fundamentos de Programación, Bases de Datos, Algoritmos y Estructuras de Datos
e-Health	Fundamentos de Programación, Bases de Datos, Algoritmos y Estructuras de Datos
Tecnologías Web en Biomedicina	Fundamentos de Programación, Bases de Datos, Algoritmos y Estructuras de Datos

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	1,8	LM
Seminarios	0,8	LM
Tutorías	0,5	
Estudio y trabajo autónomo individual	3,0	ED
Estudio y trabajo en grupo	1,5	AC, EC
Evaluación	0,4	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación de todas las asignaturas que forman la materia se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de trabajos prácticos de desarrollo, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Historias clínicas, terminologías y estándares: Representación del conocimiento. Ontologías. Diseño de bases de datos médicas. Organismos e iniciativas de estandarización. Interoperabilidad de estándares de intercambio de información en medicina: HL7, OpenEHR, EN13606. Seguridad de acceso a los datos médicos. Normativa de protección de datos. Vocabularios biomédicos: SNOMED, ICD, Gene Ontology.

Sistemas de información biomédica: Introducción a los sistemas de Información. Bases de datos -ómicas. Biobancos. RIS-PACS: Sistemas de Información Radiológica. Sistemas de salud pública: regionales e internacionales. Sistemas de vigilancia epidemiológica. Sistemas de información geográfica.

e-Health

Gestión del conocimiento, sistemas de información sanitaria, salud móvil, relación de la telemedicina con sistemas personalizados, entornos colaborativos en entornos clínicos. Consumer health informatics: costes sanitarios, relación médico-enfermo, privacidad de la información, relación industria-hospitales-pacientes, nuevos sistemas de negocio dentro de la atención personalizada, intercambio de información entre sistemas personales e institucionales (nacionales e internacionales).

Tecnologías WEB en Biomedicina

Lenguajes y estándares de programación web. Web colaborativa-participativa en biomedicina. Sistemas Gestores de Contenidos: Wikis, Blogs, Foros, Canales de noticias. Mashups y datos enlazados. Desarrollo práctico en PHP y MySQL. Tecnologías avanzadas de procesamiento y almacenamiento remoto: Computación en la Nube – GRID.

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA

Uso profesional de la lengua Inglesa

MÓDULOS: BASICO

6 ECTS

CARÁCTER: BASICA

DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS

Situada en segundo curso (cuarto semestre)

COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA

COMPETENCIAS

Competencias específicas:

CE50. Capacidad de comprender y expresarse de forma oral y escrita en inglés a nivel profesional científico-técnico.

Competencias generales:

CG13. Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinarios y multiculturales.

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

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- *Conocer el Inglés para Fines Específicos, es decir, nos servimos de temas del mundo de la ciencia y la tecnología, en especial lo relacionado con las ingeniería biomédica.*
- *Gran interés por los aspectos que atañen a nuestra sociedad tecnológica actual, tales como las cuestiones de tipo ético, sociológico y político relacionadas con el mundo de la ciencia y la tecnología.*
- *Capacidad para la redacción y debate de estos temas*
- *Especial capacidad para la práctica de la comprensión lectora y expresión escrita, aunque, al ser éste un curso de inmersión, también se practican en él la comprensión y expresión oral en inglés del alumno.*
- *En particular:*
 - *Que el alumno sea capaz de entender el contenido principal de textos y artículos científicos que entrañen un nivel razonable de dificultad en inglés, así como de las conferencias, debates o coloquios sobre aquéllos en general, o sobre ingeniería biomédica.*
 - *Que el alumno llegue a ser un lector confiado de textos con un nivel razonable de especialización. Que esté seguro de su propia capacidad de comprensión -que no de intuición- al enfrentarse a las dificultades discursivas de un texto científico-técnico en lengua inglesa.*
 - *Que pueda llegar a leer en inglés a una velocidad normal lo más próxima posible a la velocidad con la que lee en su propia lengua.*
 - *Que el alumno sea capaz de tomar notas y resumir oralmente o por escrito en inglés, el contenido principal de textos, artículos, conferencias, debates y coloquios*
 - *Que el alumno, a medida que va siendo consciente de las convenciones que rigen el inglés escrito, sea capaz de transferirlas a su propia producción lingüística, redactando así textos claros y sencillos en inglés científico-técnico.*
 - *Que el alumno sea capaz de formular preguntas y pedir información o explicación*

de aquellos puntos que no entienda en conferencias y debates sobre el mundo de la ingeniería biomédica, o sobre de la ciencia y la tecnología en general.

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Uso profesional de la lengua inglesa	Professional use of the English Language	6	BÁSICA	4º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	1,4	LM
Clases prácticas de laboratorio	0,4	ABP
Seminarios	0,6	LM
Tutorías	0,2	
Estudio y trabajo autónomo individual	2,7	ED
Estudio y trabajo en grupo	0,6	AC, EC
Evaluación	0,1	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización

de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Uso profesional de la Lengua Inglesa: Utilización del inglés en el ámbito profesional. Vocabulario profesional y científicotécnico del idioma inglés. Gramática inglesa. Comprensión e interpretación de textos científico-técnicos en inglés. Escritura de textos técnicos y científicos en inglés. El curriculum vitae en inglés. Expresión oral en inglés.

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA MATEMÁTICAS	MÓDULO BÁSICO y OBLIGATORIO
	24 ECTS
	CARÁCTER MIXTO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS Materia compuesta por una secuencia de 3 asignaturas programadas entre el 1º y el 3º semestre, tal y como se recoge en la tabla de asignaturas	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE1. 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. CE2. Saber utilizar la estadística para resolver problemas de ingeniería y establecer modelos probabilísticos. CE3. Comprender y saber aplicar al cálculo numérico la discretización de modelos continuos. Competencias generales: CG7. Ser capaz de utilizar el método científico. CG9. Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales. CG11. Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.	
RESULTADOS DEL APRENDIZAJE - Saber utilizar correctamente los sistemas de unidades y valorar adecuadamente los resultados obtenidos en cualquier experimento a partir del análisis de sus errores. - Reconocer la importancia del razonamiento abstracto y la necesidad de trasladar los problemas de ingeniería a formulaciones matemáticas. - Comprender las ventajas y el alcance del lenguaje matemático en la descripción de los	

problemas de las técnicas.

- *Conocer las propiedades del álgebra de Boole y obtener las formas canónicas de expresiones booleanas.*
- *Conocer y comprender la estructura y propiedades de los espacios vectoriales.*
- *Saber representar las aplicaciones entre espacios vectoriales y manejar con fluidez el cálculo matricial.*
- *Adquirir destreza en el cálculo y manejo de funciones reales de una o varias variables reales.*
- *Ser capaz de localizar los puntos óptimos de una función.*
- *Saber trabajar con funciones definidas por series y analizar su convergencia.*
- *Adquirir técnicas de parametrización de curvas y superficies.*
- *Aprender el significado de los operadores vectoriales y su interpretación física.*
- *Aplicar los teoremas integrales a problemas de ingeniería.*
- *Resolución de problemas de álgebra lineal, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y métodos numéricos.*
- *Formular problemas de ingeniería mediante modelos de ecuaciones diferenciales o en derivadas parciales y saber obtener su solución.*
- *Poseer conocimientos para obtener cualitativamente la información de un modelo diferencial.*
- *Comprensión de los fundamentos del análisis de errores.*
- *Habilidades para transformar supuestos prácticos experimentales en problemas matemáticos resolubles.*
- *Representación gráfica de datos de mediciones experimentales con y sin herramientas informáticas.*
- *Manejo avanzado de las principales herramientas informáticas en problemas de álgebra lineal, cálculo y métodos numéricos.*
- *Exposición y defensa oral de los resultados de prácticas y proyectos*
- *Habilidades técnicas para la producción y el análisis de datos cualitativos y cuantitativos.*
- *Conocimientos de las técnicas de muestreo y de trabajo de campo.*
- *Saber elegir las técnicas estadísticas pertinentes en cada momento y ponerlas en práctica mediante el uso de herramientas informáticas.*
- *Saber ajustar correctamente los datos de mediciones experimentales por regresión lineal y no lineal con herramientas informáticas.*

- Representar datos y realizar representaciones derivadas de los mismos.
- Conocer y aplicar métodos numéricos para obtener soluciones aproximadas de problemas matemáticos.

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
MATEMÁTICAS I	Mathematics I	6	BÁSICA	1º Semestre
MATEMÁTICAS II	Mathematics II	6	BÁSICA	2º Semestre
MATEMÁTICAS III	Mathematics III	6	OB	3º Semestre
ESTADÍSTICA	Statistics	6	BÁSICA	2º Semestre

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS CON SU DISTRIBUCIÓN EN ECTS, METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

Actividad formativa	ECTS	Métodos docentes
Clases teóricas	4,4	LM
Clases de problemas	4	ABP
Clase prácticas de laboratorio	1	LM
Seminarios	1,2	
Tutorías	4	ED
Estudio y trabajo autónomo individual	7	AC, EC
Estudio y trabajo en grupo	1,6	EC/EF
Evaluación	0,8	LM

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical

establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación de todas las asignaturas que forman la materia se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

MATEMÁTICAS I: Álgebra lineal. Sistemas de ecuaciones lineales. Matrices. Operaciones. Inversión de matrices. Determinantes. Diagonalización de matrices. Geometría del plano y del espacio. Interpretación geométrica de sistemas de ecuaciones lineales. Espacios vectoriales y aplicaciones lineales. Transformaciones lineales. Modelos matriciales.

MATEMÁTICAS II: Cálculo diferencial con una variable o diversas variables. Límites, continuidad y diferenciabilidad. Funciones implícitas. Cálculo integral. Integrales definidas e indefinidas. Teoremas fundamentales. Integración múltiple. Ecuaciones diferenciales de primer orden. Ecuaciones diferenciales de segundo orden. Modelos de resolución

Matemáticas III: Variable Compleja: Números complejos, funciones complejas elementales, derivación y funciones holomorfas, integración compleja, series y residuos). Ecuaciones en derivadas parciales: clasificación de EDP's, estudio de las principales EPP's: ecuación de Maxwell, ecuación del calor, ecuación de ondas, ecuación de Poisson, métodos de resolución: métodos de separación de variables, función de Green y métodos numéricos.

ESTADÍSTICA: Combinatoria, Teoría de probabilidades. Estadística descriptiva. Variables aleatorias discretas y continuas. Distribuciones discretas y continuas. Teorema central del límite. Intervalos de confianza. Contraste de hipótesis. Métodos de comparación de muestras paramétricos y no paramétricos. Pruebas de bondad de ajuste. Modelos de regresión lineal. Correlación. Inferencia en los modelos de regresión. Regresión múltiple. Análisis de varianza y diseño de experimentos. Introducción al análisis multivariante. Métodos descriptivos: análisis de agrupamiento (cluster). Análisis de componentes principales. Métodos predictivos

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA Métodos Numéricos	MÓDULOS: OBLIGATORIO Y OPTATIVO
	10 ECTS
	CARÁCTER: MIXTO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS Son dos asignaturas comunes, la primera en quinto semestre y la segunda en séptimo.	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE1. 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. CE2. Saber utilizar la estadística para resolver problemas de ingeniería y establecer modelos probabilísticos. CE3. Comprender y saber aplicar al cálculo numérico la discretización de modelos continuos. CE4. Conocer las diferentes metodologías existentes para simulación de sistemas. CE5. Aplicar las metodologías de simulación a sistemas multidominio. CE10. Comprender y saber aplicar la interrelación y las equivalencias entre sistemas mecánicos, hidráulicos, térmicos y eléctricos CE22. Saber desarrollar algoritmos para la resolución de problemas informáticos en Ingeniería Biomédica. Competencias generales: CG1.- Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. CG2.- Comprender y dominar los conocimientos fundamentales de la Ingeniería Biomédica. CG6.- Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada y abordar los problemas desde diferentes perspectivas. CG8.- Entender, aplicar, adaptar y desarrollar herramientas, técnicas y protocolos de experimentación. CG9.- Diseñar experimentos con rigor metodológico comprendiendo y entender las limitaciones que tiene la aproximación experimental. CG10.- Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales. CG14.- Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinares y multiculturales.	

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- Conocer los modelos de resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales y no lineales.
- Conocer los métodos numéricos de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales y sus aplicaciones en ingeniería biomédica.
- 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.
- 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 la diferencia entre simulación cinemática y dinámica.
- Saber obtener las ecuaciones características de un modelo de simulación.
- Comprender la modelización de sistemas multicuerpo por medio de la formulación de mecánica clásica.
- Conocer las características principales de mecánica de fluidos existentes en arterias y venas.
- Conocer los principios de elementos eléctricos y su posible aplicación.
- Interrelacionar modelos basados simultáneamente en los diferentes dominios mecánico, hidráulico y eléctrico.
- Analizar y plantear los diferentes problemas posibles al abordar la simulación de un modelo.
- Sintetizar las características principales de un modelo a simular.
- Configurar las condiciones iniciales y de contorno del modelo.
- Analizar los resultados que se obtienen en una simulación y saber obtener las conclusiones pertinentes.
- Implementar mejoras sobre un modelo con el fin de optimizarlo tras el análisis de los resultados y conclusiones.

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Modelos numéricos en Biomedicina	Numerical Models in Biomedicine	6	OB	5º
Modelado y simulación dinámica aplicada a la biomedicina	Modeling and dynamic simulations applied to biomedicine	4	OP	7º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	2,5	LM
Clases de problemas	1,5	RE, EC
Clases prácticas de laboratorio	0,5	ABP
Seminarios	0,3	
Tutorías	0,5	ED
Estudio y trabajo autónomo individual	4	AC, EC
Estudio y trabajo en grupo	0,2	EC/EF
Evaluación	0,5	LM

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación de las capacidades y habilidades adquiridas se llevará a cabo por medio de la elaboración de ejercicios que se realizarán y evaluarán en horas de clase, así como en el examen final. En lo referente a las diferentes competencias, se evaluarán por un lado por medio de la realización de diferentes pruebas en horas lectivas realizadas en clase y, por otro, por medio de las prácticas de la asignatura; también se evaluará a la hora de hacer el trabajo en grupo. La nota final será la ponderada entre la nota del examen final, la de evaluación continua y la del trabajo en grupo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Modelos numéricos en biomedicina: Parte I (3 ECTS) Métodos Numéricos (3 ECTS)
Tipos de errores en el cálculo numérico. Solución de ecuaciones algebraicas, ecuaciones lineales, ecuaciones diferenciales. Interpolación. Integración. Aproximación de funciones. Modelización de datos. Análisis de series temporales. Transformadas rápida de Fourier y Wavelets

Parte II: Modelos de elementos finitos (3 ECTS)

Formulaciones fuerte y débil de las ecuaciones en derivadas parciales. Aproximación mediante elementos finitos. Aplicación para el cálculo de esfuerzos internos y deformaciones en tejidos y órganos. Aplicación para modelos de difusión. Aplicación para dinámica de fluidos.

Modelado y simulación dinámica aplicada a la Biomedicina: *Análisis cinemático y dinámico de sistemas mecánicos multicuerpo. Introducción a técnica multidominio. Desarrollo de las ecuaciones de estado. Simulación de sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y mixtos. Aplicaciones específicas.*

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA QUÍMICA	MÓDULO BÁSICO Y OBLIGATORIO
	12 ECTS
	CARÁCTER MIXTO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Materia compuesta por una secuencia de dos asignaturas programadas el primer y el tercer semestre</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE15. Conocer los principios termodinámicos y sus aplicaciones prácticas en la ingeniería. CE18. Comprender los principios básicos del análisis instrumental así como el funcionamiento de la instrumentación analítica básica. Competencias generales: CG1. Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. 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. CG11. Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa. 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	

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- Comprender las propiedades de los diferentes tipos de disoluciones y sistemas coloidales, así como algunas operaciones básicas asociadas con la química del sector.
- Adquirir conocimientos sobre los fundamentos de los balances de materia.
- Comprender la cinética de las reacciones químicas que se producen en disolución acuosa, así como los factores que influyen en la velocidad de reacción.
- Demostrar dominio de los fundamentos de los equilibrios ácido-base en disoluciones acuosas.
- Demostrar dominio de los fundamentos de los equilibrios de oxidación-reducción en disoluciones acuosas.
- Demostrar dominio de los fundamentos de los equilibrios de precipitación en disoluciones acuosas.
- Demostrar dominio de los fundamentos de los equilibrios de formación de complejos en disoluciones acuosas.
- Aplicar los conocimientos adquiridos sobre los equilibrios químicos en disolución acuosa al análisis cuantitativo.
- Adquirir conocimientos sobre la química nuclear.
- El proceso analítico. Toma y preparación de muestras
- Tratamiento estadístico de resultados
- Estudio sistemático del equilibrio
- Equilibrio de formación de complejos. Complexometrías
- Equilibrio de precipitación. Gravimetrías y volumetrías de precipitación
- Métodos de separación
- Introducción a los métodos instrumentales
- Métodos ópticos de análisis
- Métodos electroanalíticos
- Técnicas cromatográficas

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
QUÍMICA	Chemistry	6	BÁSICA	1º
ANÁLISIS INSTRUMENTAL	INSTRUMENTAL ANALYSIS	6	OB	3º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS CON SU DISTRIBUCIÓN EN ECTS, METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	2	LM
Clase de problemas	1,3	RE, EC
Clase prácticas de laboratorio	1,7	ABP
Seminarios	0,5	LM
Tutorías	0,5	
Estudio y trabajo autónomo individual	4,3	ED
Estudio y trabajo en grupo	1,2	AC, EC
Evaluación	0,5	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación de todas las asignaturas que forman la materia se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Química: Estructura atómica. Átomos polielectrónicos. Enlace covalente. Resonancia y efectos de enlace en moléculas orgánicas. Estereoquímica. Tipos de enlace. Fuerzas intermoleculares. Termodinámica química.

Análisis Instrumental: Radiación electromagnética y su interacción con la materia. Espectroscopia

atómica. Espectroscopía molecular. Espectroscopía de absorción ultravioleta y visible. Espectroscopía de luminiscencia molecular. Espectroscopía de resonancia magnética nuclear. Espectrometría de masas. Difracción de rayos X, difracción de electrones y neutrones. Microscopía óptica y electrónica. Técnicas electroquímicas

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA	MÓDULOS: OBLIGATORIO Y OPTATIVO
<i>Señales e Imágenes Biomédicas</i>	44 ECTS
	CARÁCTER: MIXTO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Diez asignaturas entre tercero y cuarto</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA COMPETENCIAS Competencias específicas: CE11. <i>Calcular y representar gráficamente los parámetros más relevantes de un experimento utilizando funciones matemáticas.</i> CE12. <i>Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biomédicas y bibliográficos.</i> CE13. <i>Comprender y aplicar las principales técnicas de muestreo y utilizar las pruebas estadísticas elementales para el control de experimentos</i> CE14. <i>Comprender los principios de la metodología científica; capacidad para su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería.</i> CE38. <i>Conocer los principios y las técnicas de medida de las magnitudes más relevantes en Ingeniería Biomédica.</i> CE40. <i>Conocer los principales tipos de dispositivos terapéuticos empleados en ingeniería biomédica.</i> CE42. <i>Conocer técnicas de muestreo y procesamiento de señales e imágenes para diversas aplicaciones en relación con la Ingeniería Biomédica.</i> CE43. <i>Capacidad de análisis e interpretación de señales e imágenes biomédicas.</i> Competencias generales: CG1. <i>Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.</i> CG2. <i>Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos.</i> CG3. <i>Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones.</i> CG4. <i>Trabajar de forma adecuada en un laboratorio incluyendo un registro anotado de las actividades y seguridad, manipulación y eliminación de residuos químicos o biológicos.</i> CG5. <i>Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los</i>	

problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box”

CG6. Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación u definición de dichos problemas

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.

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.

CG12. Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo.

CG13. Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinarios y multiculturales.

CG14. Reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, económica, científica o ética.

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

CG17. Tener un comportamiento ético y profesional en todos los aspectos relacionados con el respeto por el medio ambiente y con el bienestar social, para utilizar de forma equilibrada las tecnologías en busca de una economía social y medioambientalmente sostenible.

CG18. Estar motivado para el emprendimiento para la constitución de nuevas empresas basadas en la I+D+i.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- *El objetivo de esta materia es “proporcionar una formación experimental al alumno en los métodos y técnicas de procesamiento de imágenes médicas”.*
- *Durante el desarrollo de las prácticas, el alumno se ejercitará en la programación de algunos de los algoritmos de procesamiento que más se utilizan para facilitar las tareas de diagnóstico médico a los especialistas.*
- *Breve revisión de Procesos Estocásticos*

- Breve revisión de los métodos estadísticos
- Breve revisión a los procesos puntuales
- Sensibilización del alumno en el manejo de dos herramientas fundamentales para el curso:
1) el uso de MATLAB (práctica 0) y 2) el FORO (Moodle)
- **Métodos lineales**
 - Estimación espectral: métodos paramétricos y no paramétricos
 - Filtrado y eliminación de ruido.
 - Métodos ICA y PCA
 - Métodos adaptativos
 - Potenciales evocados. Eliminación de ruido por promediación
- **Métodos T-F**
 - Short Fourier Transform. Métodos de segmentación
 - Wavelets
- **Métodos no lineales**
 - Conceptos básicos de sistemas dinámicos
 - De las ecuaciones a las series temporales
 - Caracterización de sistemas individuales
 - Caracterización de la interdependencia entre sistemas
 - Sincronización en amplitudes
 - Sincronización en fases
 - Información mutua
- **Clasificación de patrones**
 - Detección del QRS
- Análisis morfológico del ECG.

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Señales Biomédicas	Biomedical signals	6	OB	5º
Imágenes Biomédicas	Biomedical Images	6	OB	6º
Laboratorio de señales biomédicas	Laboratory of medical signals	4	OP	7º
Laboratorio de imágenes biomédicas	Laboratory of medical images	4	OP	7º
Tratamiento digital de imágenes biomédicas	Medical image processing	4	OP	7
Imágenes Biomédicas Avanzadas-I	Advanced medical images I	4	OB	7
Imágenes Biomédicas Avanzadas-II	Advanced medical images II	4	OB	8
Simulación y Planificación	Surgical simulation	4	OB	8

Quirúrgica	and planning			
Ingeniería Neurosensorial	Neurosensorial engineering	4	OP	8
Biofotónica	Biophotonics	4	OP	8
REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA				
ASIGNATURA		REQUISITOS		
ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE				
ACTIVIDAD FORMATIVA		ECTS	MÉTODOS DOCENTES	
Clases teóricas		3,5	LM	
Clases de problemas		1,5	RE, EC	
Clases prácticas de laboratorio		6,6	ABP	
Seminarios		0,8	LM	
Tutorías		0,2		
Estudio y trabajo autónomo individual		4,8	ED	
Estudio y trabajo en grupo		2,0	AC, EC	
Evaluación		0,6	EC/EF	
ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA				
La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.				
SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES				
La evaluación se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de prácticas, realización de ejercicios individuales o en equipo y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.				

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Señales Biomédicas: Entornos de trabajo en señales biomédicas. Breve repaso de las bases fisiológicas de las señales biomédicas, que se explicaron en las materias de Fisiología de Sistemas y Fisiopatología humana, más relevantes en diagnóstico clínico: EEG, MEG, ECG y de otras señales biomédicas. Física y modelos de la propagación de los campos electromagnéticos responsables de las señales electrofisiológicas. Caracterización matemática/estadística de las señales biomédicas. El ruido y los artefactos, medidas para minimizar aquellos mediante técnicas instrumentales, protocolos de medida y procesamiento de la señal. Prácticas de captura de registros espontáneos y evocados. Métodos de procesamiento, análisis y modelado de señales: implementación por el alumno de procedimientos para el análisis de señales reales para eliminación de ruido, caracterización estadística mediante métodos de análisis lineales y no lineales, análisis tiempo-frecuencia (segmentación, wavelets, etc), análisis multivariable y estudios de sincronización. Métodos para la caracterización estadística de señales con muestreo no equidistante: Cronobiometría. Visualización. Integración con técnicas de imagen.

Imágenes Biomédicas: Entornos de trabajo de imagen biomédica. Física de las imágenes médicas: interacción materia-energía, detectores, fuentes, dosimetría, radiación, protección (estos tres últimos temas se tratarán en profundidad en otras materias del grado). Física de los sistemas de radiología diagnóstica: radiografía, tomografía computarizada, medicina nuclear, PET, resonancia magnética nuclear, ultrasonidos, imagen óptica, microscopía. Sistemas multimodales de diagnóstico. Integración imágenes-señales electrofisiológicas. Tendencias en imagen biomédica. Prácticas de captura de imágenes.

Teoría y práctica de procesamiento y análisis de imágenes médicas basados en el desarrollo de prácticas en los temas siguientes. Imágenes digitales: muestreo, cuantificación representación y ruido. Segmentación: umbralización, labelling, análisis ROC. Transformaciones: de histogramas, geométricas, polinómicas, operaciones morfológicas. Caracterización de aspectos: regiones, momentos, contornos, descriptores de Fourier etc. Filtrado de imágenes: lineal y no lineal, procedimientos de convolución. Detección de bordes y otras discontinuidades. Color: representación, métricas, operaciones de pixel, invariantes. Modelos: similaridad, correlación cruzada algoritmos de multiresolución, detección de objetos, etc

Laboratorio de señales biomédicas: Se la puede considerar una única asignatura extendida a lo largo de dos semestres. Los laboratorios son la continuación de las prácticas realizadas en las dos asignaturas previas, se centrarán en problemas reales de proceso de la información en entornos clínicos y de experimentación/ensayo clínicos. Las prácticas tendrán unos temas comunes como: el ejercitado del alumno en los métodos estadísticos necesarios (t-tests, regresión múltiple, ANOVA, sensibilidad y especificidad, ROC, etc.), una aproximación práctica a los sistemas y métodos de computación de altas prestaciones y un acercamiento a los bancos de datos de señales e imágenes para el soporte de los métodos de análisis cuantitativo y la extracción de conocimiento.

En señales los ejercicios se centrarán en los métodos ya introducidos con una orientación a la

definición de biomarcadores y al análisis multivariable para la elaboración de modelos de conectividad funcional

En imágenes el laboratorio estará orientado a los temas de registro en sus diversas opciones, la segmentación y clasificación de imágenes y el ejercicio con herramientas habituales: SPM, ITK, etc.

Los temas que se desarrollarán en estos dos laboratorios pondrán un énfasis principal en los grandes temas de integración de la información (fusión señales-imágenes en entornos multiescales) para la mejora de características de sensibilidad y especificidad de los métodos diagnósticos o la comprensión de modelos on-silico para aplicaciones de experimentación y clínica.

El laboratorio se complementa con otra asignatura optativa de Técnicas Radiológicas que consistirá en el desarrollo de un ejercicio práctico de imagen y/o señales biomédicas en el que se habrán de incluir junto con los desarrollos realizados una propuesta de integración en entornos clínicos y/o industriales.

Laboratorio de imágenes biomédicas: La asignatura permitirá al alumno implementar diferentes algoritmos de procesamiento de imágenes utilizando el entorno Matlab. Los contenidos son: conceptos básicos del procesamiento de imágenes en Matlab; Introducción a la visualización de imágenes médicas en Matlab; Mejora e intensificación de imágenes médicas; Operaciones morfológicas; Procesamiento local y Segmentación de Imágenes Médicas;

Tratamiento digital de imágenes biomédicas: El objetivo de la asignatura es la formación de los alumnos en las técnicas de tratamiento de imágenes y se analiza brevemente el tratamiento del vídeo. Se presenta al alumno la teoría de muestreo extendida a las señales multidimensionales, se estudian los fundamentos y las técnicas básicas del tratamiento digital de imágenes (TDI) y se aplican las técnicas anteriores a la resolución de problemas prácticos en diferentes modalidades de imagen médica. Se introduce a los alumnos en las técnicas no lineales de tratamiento de la información tanto en el filtrado de las imágenes como en el estudio de la morfología de las mismas.

Imágenes Biomédicas Avanzadas-I: El objetivo de la asignatura es profundizar en técnicas avanzadas de procesamiento y análisis de imagen médica centrándose en dos campos de aplicación que conforman las dos partes principales de la asignatura: 1) nuevos métodos de diagnóstico basados en imágenes moleculares y 2) técnicas de simulación y planificación quirúrgica basadas en imagen.

Imágenes Biomédicas Avanzadas-II: Temas avanzados de microscopía. Nuevos usos y necesidades del uso de la imagen para terapia/cirugía; Temas avanzados de procesamiento de imagen multimodal; procesamiento de vídeo.

Simulación y Planificación Quirúrgica: El objetivo de la asignatura es profundizar en técnicas

avanzadas de procesamiento y análisis de imagen médica centrándose en dos campos de aplicación que conforman las dos partes principales de la asignatura: 1) nuevos métodos de diagnóstico basados en imágenes moleculares y 2) técnicas de simulación y planificación quirúrgica basadas en imagen. En esta asignatura el alumno conocerá diversas técnicas de diagnóstico médico por imagen que permiten obtener información de una manera no invasiva sobre el funcionamiento o actividad biológica de un tejido u órgano. Especialmente se tratarán las técnicas de imagen molecular que, mediante distintos marcadores, permiten identificar la presencia de moléculas de interés en ciertas patologías o niveles anormales de expresión de ciertos genes. En la asignatura se tratarán tanto las técnicas de adquisición de datos e imágenes, como métodos y algoritmos para su reconstrucción y análisis. Asimismo se proporcionará un conocimiento teórico y práctico de las técnicas y métodos empleados en cirugía asistida por computador, con un énfasis principal en los nuevos sistemas de formación y planificación de intervenciones quirúrgicas mínimamente invasivas, basados en la realidad virtual y en la visualización de imágenes médicas 3D.

Ingeniería Neurosensorial: *El objetivo fundamental de la asignatura es el estudio del sistema nervioso, el cerebro y los sistemas sensoriales, con vistas a su simulación y su integración en sistemas electrónicos, incluyendo algunas aplicaciones de la ingeniería neurosensorial como son las prótesis y las interfaces multisensoriales. En la asignatura se abordará el estudio detallado del sistema nervioso y el cerebro, el sistema auditivo, el visual, el somato-sensorial (tacto) y los del olfato y el gusto, junto con sistemas como el de producción del habla, que contribuyen a la interacción entre el ser humano y su entorno. De forma general, en cada tema se aborda una descripción de la fisiología y funcionamiento de cada sistema, para pasar a la descripción de soluciones de ingeniería que pretenden simularlos, con vistas a su aplicación protésica, fundamentalmente.*

Biofotónica: *La asignatura tiene por objetivo el estudio de los fenómenos relacionados con la interacción de radiaciones láser con los tejidos orgánicos, así como la instrumentación médica basada en técnicas fotónicas y los dispositivos de captación de señales mediante las mismas.*

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA SISTEMAS	MÓDULOS: OBLIGATORIO
	6 ECTS
	CARÁCTER: OBLIGATORIO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Una asignatura en segundo curso (4º semestre)</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE21. Conocer, comprender y utilizar herramientas informáticas para la resolución de problemas matemáticos y de simulación de sistemas. CE42. Conocer técnicas de muestreo y procesamiento de señales e imágenes para diversas aplicaciones en relación con la Ingeniería Biomédica. CE43. Capacidad de análisis e interpretación de señales e imágenes biomédicas. Competencias generales: CG1. Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. CG2. Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos. CG3. Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones. CG5. Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box” CG6. Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación u definición de dichos problemas CG9. Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales. CG11. Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.	
RESULTADOS DEL APRENDIZAJE Comprender la naturaleza dinámica de los sistemas en general y las estructuras elementales de realimentación que determinan su comportamiento.	

- Capacidad para enunciar (modelo mental) el comportamiento de los sistemas, para traducir parcial o totalmente dicho comportamiento a ecuaciones matemáticas (modelo formal) y para su programación (modelo informático) en un computador.
- Destreza en las diferentes utilidades de los modelos: para reproducir parcial o totalmente la realidad, para reproducir situaciones hipotéticas, para probar actuaciones, y para la toma de decisiones.
- Ser capaz de analizar y valorar qué estrategia de tratamiento digital de señales sería la más adecuada para tratar un determinado proceso físico.
- Entender y conocer las diferentes técnicas de transformadas de señales temporales
- Conocer los elementos que hacen falta y qué aspectos se deben tener en cuenta para poner en práctica el diseño de sistemas de tratamiento digital de señales
- Conocer el método de diseño de filtros digitales no recursivos (FIR) y entender la problemática asociada a las ventanas.
- Conocer el método de diseño de filtros digitales recursivos (IIR) y comprender su problemática.
- Capacidad para describir e interpretar funcionalmente los sistemas básicos de control.
- Destreza en la obtención de modelos dinámicos a partir de leyes físicas y/o datos experimentales.
- Conocer y saber diseñar controladores PID y controladores mediante realimentación de estados.
- Conocimiento y manejo de herramientas software para el modelado, análisis y diseño de sistemas de control.
- Saber qué elementos hacen falta y qué aspectos se deben tener en cuenta para poner en práctica las estrategias de control.
- Conoce las propiedades de la realimentación y las acciones básicas de control.
- Conoce y sabe aplicar las técnicas de diseño de control de sistemas continuos monovariantes, en el dominio temporal.
- Conoce y sabe aplicar las técnicas de diseño de control de sistemas continuos monovariantes, en el dominio frecuencial.
- Conoce y sabe seleccionar esquemas básicos de control.
- Sabe diseñar automatismos lógicos basados en autómatas de estados finitos y redes de Petri.
- Conoce y sabe aplicar las técnicas básicas de programación de automatismos en autómatas programables.

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Señales y Sistemas	Signals and Systems	6	OB	4º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	3	LM
Clase de problemas	1	RE, EC
Clases prácticas de laboratorio	0,9	ABP
Seminarios	0,6	LM
Tutorías	0,3	
Estudio y trabajo autónomo individual	2,8	ED
Estudio y trabajo en grupo	1,2	AC, EC
Evaluación	0,2	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Señales y Sistemas: Señales continuas y discretas. Sistemas lineales invariantes en el tiempo.

Análisis espectral, transformada de Fourier de señales continuas y discretas. Muestreo y reconstrucción de señales. Funciones de transferencia y respuesta al impulso. Transformada de Laplace. Transformada Z. Análisis tiempo-frecuencia Transformadas wavelet. Sistemas dinámicos. Métodos no-lineales. Interdependencia de sistemas. Complejidad

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA <i>Telemedicina</i>	MÓDULOS: OPTATIVO
	16 ECTS
	CARÁCTER: OPTATIVO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Cuatro asignaturas de cuarto curso del itinerario de Telemedicina</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE19. <i>Capacidad para escribir programas utilizando los recursos de programación más habituales y aplicarlos a problemas de ingeniería.</i> CE24. <i>Comprender, utilizar y diseñar sistemas de ayuda a la gestión de la información biomédica y a la toma de decisiones médicas</i> CE25. <i>Conocer los principales sistemas de comunicaciones por cable e inalámbricos</i> CE26. <i>Conocer las redes de comunicaciones y su uso en los sistemas de gestión intra e interhospitalaria</i> CE27. <i>Conocer los sistemas actuales y saber diseñar sistemas de consulta médica a través de redes de comunicaciones.</i> Competencias generales: CG1. <i>Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.</i> CG2. <i>Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos.</i> CG3. <i>Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones.</i> CG5. <i>Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box”</i> CG6. <i>Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación u definición de dichos problemas</i> CG8. <i>Entender, aplicar, adaptar y desarrollar herramientas, técnicas y protocolos de experimentación con rigor metodológico comprendiendo las limitaciones que tiene la aproximación experimental.</i> CG9. <i>Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales.</i> CG10. <i>Formular, diseñar y elaborar proyectos siendo capaz de liderar grupos de</i>	

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.

CG12. Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo.

CG13. Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinares y multiculturales.

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

CG18. Estar motivado para el emprendimiento para la constitución de nuevas empresas basadas en la I+D+i.

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- *Conocimientos teóricos y habilidades prácticas en las tecnologías necesarias para el desarrollo e integración de servicios de telemedicina.*
- *Conocimiento del entorno en el que se han de instalar y operar los servicios de telemedicina.*
- *Sabe aplicar las tecnologías de la información y las comunicaciones en todas las etapas del ciclo de vida de un sistema de telemedicina desde su definición, desarrollo, gestión y evaluación.*
- *Mediante la comparación de tecnologías aplicables sabe diseñar e implementare diversos sistemas de telecuidado, telemonitorización, telediagnóstico, diagnóstico cooperativo, etc, con especial atención a los puntos críticos para su implantación en entornos clínicos reales.*
- *Conoce un conjunto de métodos, tecnologías y recursos para el diseño, desarrollo y evaluación de aplicaciones de telemedicina.*
- *Conoce diferentes tecnologías utilizadas en la creación de Sistemas de Información: la gestión y diseño de bases de datos relacionales, la visualización gráfica de información clínica, los protocolos de comunicación, el acceso remoto a bases de datos a través de servidores Web, los servicios de consulta remota entre especialistas, el diagnóstico cooperativo y la teleradiología e interoperabilidad DICOM.*

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS	CARÁCTER	UBICACIÓN
-------------------	-------------------------------	-----------------	-----------------	------------------

		ECTS	TEMPORAL	
Telemedicina	Telemedicine	4	OP	8º
Laboratorio de Telemedicina	Laboratory of telemedicine	4	OP	8º
Redes y servicios	Communication networks and services	4	OP	7º
Tecnologías asistivas	Asistive technologies	4	OP	8º
REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA				
ASIGNATURA		REQUISITOS		
ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE				
ACTIVIDAD FORMATIVA		ECTS	MÉTODOS DOCENTES	
Clases teóricas		1,1	LM	
Clases prácticas de laboratorio		0,3	ABP	
Seminarios		0,2	LM	
Tutorías		0,1		
Estudio y trabajo autónomo individual		1,8	ED	
Estudio y trabajo en grupo		0,4	AC, EC	
Evaluación		0,1	EC/EF	
ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA				
La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.				
SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES				
La evaluación de todas las asignaturas que forman la materia se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo. realización de prácticas de laboratorio. y presentación de seminarios.				

Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Telemedicina: Integración de las TIC en los servicios de telemedicina. Integración de dispositivos médicos. Estándares de comunicación en medicina (DICOM, IEEE11073, ...). Interoperabilidad con los sistemas de información hospitalarios. Gestión y evaluación de proyectos de telemedicina. Aspectos legales y éticos. Experiencias de telemedicina.

Laboratorio de Telemedicina: El objetivo de este laboratorio es proporcionar al alumno un conjunto de métodos, tecnologías y recursos para su formación en el diseño, desarrollo y evaluación de aplicaciones de telemedicina. Las prácticas irán guiando al alumno para que adquiera conocimientos sobre diferentes tecnologías utilizadas en la creación de Sistemas de Telemedicina: la gestión y diseño de bases de datos relacionales, la visualización gráfica de información clínica, los protocolos de comunicación, el acceso remoto a bases de datos a través de servidores Web, los servicios de consulta remota entre especialistas, el diagnóstico cooperativo y la telerradiología e interoperabilidad DICOM.

Redes y servicios: La asignatura de Redes y Servicios tiene como objetivo la introducción de principios básicos y arquitecturas de redes y servicios de comunicación. Dentro de los principios que se presentan se pueden mencionar: Aplicaciones y Servicios para terminales móviles; Redes corporativas y de alta velocidad; Servicios y redes inalámbricas; Servicios y redes por satélite; Sistemas y aplicaciones multimedia.

Tecnologías asistivas: Introducir a los alumnos en el campo de la discapacidad para poner de manifiesto cómo la tecnología puede ayudarles a reducir o eliminar sus deficiencias. Se hace una revisión de los sistemas asistivos más frecuentemente utilizados por cada tipo de discapacidad, enfatizando en sus componentes tecnológicas. Una vez conocidas las distintas discapacidades, y las tecnologías utilizadas para solventarlas, estarán en disposición de seleccionar adaptar y diseñar los sistemas que se utilizarán en los próximos años.

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA TRABAJO FIN DE GRADO	MÓDULOS: TRABAJO FIN DE GRADO
	12 ECTS
	CARÁCTER: TRABAJO FIN DE CARRERA
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS Septimo y octavo semestre	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE55. Desarrollar la capacidad de realizar individualmente, presentar y defender ante un tribunal universitario, un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería Biomédica de naturaleza profesional en el que se sintetizen e integren las competencias adquiridas. Competencias generales: CG1. Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. CG2. Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos. CG3. Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones. 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. CG5. Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box” CG6. Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación u definición de dichos problemas 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. 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.

CG12. Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo.

CG13. Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinarios y multiculturales.

CG14. Reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, económica, científica o ética.

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

CG17. Tener un comportamiento ético y profesional en todos los aspectos relacionados con el respeto por el medio ambiente y con el bienestar social, para utilizar de forma equilibrada las tecnologías en busca de una economía social y medioambientalmente sostenible.

CG18. Estar motivado para el emprendimiento para la constitución de nuevas empresas basadas en la I+D+i.

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Trabajo Fin de Grado	Graduation Project	12	OB	7º y 8º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas		
Clases prácticas de laboratorio		
Seminarios		
Tutorías		
Estudio y trabajo autónomo individual	11,9	ED
Estudio y trabajo en grupo		
Evaluación	0,1	EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La realización del Trabajo Fin de Grado es posible tras la aprobación por parte de la comisión de ordenación académica un de un preproyecto del mismo presentado por el alumno a aquella donde se describe el título, objeto del trabajo, metodología, medios a utilizar y compromiso firmado por un profesor del grado para supervisar la realización del trabajo. La finalización del trabajo es autorizada por el profesor que lo supervisa. Cualquier cambio tras la aprobación del trabajo debe ser solicitada y autorizada por la misma comisión.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación del Trabajo Fin de Grado se realizará mediante la consideración de un documento escrito relativo al mismo y de una presentación y defensa del trabajo por parte del alumno ante una comisión de evaluación consistente en tres profesores del grado, uno de ellos el profesor que supervisó la realización de trabajo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

No aplica

DENOMINACIÓN DE LA MATERIA <i>Interfaces</i>	MÓDULOS: OPTATIVO
	4 ECTS
	CARÁCTER: OPTATIVO
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS <i>Asignatura obligatoria del octavo semestre del itinerario de telemedicina</i>	
COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE QUE EL ESTUDIANTE ADQUIERE CON ESTA MATERIA	
COMPETENCIAS Competencias específicas: CE19. Capacidad para escribir programas utilizando los recursos de programación más habituales y aplicarlos a problemas de ingeniería. CE23. Capacidad para conocer, utilizar y diseñar sistemas de información y comunicaciones en sanidad y biomedicina CE24. Comprender, utilizar y diseñar sistemas de ayuda a la gestión de la información biomédica y a la toma de decisiones médicas. CE25. Conocer los principales sistemas de comunicaciones por cable e inalámbricos CE26. Conocer las redes de comunicaciones y su uso en los sistemas de gestión intra e interhospitalaria CE27. Conocer los sistemas actuales y saber diseñar sistemas de consulta médica a través de redes de comunicaciones Competencias generales: CG1. Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza. CG2. Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos. CG3. Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones. CG5. Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box” CG6. Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación u definición de dichos problemas CG11. Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.	

CG12. *Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo.*
 CG13. *Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinarios y multiculturales.*
 CG15. *Transmitir la información adquirida, las ideas, los problemas y las soluciones de forma oral y escrita en castellano e inglés.*
 CG17. *Tener un comportamiento ético y profesional en todos los aspectos relacionados con el respeto por el medio ambiente y con el bienestar social, para utilizar de forma equilibrada las tecnologías en busca de una economía social y medioambientalmente sostenible.*
 CG18. *Estar motivado para el emprendimiento para la constitución de nuevas empresas basadas en la I+D+i.*

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- *Conoce los fundamentos y los principales modelos de las tecnologías de "Ambient intelligence" (AmI) y de "Smart Environment" (SE).*
- *Conoce y puede diseñar sistemas AmI para apoyo a la vida en escenarios característicos de biomedicina: discapacidad de varios tipos, tanto física como mental, personas mayores, etc.*
- *Conoce modelos del comportamiento humano.*
- *Puede utilizar distintas metodologías para diseñar métodos de interacción con los ordenadores (visual, auditivo, táctil, gestual, lenguaje hablado, ...), con especial hincapié en las interfaces y dispositivos para personas con necesidades especiales.*
- *Conoce y puede diseñar e implementar interfaces visuales, adaptativas, CSCW, de realidad virtual y multisensoriales.*
- *Conoce y tiene experiencia en técnicas de evaluación y de definición de experimentos de evaluación*

ASIGNATURAS DE QUE CONSTA

ASIGNATURA	DENOMINACIÓN EN INGLÉS	CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER	UBICACIÓN TEMPORAL
Interfaces hombre-máquina	Human machine interfaces	4	OP	7º

REQUISITOS PREVIOS QUE HAN DE CUMPLIRSE PARA PODER ACCEDER A LAS ASIGNATURAS DE ESTA MATERIA

ASIGNATURA	REQUISITOS

ACTIVIDADES FORMATIVAS, SU DISTRIBUCIÓN EN CRÉDITOS ECTS, SU METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA	ECTS	MÉTODOS DOCENTES
Clases teóricas	1,1	LM
Clases prácticas de laboratorio	0,3	ABP
Seminarios	0,2	LM
Tutorías	0,1	
Estudio y trabajo autónomo individual	1,8	ED
Estudio y trabajo en grupo	0,4	AC, EC
Evaluación	0,1	EC/EF

ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN DENTRO DE ESTA MATERIA

La coordinación en esta materia se va llevar a cabo por medio de la Comisión de Coordinación Vertical establecida para la misma, tal y como se describe en la sección 5. Planificación de las enseñanzas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE ALCANZADOS Y SISTEMA DE CALIFICACIONES

La evaluación de todas las asignaturas que forman la materia se hará de forma continua y se valorarán todas las actividades formativas realizadas durante el periodo de impartición de la materia, es decir, conceptos y procedimientos transmitidos por el profesor a través de las clases magistrales, realización de ejercicios individuales o en equipo, realización de prácticas de laboratorio, y presentación de seminarios. Con la presentación oral y defensa de trabajos realizados a lo largo del curso, se valorará la capacidad de recuperar y analizar la información de las fuentes bibliográficas, la capacidad crítica y las capacidades adquiridas para preparar, exponer y defender en público. La valoración de cada tipo de actividad se hará en función de la dedicación definida para cada una de ellas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Interfaces hombre-máquina

Fundamentos, paradigmas y modelos de usuario. Modelos del comportamiento humano. Fases de diseño. Métodos de interacción con los ordenadores (visual, auditivo, táctil, gestual, lenguaje hablado, ...). Interfaces y dispositivos para personas con necesidades especiales. Diseño y desarrollo de interfaces visuales. Interfaces adaptativas. CSCW, realidad virtual, interfaces multisensoriales. Técnicas de evaluación. Definición de experimentos de evaluación.

A continuación se recoge la relación entre las materias y las competencias específicas, para una mayor claridad:

CUADRO DE MATERIAS Y COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

		Competencias Específicas																														
		CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11	CE12	CE13	CE14	CE15	CE16	CE17	CE18	CE19	CE20	CE21	CE22	CE23	CE24	CE25	CE26	CE27	CE28	CE29		
M a t e r i a s	Ayuda a la Decisión																								X		X					
	Bases de datos																			X	X			X	X			X				
	Bioinformática												X									X	X	X	X							
	Biología												X																			
	Biomateriales																X															
	Biomecánica						X	X																								
	Bioquímica									X								X														
	Computación																			X	X	X	X									
	Dispositivos Biomédicos																															
	Electrónica para Biomed.																					X										
	Física						X	X	X	X	X	X																				
	Fisiología												X																			
	Empresa																												X	X		
	Gestión de Inf. biomédica												X											X	X		X	X				
	Interfaces																			X				X	X	X	X	X				
	Uso profesional de la lengua inglesa																															
	Matemáticas	X	X	X																												
	Métodos Numéricos	X	X	X	X	X					X													X								
	Química															X	X		X													
	Redes de comunicaciones																								X		X	X				
Señales e imágenes bio.											X	X	X	X																		
Sistemas																					X											
Telemedicina																			X						X	X	X	X				
Trabajo Fin de Grado																																

CUADRO DE MATERIAS Y COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

		Competencias Específicas																										
		CE30	CE31	CE32	CE33	CE34	CE35	CE36	CE37	CE38	CE39	CE40	CE41	CE42	CE43	CE44	CE45	CE46	CE47	CE48	CE49	CE50	CE51	CE52	CE53	CE54	CE55	
Materias	Ayuda a la Decisión		X											X														
	Bases de datos																											
	Bioinformática																											
	Biología																		X	X								
	Biomateriales															X	X	X					X					
	Biomecánica															X	X											
	Bioquímica																											
	Computación																											
	Dispositivos Biomédicos									X	X	X	X															
	Electrónica para Biomed.							X	X																			
	Física																											
	Fisiología														X						X			X	X	X		
	Empresa	X	X	X	X	X	X																					
	Gestión de Inf. biomédica																											
	Interfaces																											
	Uso profesional de la lengua inglesa																					X						
	Matemáticas																											
	Métodos Numéricos																											
	Química																											
	Redes de comunicaciones																											
	Señales e imágenes bio.									X		X		X	X													
	Sistemas													X	X													
	Telemedicina																											
	Trabajo Fin de Grado																										X	

6.- PERSONAL ACADÉMICO

6.1. Profesorado y otros recursos humanos necesarios y disponibles para llevar a cabo el Plan de Estudios propuesto.

En el apartado 1 de esta Memoria, se especifica que el Centro responsable del Grado en Ingeniería Biomédica por la UPM, en lo que a la adscripción administrativa se refiere, será la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, si bien se impartirá en la modalidad de intercentros.

Con los medios humanos que se exponen a continuación, así como con los medios materiales que se detallan en el apartado 7 de esta Memoria aportados por los Centros, implicados, se podrá garantizar la calidad de la docencia, de la investigación y de la formación del estudiante.

En la docencia de la futura oferta formativa de los Centros participarán 22 Departamentos, que totalizan una cifra disponible de personal docente e investigador (PDI) de 696 profesores, cuya distribución por Departamentos y categoría es la siguiente:

PROFESORES DISPONIBLES POR DEPARTAMENTO															
DEPARTAMENTOS	C.U.	P.T.U.	P.T.U. INTERINO	C.E.U.	P.T.E.U.	P.T.E.U. INTERINO	P.CONT.DOCT.	P.AYUD.	P.AYUD.DOCT.	P. ASOC.	P.EMER.	P.VISIT.	P.COLAB.	MAEST. LABOR.	TOTAL
<i>Automática, Ingeniería Electrónica e Informática Industrial</i>															
Número total	12	17	1		2									1	33
Número de Doctores	12	17	1												30
Nº dedicación a tiempo completo	12	16,75	1		2									1	32,75
<i>Biología Vegetal</i>															
Número total	6	6	1	2	2		1								18
Número de Doctores	6	6	1	2	0		1								16
Nº dedicación a tiempo completo	6	6	1	2	2		1								18
<i>Biotecnología</i>															
Número total	13	19	4		3		12			1					52
Número de Doctores	13	19	4		1		11								48
Nº dedicación a tiempo completo	13	19	4		3		12			0,375					51,375
<i>Ciencia de los Materiales</i>															
Número total	6	8	1				1	2			1				19
Número de Doctores	6	8	1				1				1				17
Nº dedicación a tiempo completo	6	8	1				1	2			0,75				18,75
<i>Economía y Ciencias Sociales Agrarias</i>															
Número total	7	12	1				2		1	2					25
Número de Doctores	7	12	1				2		1						23
Nº dedicación a tiempo completo	6,125	12	1				2		1	1,125					23,25
<i>Electrónica, Automática e Informática Industrial</i>															
Número total		1	5	1	8				1	4					20
Número de Doctores		1	5	1					1						8

Nº dedicación a tiempo completo		1	5	1	7,75				1	3					18,75
PROFESORES DISPONIBLES POR DEPARTAMENTO															
DEPARTAMENTOS	C.U.	P.T.U.	P.T.U. INTERINO	C.E.U.	P.T.E.U.	P.T.E.U. INTERINO	P.CONT.DOCT.	P.AYUD.	P.AYUD.DOCT.	P. ASOC.	P.EMER.	P.VISIT.	P.COLAB.	MAEST. LABOR.	TOTAL
<i>Física Aplicada a las Tecnologías de la Información</i>															
Número total	3	7	2		4									1	17
Número de Doctores	3	7	2												12
Nº dedicación a tiempo completo	3	7	2		4									0,75	16,75
<i>Física y Mecánica Fundamentales Aplicadas a la Ingeniería Agroforestal</i>															
Número total	1	6	1				3			2	1				14
Número de Doctores	1	6	1				3				1				12
Nº dedicación a tiempo completo	1	6	1				3			1,125	0,75				12,875
<i>Ingeniería Electrónica</i>															
Número total	4	9	3							1	1		1		19
Número de Doctores	4	9	3												16
Nº dedicación a tiempo completo	4	9	3							0,75	0,75		1		18,5
<i>Ingeniería de Sistemas Telemáticos</i>															
Número total	13	27	1							2	1				44
Número de Doctores	13	26	1								1				41
Nº dedicación a tiempo completo	12,75	26,5	1							1,5	0,75				42,5
<i>Ingeniería Mecánica y de Fabricación</i>															
Número total	6	16	4				1	2	1	1	1				32
Número de Doctores	6	16	4				1		1	1	1				30
Nº dedicación a tiempo completo	6	15,75	4				1	2	1	0,75	0,75				31,25

PROFESORES DISPONIBLES POR DEPARTAMENTO

DEPARTAMENTOS	C.U.	P.T.U.	P.T.U. INTERINO	C.E.U.	P.T.E.U.	P.T.E.U. INTERINO	P.CONT.DOCT.	P.AYUD.	P.AYUD.DOCT.	P. ASOC.	P.EMER.	P.VISIT.	P.COLAB.	MAEST. LABOR.	TOTAL
Inteligencia Artificial															
Número total	7	18	4				5	1		2					37
Número de Doctores	7	18	4				5			1					35
Nº dedicación a tiempo completo	7	18	4				5	1		1,5					36,5
Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software															
Número total	9	29	7				17		2	1			5		70
Número de Doctores	9	29	7				17		2						64
Nº dedicación a tiempo completo	9	29	6,5				17		2	0,75			5		69,25
Lingüística Aplicada a la Ciencia y a la Tecnología															
Número total		14	2	1	40	1	2	1		10				1	72
Número de Doctores		14	2	1	5		2			2					26
Nº dedicación a tiempo completo		14	2	1	40	1	2	1		7,25				1	69,25
Inteligencia Artificial															
Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información															
Número total	1	14	5			1	1			1	1	1	1		26
Número de Doctores	1	14	5				1			1	1				23
Nº dedicación a tiempo completo	1	14	5			0,625	1			0,625	0,75	1	1		25
Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras															
Número total	6	11	3			1	1		1	15	1		2	1	42
Número de Doctores	6	11	3				1		1	1	1				24
Nº dedicación a tiempo completo	5,5	9,75	2,25			1	1		1	8,75	0,75		2	1	33
Química y Análisis Agrícola															
Número total	3	12	1		3				2	1					22
Número de Doctores	3	12	1		1				2						19

Nº dedicación a tiempo completo	3	12	1		3				2	0,375				21,375
---------------------------------	---	----	---	--	---	--	--	--	---	-------	--	--	--	--------

PROFESORES DISPONIBLES POR DEPARTAMENTO

DEPARTAMENTOS	C.U.	P.T.U.	P.T.U. INTERINO	C.E.U.	P.T.E.U.	P.T.E.U. INTERINO	P.CONT.DOCT.	P.AYUD.	P.AYUD.DOCT.	P. ASOC.	P.EMER.	P.VISIT.	P.COLAB.	MAEST. LABOR.	TOTAL
Salud y Rendimiento Humano															
Número total		5	2				8		1	1					17
Número de Doctores		5	2				6		1						14
Nº dedicación a tiempo completo		5	2				7,5		1	0,75					16,25
Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones															
Número total	16	31	3		1		1	1	3	6				3	65
Número de Doctores	16	31	3				1		3	1					55
Nº dedicación a tiempo completo	16	30,5	2,75		1		1	1	3	4,5				3	62,75
Tecnología Electrónica															
Número total	4	8					1		1					1	15
Número de Doctores	4	8					1		1						14
Nº dedicación a tiempo completo	4	8					1	1						1	15
Tecnología Fotónica y Bioingeniería															
Número total	8	11					7	1							27
Número de Doctores	8	11					6								25
Nº dedicación a tiempo completo	8	10,25					7	1							26,25
Tecnologías Especiales Aplicadas a la Telecomunicación															
Número total	2	5			1	1		1	1	1			2	2	16
Número de Doctores	2	5			1				1						9
Nº dedicación a tiempo completo	2	5			1	0,75		1	1	0,75			2	2	15,5

Finalmente, hay que notar que un gran número de profesores de los Centros/Departamentos implicados en la docencia del Grado en Ingeniería Biomédica acumula una dilatada experiencia profesional en relación en el sector productivo, que se ha traducido en la firma de numerosos contratos y convenios de colaboración con un gran número de empresas así como proyectos de investigación aplicada. Este hecho facilita la posibilidad de que muchos alumnos puedan realizar un trabajo práctico tutelado en dichas empresas.

En lo relativo a las materias de Ciencias de la Salud se cuenta con profesores con títulos y larga experiencia en los temas de dichas materias biomédicas. En concreto:

- 1. Profesores del departamento de Biotecnología de Agrónomos*
- 2. Profesores del Dptº de Salud y Rendimiento Humano vinculados al ámbito de CC de la Salud;*
 - a. Cuatro doctores en medicina (tres a TC y uno a TP)*
 - b. - Un licenciado en medicina TP*
 - c. - Dos doctoras en farmacia TC*
 - d. - Un doctor en física y Lic. en CC de la Actividad Física y del Deporte a TC*
 - e. - Un fisioterapeuta y Lic. en CC de la Actividad Física y del Deporte TC*
 - f. - Dos doctores en CC de la Actividad Física y del Deporte con formación y línea de trabajo en fisiología del esfuerzo (uno TC y otro TP)*
- 3. INEF*
- 4. Doctores en ciencias de la vida de la UPM adscritos al Centro de Tecnología Biomédica que pueden colaborar en tareas de docencia del grado*
- 5. Colaboradores doctores en ciencias de la vida vinculados al Centro de Tecnología Biomédica pertenecientes a instituciones sanitarias, científicas y universitarias con las que existen Acuerdos firmados con la UPM, acuerdos en los que esa colaboración en docencia es explícita*

Además existe una colaboración formal con instituciones sanitarias con las que se cuenta para las tareas de prácticas contempladas en el Plan de Estudios

Por todo lo anteriormente expuesto, consideramos que el PDI de estos Departamentos/Centros, tanto desde el punto de vista docente como investigador, así como por su experiencia profesional, es idóneo para la puesta en marcha del título propuesto de Graduado en Ingeniería Biomédica por la UPM.

A continuación se aporta la relación del número de quinquenios y sexenios de los profesores adscritos a los distintos departamentos participantes en la impartición del título:

DEPARTAMENTOS	CATEDRÁTICOS UNIVERSIDAD	CATEDRÁTICOS E U	TITULARES UNIVERS	TITULARES EU	TOTAL
<i>Automática, Ingeniería Electrónica e Informática Industrial</i>					
Nº quinquenios	59		65	12	136
Nº sexenios	36		24		60
<i>Biología Vegetal</i>					
Nº quinquenios	31	9	19	12	71
Nº sexenios	22	1	10	0	33
<i>Biotecnología</i>					
Nº quinquenios	71	0	86	18	175
Nº sexenios	65	0	55	0	120
<i>Ciencia de los Materiales</i>					
Nº quinquenios	31	0	19	0	50
Nº sexenios	26	0	16	0	42
<i>Economía y Ciencias Sociales Agrarias</i>					
Nº quinquenios	27	0	23	0	50
Nº sexenios	16	0	11	0	27
<i>Electrónica, Automática e Informática Industrial</i>					
Nº quinquenios		3	1	22	26
Nº sexenios			1		1
<i>Física Aplicada a las Tecnologías de la Información</i>					
Nº quinquenios	16		12	22	50
Nº sexenios	14		12		26
<i>Física y Mecánica Fundamentales Aplicadas a la Ingeniería Agroforestal</i>					
Nº quinquenios	5		29		29
Nº sexenios	5		5		5
<i>Ingeniería de Sistemas Telemáticos</i>					
Nº quinquenios	67	0	93	0	160

DEPARTAMENTOS	CATEDRÁTICOS UNIVERSIDAD	CATEDRÁTICOS E U	TITULARES UNIVERS	TITULARES EU	TOTAL
Nº sexenios	32	0	30	0	62
Ingeniería Electrónica					
Nº quinquenios	23	0	33	0	56
Nº sexenios	4	0	11	0	15
Ingeniería Mecánica y de Fabricación					
Nº quinquenios	34	0	54	0	88
Nº sexenios	14	0	9	0	23
Inteligencia Artificial					
Nº quinquenios	31	0	73	0	104
Nº sexenios	20	0	28	0	48
Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software					
Nº quinquenios	45	0	105	0	150
Nº sexenios	20	0	30	0	50
Lingüística Aplicada a la Ciencia y a la Tecnología					
Nº quinquenios	0	5	67	171	243
Nº sexenios	0	1	10	0	11
Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información					
Nº quinquenios	4	0	63	0	67
Nº sexenios	3	0	9	0	12
Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras					
Nº quinquenios	21	0	22	0	43
Nº sexenios	5	0	4	0	9
Química y Análisis Agrícola					
Nº quinquenios	16	0	23	0	39
Nº sexenios	11	0	3	0	14
Salud y Rendimiento Humano					

DEPARTAMENTOS	CATEDRÁTICOS UNIVERSIDAD	CATEDRÁTICOS E U	TITULARES UNIVERS	TITULARES EU	TOTAL
Nº quinquenios	0	0	20	0	20
Nº sexenios	0	0	4	0	4
<i>Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones</i>					
Nº quinquenios	86	0	91	6	183
Nº sexenios	53	0	49	0	102
<i>Tecnología Electrónica</i>					
Nº quinquenios	22	0	32	0	54
Nº sexenios	19	0	22	0	41
<i>Tecnología Fotónica y Bioingeniería</i>					
Nº quinquenios	43	0	30	0	73
Nº sexenios	36	0	20	0	56
<i>Tecnologías Especiales Aplicadas a la Telecomunicación</i>					
Nº quinquenios	12	0	23	6	41
Nº sexenios	6	0	4	0	10

6.1.1. Previsión de profesorado y otros recursos humanos necesarios

Teniendo en cuenta la asignación del profesorado a los departamentos responsables de la docencia se ha efectuado una estimación de los recursos docentes necesarios por departamento, que se dedicarán a esta titulación, siendo la siguiente:

DEPARTAMENTOS	PEQTC*	% sobre la capacidad docente del Departamento
<i>Automática, Ingeniería Electrónica e Informática Industrial</i>	32,75	0,1%
<i>Biología Vegetal</i>	18	1,3%
<i>Biotechnología</i>	51,375	0,9%
<i>Ciencia de los Materiales</i>	18,75	2,9%
<i>Economía y Ciencias Sociales Agrarias</i>	23,25	1,0%

<i>Electrónica, Automática e Informática Industrial</i>	18,75	0,2%
<i>Física Aplicada a las Tecnologías de la Información</i>	16,75	1,4%
<i>Física y Mecánica Fundamentales Aplicadas a la Ingeniería Agroforestal</i>	12,875	1,8%
<i>Ingeniería de Sistemas Telemáticos</i>	42,5	2,2%
<i>Ingeniería Electrónica</i>	18,5	0,7%
<i>Ingeniería Mecánica y de Fabricación</i>	31,25	0,7%
<i>Inteligencia Artificial</i>	36,5	1,3%
<i>Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software</i>	69,25	0,4%
<i>Lingüística Aplicada a la Ciencia y a la Tecnología</i>	69,25	0,3%
<i>Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información</i>	25	4,1%
<i>Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras</i>	33	1,4%
<i>Química y Análisis Agrícola</i>	21,375	0,5%
<i>Salud y Rendimiento Humano</i>	16,25	3,1%
<i>Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones</i>	62,75	0,2%
<i>Tecnología Electrónica</i>	15	7,4%
<i>Tecnología Fotónica y Bioingeniería</i>	26,25	6,0%
<i>Tecnologías Especiales Aplicadas a la Telecomunicación</i>	15,5	2,0%

^(*) Profesor Equivalente a Tiempo Completo

De los datos aportados anteriormente se puede concluir que con el PDI contemplado la UPM cuenta con los recursos suficientes tanto de PDI como de PAS para desarrollar con éxito el programa formativo propuesto por lo que en este momento no se considera necesario disponer de recursos adicionales a los existentes, siendo suficiente, en su caso, cubrir las posibles vacantes de PDI y PAS que se vayan generando de acuerdo a la normativa vigente en la UPM.

EXPERIENCIA INVESTIGADORA

La actividad investigadora de los departamentos responsables de la docencia de este título puede consultarse en la Web a través del siguiente link:
http://www.upm.es/observatorio/vi/index.jsp?pageac=departamentos.jsp&tipo_centro=Departamentos

En él se puede encontrar publicada toda la información por los siguientes criterios de búsqueda:

Estructuras de investigación UPM

- Investigadores
- Grupos de Investigación
- Departamentos
- Centros I+D+i e Institutos de investigación

- *Lista de Centros UPM*
- *Cátedras Universidad-Empresa*

Propiedad Intelectual:

- *Patentes*
- *Software*

Memorias de Inv:

- *Lista de Memorias*
- *Buscador de Actividades*

Utilidades

- *Comparativas*
- *Estadísticas*

6.1.2. Mecanismos de que se dispone para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad

En relación a los mecanismos existentes relativos a la contratación del profesorado y del personal de apoyo, atendiendo a los criterios de igualdad entre hombres y mujeres y de no discriminación de personas con discapacidad, continuarán aplicándose las directrices de la Universidad Politécnica de Madrid en cumplimiento de la normativa que esté vigente en cada momento y que en la actualidad se concretan, fundamentalmente, en las siguientes leyes:

- *Ley Orgánica 3/2007 de 22 de marzo para la igualdad efectiva entre hombres y mujeres.*
- *Ley 7/2007 de 12 de abril Estatuto Básico del Empleado Público*
- *Ley 51/2003 de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.*
- *Real Decreto 2271/2004, de 3 de diciembre, por el que se regula el acceso al empleo público y la provisión de puestos de trabajo de personas con discapacidad.*

6.1.3. Necesidades de formación del Profesorado y del PAS

Por otra parte, en el Sistema de Garantía de Calidad (SGC) se incluyen procedimientos relacionados con la formación, evaluación, promoción y reconocimiento del PDI y PAS y con el modo en el se utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del Plan de Estudios. En concreto los procedimientos a los que hacemos referencia son los siguientes:

- *PR/ES/1.1/002. (PR-01) Proceso de Elaboración y Revisión de la Política y Objetivos de Calidad*
- *PR/ES/1.3/002. (PR-02) Proceso de Autoevaluación y Revisión Anual de los Planes*
- *PR/ES/2/003.(PR-03) Proceso de Revisión de Resultados y Mejora de los Programas Formativos*
- *PR/SO/1/002. (PR-12) Proceso de formación de PDI y PAS.*
- *PR/SO/1/003. (PR-13) Proceso de Evaluación, promoción y reconocimiento de PDI y PAS.*

6.2. Otros recursos humanos

Todo Proyecto Formativo requiere para su correcto desarrollo del curso, además del PDI, de otros recursos humanos como personal de administración, secretaría, personal de laboratorio, etc. La ETSI de Telecomunicación y los centros implicados disponen del número necesario de personas, 138 en total, que prestarán apoyo en las diferentes actividades que requiera la titulación.

En la siguiente tabla se muestra el personal de apoyo (PAS) con los que cuentan los centros implicados y su distribución por categorías en los diferentes servicios o dependencias donde prestan su apoyo.

Personal de Apoyo a la docencia de la ETSI de Telecomunicación			
Técnicos de laboratorio			
Grupo	Número	Funcionarios	Laborales
B1	6		6
B2	9		9
C1	13		13
C2	1		1
Totales	29		29
Otro personal de administración y servicios			
Grupo	Número	Funcionarios	Laborales
A1	4	4	
A2	5	4	1
B2	1		1
C1	46	34	12
C2	6	3	3
C3	11		11
D	10		10
Totales	83	45	38

Personal de Apoyo a la docencia de la ETSI Agrónomos			
Técnicos de laboratorio			
Grupo	Número	Funcionarios	Laborales
A1	1		1
B2	1		1
C1	3		3
Totales	5		5
Otro personal de administración y servicios			
Grupo	Número	Funcionarios	Laborales

C1	2	1	1
Totales	2	1	1

Personal de Apoyo a la docencia de la ETSI de Caminos, Canales y Puertos			
Técnicos de laboratorio			
Grupo	Número	Funcionarios	Laborales
C2	1		1
D1	2		2
Totales	3		3
Otro personal de administración y servicios			
Grupo	Número	Funcionarios	Laborales
C1	1	1	
C2	4		4
Totales	5	1	4

Personal de Apoyo a la docencia de la ETSI Informáticos			
Técnicos de laboratorio			
Grupo	Número	Funcionarios	Laborales
C	18		18
Otro personal	2		2
Totales	20		20
Otro personal de administración y servicios			
Grupo	Número	Funcionarios	Laborales
A1	4	4	
A2	14	13	1
C1	25	25	
C2	30	9	21
D	9		9
Otro personal	6		6
Totales	88	51	37

Personal de Apoyo a la docencia de la ETSI Industriales			
Técnicos de laboratorio			
Grupo	Número	Funcionarios	Laborales
B1	1		1
Totales	1		1

Nº de Personas equivalentes a tiempo completo

7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

7.1. Justificación de la adecuación de los medios materiales y servicios disponibles

El Grado en Ingeniería Biomédica se adscribe a la ETSI de Telecomunicación. La docencia se impartirá fundamentalmente en la E.T.S.I. de Telecomunicación, considerando la posibilidad de para aprovechar al máximo los recursos de la UPM, parte de la docencia se curse inicialmente y en el primer curso en la E.T.S.I Agrónomos. En todo caso la Comisión Mixta de Ordenación Académica de esta titulación, en coordinación con las Direcciones de la ETSI Agrónomos y de la ETSI Telecomunicación, organizará el horario de actividades docentes evitando desplazamientos en el mismo día entre ambos Centros a los estudiantes para poder recibir su docencia.

Los criterios utilizados para la elaboración del Plan de Estudios se han basado en la intención de formar graduados con una sólida formación en materias básicas y desde un punto de vista multidisciplinar con un fuerte profesionalización que les permitan abordar los problemas que la Ingeniería Biomédica plantea. Por esta razón, en la propuesta del Grado en Ingeniería Biomédica se contempla la existencia de cuatro especialidades dos de las cuales, denominadas “Imágenes biomédicas” y “Telemedicina” se cursarán en su totalidad en las instalaciones de la ETSI Telecomunicación y los otros dos itinerarios, agrupando materias sobre Dispositivos, Equipos, Sistemas biomédicos, Biomateriales, Biomecánica e Informática Biomédica, se desarrollarán en el campus de Montegancedo. La elección de estas especialidades se ha basado por un lado, en la existencia de un profesorado altamente cualificado y experto en esas especialidades y en la disposición de los recursos necesarios para su desarrollo en la UPM, así como en la creciente demanda de profesionales de estos sectores..

En las siguientes tablas se muestran los resúmenes generales de los recursos materiales de los que disponen los centros indicados

7.1.1. ETSI Telecomunicación.

La ETSIT-UPM dispone de una serie de medios materiales y de servicios que permiten abordar la impartición de los dos cursos de la titulación de Graduado en Ingeniería Biomédica, que ahora se propone. Todo ello sin dejar de atender a la docencia actual.

GRADUADO/A EN INGENIERÍA BIOMÉDICA POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		
Recursos Materiales y Servicios en la ETSI Telecomunicación		
RECURSO	NÚMERO	CAPACIDAD (m²)
Zona I+D		9.200
Despachos	170	5.400
Laboratorios docentes	22	3.000
Aulas	40	3.300
Biblioteca	1	1.700
Salas de reunión	14	1.400
Salas de asociaciones de estudiantes	15	540

Aulas para docencia

Las aulas que figuran en la tabla ante tienen un aforo de entre 20 y 156 alumnos cada una, totalizando 3.000 puestos entre todas. Todas las aulas disponen de una dotación mínima de VGA de proyección, retroproyector, aire acondicionado y conexión wifi, mientras que algunas poseen dotación suplementaria, como mesas de reunión, medios audiovisuales con posibilidad de realizar videoconferencias, etc.

Laboratorios de prácticas.

Los laboratorios docentes de que dispone el Centro dan servicio a las diferentes prácticas que los estudiantes realizan a lo largo de la titulación. En la tabla siguiente se recogen sus características más importantes

Laboratorio	Nº de puestos	Equipamiento más importante
Bioingeniería y telemedicina	10	PC con software MATLAB, IDL, BIOPAC Student Lab Equipo de adquisición de señales Biomedicas BIOPAC MP30
Circuitos de Alta Frecuencia y Microondas	2	Amplificador RF de 50 a 2100 MHz. Analizador de espectro 9 KHz-6.5 GHz Analizador vectorial de Redes RS 9KHz-3GHz Fuente de alimentación Generador de radiofrecuencia 250 KHz-3GHz Medidor de factor de ruido 10 MHz-3GHz
Circuitos electrónicos	40	PC con software EdColdfire, PSpice, Visual Studio osciloscopio HAMEG HM407 fuente de alimentación HAMEG HM 8040-2 generador de funciones HAMEG HM 8030-5 placa entrenadora basada en el ColdFire MCF5272 hardware adicional: ACER N35 GPS, MC35IT GPRS, kits Bluetooth y ZigBee. robots Mechatronic.
Comunicaciones	10	Osciloscopio Hameg HM 1507

		<i>Analizador de espectro Hameg HM 5011</i> <i>Multímetro Digital Hameg HM 8012</i> <i>Generador de señales de video Promax GV-298</i> <i>Generador de funciones Hameg 8030-6</i> <i>Emisores Láser/LED (650, 820 and 1300nm)</i> <i>detectores PIN (650, 820 and 1300nm)</i> <i>Generador de datos aleatorios (78Kbps and 40Mbps)</i> <i>Medidor de potencia óptica Exfo FOT-20</i> <i>Microposicionadores XYZ Owis</i> <i>Sistema de transmisión IrDA</i> <i>PC</i> <i>Carrete fibra óptica 5 km, acopladores 2X2</i> <i>Osciloscopio Hameg HM 1507</i> <i>Generador de funciones Promax GF-232</i> <i>Emisores Láser/LED (650, 820 and 1300nm)</i> <i>detectores PIN (650, 820 and 1300nm)</i> <i>Generador de datos aleatorios (78Kbps and 40Mbps)</i> <i>Medidor de potencia óptica EXFO FOT-20</i> <i>Carrete fibra óptica 5 km, acopladores 2X2 2</i> <i>PC con interfaz de comunicaciones GPIB</i> <i>Analizador de espectro Optico Hewlett Packard HP 70950B</i> <i>acoplador Multimodal 2x2 50:50</i> <i>Emisores Láser/LED (650, 820 and 1300nm)</i> <i>Carrete fibra óptica 5 km</i> <i>Circulador óptico de tres puertos 2</i> <i>Emisores Láser/LED (650, 820 and 1300nm)</i> <i>Reflectómetro Óptico dominio del tiempo Tektronix TFS 3031</i> <i>kit de soldadura de fibras ópticas Fujikara</i> <i>kit de corte de fibras ópticas Fujikara</i> <i>PC</i> <i>Emisores Láser/LED (650, 820 and 1300nm)</i> <i>láseres acoplados a fibra (3 longitudes de onda)</i> <i>Videocámara Sony Handycam Control 3</i>
<i>puestos de robótica:</i>	2	<i>Ordenadores, robots e-pucks, interfaces bluetooth para comunicación con los robots y</i> <i>diferente material para crear entornos para los robots.</i>
<i>puestos de control</i>	2	<i>ordenadores, osciloscopios, generadores de señal, fuentes de alimentación, motores, calculadores analógicos, tarjetas de adquisición de datos, tarjetas de interconexión.</i>

<i>Diseño Microelectrónico</i>	4	<i>PCs completos con una placa basada en FPGA</i>
<i>Electrónica de comunicaciones</i>	20	<i>Analizadores de espectro H.P.ESA 1500</i>
		<i>Osciloscopios Tektronix TDS 210</i>
		<i>Frecuencímetros PROMAX FD 250</i>
		<i>Gen. de funciones PROMAX GF 230</i>
		<i>Generadores de R.F. B&K 2005B</i>
		<i>Antenas STANTON de banda ancha</i>
<i>Física</i>	15	<i>material para prácticas de Mecánica y Termodinámica</i>
		<i>material para prácticas de Óptica</i>
		<i>material para prácticas de Electromagnetismo</i>
		<i>material para prácticas de Oscilaciones eléctricas</i>
<i>Ingeniería Eléctrica</i>	8	<i>Sistemas monofásicos y trifásicos</i>
		<i>Transformadores</i>
		<i>Automatismos Eléctricos: contactores, etc</i>
		<i>Motores asíncronos.</i>
		<i>Motores de corriente continua y paso a paso</i>
<i>Instrumentación virtual</i>	4	<i>Ordenador con Tarjeta de adquisición de datos</i>
		<i>Generador de funciones</i>
		<i>Fuente de alimentación</i>
		<i>Analizador dinámico de señales</i>
		<i>Osciloscopio</i>
		<i>Polímetro de sobremesa</i>
<i>Matemáticas</i>	25	<i>PC con software Maple y Matlab M1</i>
<i>Materiales</i>	20	<i>Colorímetro Jouans,</i>
		<i>baños de silicona,</i>
		<i>agitadores magnéticos con placa calefactora,</i>
		<i>polímetros,</i>
		<i>granatario Mettler de 150 g.,</i>
		<i>lupa Meopta,</i>
		<i>equipo de recubrimientos electrolíticos</i>
<i>Materiales y</i>	5	<i>PC con simuladores TRIM y SUPREM</i>

		<i>Sistema de videocomunicación</i>
		<i>Sala limpia (instalaciones de investigación del departamento). Los estudiantes usan: sistemas de depósito de películas delgadas, o hornos de oxidación, o sistemas de ataque seco y húmedo, o equipo de fotolitografía, o equipo de microsoldadura por ultrasonidos.o Microscopía óptica y electrónica de barrido,o medidor de espesores,o sistemas de caracterización eléctrica I-V y C-V.</i>
<i>Medidas eléctricas y electrónica básica</i>	40	<i>Fuente de alimentación triple</i>
		<i>Generador de funciones HP 33120^a</i>
		<i>Multímetro digital HP 34401^a</i>
		<i>Osciloscopio digital de dos canales Tektronix TDS 210</i>
		<i>Ordenador personal dotado de programa de simulación PSPICE</i>
<i>Radiocomunicaciones y Radar</i>	2	<i>Analizadores RHODE-SCHWARZ GMS/DECT-65</i>
		<i>Analizadores GSM/GPRS/UMTS,CMU-200</i>
		<i>Terminales GPRS y UMTS</i>
		<i>Terminales GSM y DECT</i>
		<i>Terminal de radioenlace 2Mb/s en UHF.</i>
		<i>Generador de R.F.</i>
		<i>Generador de datos/medidor de tasa de error.</i>
		<i>PC. con software SIRENET de planificación radio-eléctrica y Simulación de canal y software para medidas WI-FI.</i>
<i>Señales y Comunicaciones</i>	27	<i>PC,s con software Matlab, SPSS y Code Composer Studio M6, M7,</i>
<i>Síntesis de Circuitos</i>	5	<i>PC,s con software Matlab</i>
<i>Sistemas de Información en la Empresa</i>	20	<i>PC con S.O. Windows y software ERP (Enterprise resource planning) SAP R/3-4.6</i>
		<i>Material Adicional: hardware de control Robotec</i>
<i>Tecnologías de Audio-Video</i>	12	<i>PC,s con software Premiere, Wave Lab (Windows)</i>
		<i>equipos de adquisición y grabación de señales de audio y vídeo</i>
<i>Telemática</i>	130	<i>PC con S.O. Linux y Windows y las siguientes aplicaciones software: kit de desarrollo JDK Sun Java, compiladores C, ADA y Ruby, Librerías Eclipse, BlueJ, drJava, Netbeans yJunit, librerías de bases de datos HSQLDB, Herramientas de desarrollo de aplicacionesWeb: Ruby on rails, FlexBuilder, PHP, Jgroups, Herramientas de desarrollo de aplicaciones móvil: Android SDK, Sun Java Wireless Toolkit, Ericsson SDK NRG, Virtual VMware Server and ESX, Virtual VMware Workstation and Player, software de red: ns2 , OPNET, Asterisk, OpenSIPS</i>

Televisión	3	Transmisores y Reemisores de TV Analógica
		Transmisores y Repetidores (Gap-Filler) de TV Digital DVB-T
		Receptores de pantalla plana TFT
		Analizadores de Espectro Digitales
		Demoduladores Profesionales para señales de TV analógica y digital DVB-T
		Generadores de RF hasta 3GHz
		Generadores de Vídeo
		Generadores de Tramas MPEG-2
		Analizador y Generador de Audio
		Analizador y Decodificador de Flujos de Transporte MPEG-2
		Medidores de Campo para señales de TV Analógica y Digital DVB
		Analizadores de Redes de última generación
		Medidores de Potencia
Tratamiento Digital de Imágenes y Televisión Digital	12	PC,s con software Khoros/Cantata 2.2 (Linux)
		PC,s con software Matlab y LabMu
		equipos de transmisión y recepción de televisión digital

Biblioteca y recursos documentales

La biblioteca de la ETSIT-UPM (<http://www.etsit.upm.es/biblioteca.html>) pone a disposición de los estudiantes un fondo especializado en las disciplinas de la titulación de unos 30.000 textos en formato de libro, además de numerosos volúmenes en otros formatos: Vídeos, CDs, DVDs. etc. Dispone de una sala clásica con 450 puestos de lectura y una ciberteca con 60 puestos, 40 de ellos con equipamiento informático completo y el resto con tomas de red para portátiles y posibilidad de conexión wi-fi. Entre los servicios que ofrece a los estudiantes se encuentra, aparte del préstamo de libros, el préstamo de portátiles, calculadoras gráficas, cámaras de fotos y cámaras de vídeo, el préstamo de recursos para aprendizaje de idiomas o el préstamo de salas de trabajo en grupo. Es una de las tres bibliotecas de referencia de la UPM y permanece abierta con el mismo horario todos los días de la semana.

Otros recursos

En la ETSIT-UPM existen también asociaciones de estudiantes con objetivos de muy diversa índole: técnico-profesionales (EURIELEC, IEEE, ...), culturales (música, teatro, cine, ...), deportivos, etc. con locales de uso exclusivo y medios puestos a su disposición.

Hace bastantes años, la ETSIT-UPM, donde se ubican los recursos y servicios utilizados para este título, emprendió un plan de actuación para conseguir la accesibilidad universal. Este plan resultó ser una tarea bastante costosa, dada la complejidad de la estructura arquitectónica de la escuela, pero una vez concluido ha llevado a que, en la actualidad, se cumplan los requisitos de accesibilidad universal.

Por todo lo anterior, se considera que los medios materiales de que dispone el Centro son suficientes para llevar a cabo toda la actividad docente requerida por el nuevo plan sin dejar de atender a la docencia de otros planes en curso y otros compromisos docentes por venir.

7.1.2. ETSI AGRÓNOMOS

. De acuerdo con lo comentado anteriormente, considerando la posibilidad de para aprovechar al máximo los recursos de la UPM, parte de la docencia podría impartirse inicialmente y en el primer curso en la E.T.S.I Agrónomos. Teniendo esto en cuenta, se detallan los recursos potencialmente disponibles de la ETSI Agrónomos

En la siguiente tabla se muestra un resumen general de los recursos materiales de los que dispone la ETSI Agrónomos. Se puede comprobar que la dotación de equipamiento e infraestructuras son adecuados a los objetivos formativos del Plan de Estudios propuesto.

GRADUADO/A EN INGENIERÍA BIOMÉDICA POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		
Recursos Materiales y Servicios en la ETSI Agrónomos		
TIPO DE ESPACIO	NÚMERO	CAPACIDAD (EXPRESADA EN Nº DE PUESTOS)
AULAS		
AULAS	47	2.744
AULAS DE INFORMÁTICA	7	231
AULA MAGNA	1	84
AULA DE GRADOS	1	36
SALÓN DE ACTOS	1	208
BIBLIOTECA		
SALAS DE LECTURA	3	500
PUESTOS INFORMÁTICOS	8	8
BIBLIOTECAS DEPARTAMENTOS	16	125
LABORATORIOS		
DOCENCIA	31	464
INVESTIGACIÓN	29	150
TALLERES	4	20
NAVES DE GANADO	8	1290 m ²
NAVE DE MOTORES Y MAQUINARIA	1	500 m ²
INVERNADEROS	11	2000 m ²
DEPARTAMENTO DE REPROGRAFÍA	1	5
CAMPOS DE PRÁCTICAS	1	20 hectáreas
DESPACHOS	300	400

Aulas para docencia.

En la siguiente tabla se muestran la disponibilidad de las aulas de la ETSI Agrónomos en cuanto a su distribución por tamaños.

La ETSI Agrónomos cuenta con 54 aulas, con una capacidad de 2.744 puestos, con la posibilidad de impartir docencia durante horario de mañana y tarde, la capacidad total sería de,

GRADUADO/A EN INGENIERÍA BIOMÉDICA POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		
Aulas para docencia en la ETSI Agrónomos		
CAPACIDAD (EXPRESADA EN Nº DE PUESTOS)	CLASE	INFORMÁTICA
< 10		-
10 a 30	15	6
31 a 50	12	1
> 50	20	-

aproximadamente, 6.000 alumnos.

Laboratorios de prácticas

En la siguiente tabla se muestra la disponibilidad y la capacidad de los laboratorios de la ETSI Agrónomos. Cada uno de estos laboratorios está dotado de equipamiento científico permanentemente actualizado, dependiendo de las necesidades específicas de la disciplina impartida en cada uno. Además, cada año, la UPM aprueba los presupuestos para la adquisición del material fungible y el equipamiento necesario para la realización de las prácticas de cada una de las materias.

GRADUADO/A EN INGENIERÍA BIOMÉDICA POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	
Laboratorios para docencia de clases prácticas en la ETSI Agrónomos	
CAPACIDAD (EXPRESADA EN Nº DE PUESTOS)	LABORATORIOS
< 5	3
5-10	3
10-15	5
15-20	4
20-25	9
>25	7
Total	31

Algunos los laboratorios tienen una capacidad muy reducida porque en ellos se realizan prácticas con equipamiento complejo. En total la capacidad de los laboratorios de prácticas es de 464 alumnos en cada turno de prácticas. Muchos de estos laboratorios son polivalentes ya que en ellos se pueden llevar a cabo clases prácticas de varias materias relacionadas. Además, de estos laboratorios de clases prácticas la ETSI Agrónomos posee más de 20.000 m² de invernaderos, varias cámaras climáticas de crecimiento controlado de plantas, varias naves de ganado y un campo experimental de 40 ha (20 ha dedicadas a servicios y prácticas de alumnos). Parte de estas instalaciones serán empleadas por los alumnos de Ingeniería Biomédica para la realización de clases prácticas, proyectos docentes y grupos de trabajo cooperativo.

A continuación se detalla el equipamiento más destacado de que se dispone para la realización de las clases prácticas en la ETSI Agrónomos, relacionadas con las necesidades de formación del Graduado en Ingeniería biomédica.:

Equipamiento común para laboratorios Biología, Biología Celular, Bioquímica, Genética, Microbiología, etc.: Destiladores (3), sistemas de purificación de agua destilada, bidestilada, miliQ, ultrapura, pHmetros (15), baños termostáticos convencionales (14) y con agitación (6), estufas (24), secadoras de vidrio, hornos, incubadores, balanzas de precisión, dosificadores, micropipetas de precisión, desecadores, equipos de limpieza de material de laboratorio, baños con ultrasonidos (5), bandejas con agitación (7).

Equipamiento de conservación de material biológico: Neveras (30), congeladores -20 °C (25), -45 °C (4), -80°C (11), tanques de N₂ líquido (8), máquinas productoras de hielo picado (6). equipos de crio conservación (2).

Equipamiento para cultivos y manejo de material biológico en condiciones de esterilidad: Cámaras de flujo laminar (8) con sistema de esterilización mediante U-V. (6), autoclaves (8), cámaras de germinación (4), cámaras de crecimiento (12), cámaras de crecimiento visitables (4) y fitotrones (3), esterilizadores de mesa (3).

Equipamiento de conservación de material biológico: Cámaras de desecación, sistemas de conteo automático de semillas, equipos de sellado, cámaras con humedad y temperatura controladas (7).

Equipamiento de microscopia para prácticas de Biología, Genética, Biología Celular, Microbiología, etc.: Lupas binoculares (35), microscopios ópticos convencionales de prácticas (65), microscopios equipados con sistema de epifluorescencia (4), equipos de fotografía y video (7), microscopios invertidos (3), equipos de análisis de imagen (2), microscopio electrónico de barrido (1), micrótomos (4), placas calefactoras (3).

Nueve laboratorios con una capacidad de alrededor de 20 alumnos cada uno donde se pueden realizar prácticas de Biología, Bioquímica, Biología Celular, Microbiología, Genética, Fisiología, Técnicas Avanzadas en Biotecnología, etc., con su equipamiento, algunos de ellos dispones de salas contiguas con equipos y sistemas de esterilización y limpieza.

Dos laboratorios con una capacidad de unos 20 alumnos cada uno donde se pueden realizar prácticas de Química y Análisis Instrumental, con su correspondiente equipamiento.

Cinco aulas para prácticas de informática con una capacidad total para 231 alumnos con PCs, portátiles, impresoras, escáner, etc., y software multimedia, ofimática y específico para la docencia.

Biblioteca de la ETSI Agrónomos

La biblioteca de la ETSIA es un edificio moderno de nueva construcción que dispone de tres plantas con salas de lectura de libre acceso a los libros y a las revistas más recientes. La superficie de la Biblioteca es de 3600 m² y un total de 444 puestos de lectura, con una ratio 3,4 alumnos matriculados/puesto.

La biblioteca cuenta con los siguientes fondos:

*48.000 volúmenes
2.100 libros de fondo antiguo e histórico
756 proyectos fin carrera
264 vídeos
1034 revistas técnicas, 140 en curso de recepción
981 tesis doctorales presentadas en la Escuela
1.978 Mapas (Clases Agrológicas, Cultivos y Aprovechamientos, Suelos, etc.)
Acceso a bases de datos y revistas electrónicas a texto completo*

Servicios al usuario:

*Horario ampliado en periodo de exámenes. De L a V de 8 a 22 h y sábados y festivos de 9 a 22 h.
Consulta en línea del catálogo y de bases de datos y publicaciones electrónicas
Lectura en sala
Préstamo domiciliario
Préstamo interbibliotecario
Préstamo de ordenadores portátiles, etc.*

Además de los recursos de la Biblioteca central del Centro se dispone 16 bibliotecas correspondientes a Departamentos donde los alumnos pueden consultar libremente los fondos existentes. Estas bibliotecas especializadas poseen un elevado número de volúmenes y revistas científicas relacionadas con las áreas de conocimiento propias de cada uno de los Departamentos que abarcan todas las disciplinas relacionadas con la Biotecnología y sus aplicaciones.

7.1.3. CENTRO DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA

Aulas: *En El Centro de Tecnología Biomédica, disponible desde Marzo de 2011, además de los laboratorios de investigación (que se presentan a continuación), accesibles para las prácticas de los alumnos, se han previsto los medios de aulas, seminarios, salas de trabajo en equipo, biblioteca, y salón de actos para alojar el Grado en Ingeniería Biomédica.*

Bibliotecas: *Se cuenta con*

- *Centro de Documentación en Ingeniería Biomédica*
- *los recursos electrónicos disponibles a través de la biblioteca de la UPM*

Laboratorios:

- Laboratorio de Bioinstrumentation
- Laboratorio de Nanobiotechnology
- Laboratorio de Biomedical Image
 - a. Neuroimaging
 - b. Microscopy
- Laboratorio de Cognitive and Computational Neurosciences
 - a. Laboratorio de Magnetoencephalography MEG
 - b. Biosignal analysis and modeling: synchronization and inverse engineering
- Laboratorio de Computational Systems Biology
 - a. Laboratorio de Biological networks
- Laboratorio de Experimental Neurology animal models
- Laboratorio de cellular growth
- Laboratorio de Biochemistry. Biofunctionalization
- Laboratorio de Bioelectromagnetism
 - a. Unit of celular studies
 - b. Unit of clinical application
 - c. Unit of dosimetr electromagnetic fields
- Laboratory Cajal of Cortical circuits
- Laboratorio de Biomaterials and tissue engineering
- Laboratorio de BIO-TICs
- Laboratorio de Personal health care systems
- Laboratorio de Biomedical Informatics

Infraestructura disponible

Todo el equipamiento que se presenta en la tabla siguiente es el que estará disponible en los laboratorios del CTB arriba nombrados, salvo los grandes equipos disponibles en otras instituciones, referidos en la tabla y marcadas en color amarillo, con las que existirán los acuerdos pertinentes entre la UPM y la institución. Además de la infraestructura que se relaciona a continuación los acuerdos disponibles del CTB-UPM con las instituciones sanitarias proporciona un inmenso parque de equipamiento accesible y, más importante, dentro de su entorno de uso real.

Equipamiento del CTB e Instituciones de Investigación asociadas
LABORATORIO DE BIOINSTRUMENTACIÓN
Unidad de caracterización funcional
Analizador de señal DC-104KHz
AGMF Magnetometer
Picoamperímetro con 500V de fuente
Generador vectorial 250KHz-20GHz
Guiaondas, adaptadores, etc.
Contador hasta 20GHz
Analizador de señal de 9KHz-26,5GHz

<i>Pipeta Gilson manual 5ml (10ul) y complementos</i>
<i>3 transformadores de altas prestaciones</i>
<i>4 Imanes de NdFeB</i>
<i>Gaussímetro</i>
<i>sensor de efecto hall triaxial</i>
<i>Osciloscopio</i>
<i>Fuente de alimentación</i>
<i>Generador baja frecuencia <20MHz</i>
<i>Multímetro de sobremesa 8 ½ dígitos</i>
<i>Multímetro de mano</i>
<i>Software para instrumentos LabView</i>
<i>2 Ordenadores + Impresora</i>
<i>2 Interfaces GPIB para control de instrumentos</i>
<i>Tarjeta con 12 salidas 0-2KHz 0-10V, 16bits</i>
<i>9 transformadores de altas prestaciones</i>
<i>PC para interfaz del fantomas</i>
<i>Amplificador 100 KHz y 1MHz</i>
<i>Bomba presión para algómetro</i>
<i>Convertidor AD USB de cuatro canales</i>
<i>Planchas de mumetal</i>
<i>Sensor FluxGate</i>
<i>1 Convertidor AD PCI</i>
<i>Sistema de RF PXI completo hasta 2,6GHz</i>
<i>2 Sensores Glux Gate</i>
<i>Sistema activo de compensación de campo</i>
<i>22 Planchas de mumetal</i>
<i>Amplificador Lock-In</i>
<i>Sensor de temperatura</i>
<i>Software para diseño electrónica</i>
<i>Mobiliario</i>

Unidad de dosimetría de radiaciones no-ionizantes
Sistemas de dosimetría automática
Dosímetros de mano de varios rangos de frecuencia
LABORATORIO DE NANOBIOINGENIERÍA
Unidad de fabricación de nanopartículas y nanohilos magnéticos
Accesible en el ISOM-UPM
Sistema de crecimiento de materiales metálicos por electro deposición
Sistema de producción de materiales por sintetización a partir de polvos
Caracterización magnética mediante MOKE e inducción.
Medidas de transporte (magnetorresistencia, Hall....) desde 1000°C hasta 12 Kelvin
Microscopia de alta resolución por transmisión
SQUID EDAX
400m ² de Salas limpias y 300m ² de laboratorios acondicionados.
Cortadoras de disco de precisión (3 sistemas) y scribe de diamante.
Ataque seco reactivo (RIE).
Nanolitografía por haz de electrones (resolución > 0.1 micra).
Pulverización catódica (Sputtering) mediante magnetron (2 sistemas).
Sistema electrolítico Polarón (perfilómetro).
Crecimiento epitaxial por haces moleculares (MBE) y cámaras asociadas de transferencia y metalización (2 sistemas).
Depósitos de aislantes (PECVD).
Fotolitografía óptica (resolución > 1 micra) (2 sistemas).
Metalización térmica (Joule, e-beam) (5 sistemas).
Microsoldadura ultrasónica y por termocompresión (2 sistemas).
Recocido térmico convencional y rápido (RTA).
Unidad de caracterización física de las nanopartículas
Difractómetro de Rayos X de alta resolución (XRD) (2 sistemas).
Medidor de espesores (DecTac).
Microscopio electrónico de fuerzas atómicas (AFM).
Microscopio electrónico de barrido (SEM) con EDAX.
Caracterización eléctrica y óptica bajo presión hidrostática.
Caracterización eléctrica de defectos (DLTS).
Análisis de redes en RF.
Sistemas electrónicos de caracterización y medida (trazador de características, parametrizador, puentes de impedancias, osciloscopio de muestreo, generadores, nanovoltímetros, etc...
Caracterización por efecto Hall.
Caracterización magnética (Vibrating Sample Magnetometer).
Observación de dominios magnéticos con tratamiento digital de imágenes.
Medida eléctrica en profundidad (Perfilómetro de punta de mercurio)
Fotoluminiscencia UV, VIS. e IR (4 sistemas).
Espectrofotómetro de absorción FTIR (VIS, IR)
Microscopio óptico Nomarski de alta resolución.
Elipsometría.

Espectroscopia Raman.
Criogenia (5 sistemas)
Caracterización eléctrica automatizada de transistores y dispositivos (C-V, I-V, C-f, ruido 1/f, etc) hasta 1 Ghz.
Captura y análisis de imágenes.
Potenciostato
Fuentes de sputtering
Metalizadora
ISOM: Sistemas de sputtering y nanolitografía y caracterización magnética y estructural
CAL: Microscopía de alta resolución, Rayos X, SQUID, Taller mecánico, Análisis químico
LABORATORIO DE BIOQUIMICA
Síntesis de nanopartículas biofuncionales
Cámara de flujo laminar anti-ácido (HF)
Armario de ácidos
Pistola de N2
Manta térmica +agitación
Reactor de Vidrio con reflujo
Material vidrio diverso (Pipetas, buretas, probetas, vasos precipitados)
Pies y abrazaderas para vidrio
Agitador magnético
Matraz y filtro Kitasato
Horno de oxidación
Horno MW
Bombas de Vacío.
Homoginizador ultrasonidos
Horno MW para transformación en Reactor Plasma.
Técnicas de caracterización
Espectrómetro FTIR
Espectrofotómetro UV.vis
Microscopía confocal – Fluorescencia
Microscopía AFM.
Equipo de medidas electrocinéticas + Z sizer
Goniómetro de ángulo de contacto
Espectroscopías de superficies (XPS-Auger, ToF-SIMS).
Laboratorio de cultivos
Cabina estéril de flujo laminar vertical
Sistema de aspiración de líquidos para cabina de cultivos “Vacusafe Control”
Incubador para cultivos celulares con control de O2 y CO2
Citocentrífuga de mesa hasta 6.000rpm con control de temperatura
Microscopio de rutina de cultivos (contraste de fases e invertido)
Lupa binocular + fuente de luz fría
Baño termostatzado
Agitador magnético/Calefactor
Agitador orbital para placas o membranas

pHmetro
Juego de micropipetas
Pipeteadores automáticos "Pipetboy"
Balanza
Nevera 4°C/-20°C
Congelador -80°C
Lámpara ultravioleta germicida para cabina y sala de cultivos
Equipo de congelación de células (Frosties+Tanque de N2 líquido 50litros. Taylor Warton)
Sistema de filtración de medios
Sistema MilliQ de filtración de H2O
Ordenador
Vidrio, botellas, pipetas, hemocitómetros...
Laboratorio de Biología Molecular y Celular
Microscopio Leica de fluorescencia, cámara digital y software para captura de imágenes
Equipos electroforesis de proteínas completos
Equipos de transferencia de proteínas completos
Equipos electroforesis de DNA completos
Equipos electroforesis de RNA completos
Minicentrífuga
Baño termostatzado
Agitador/Calefactor
Bloque termostatzado
Juegos de micropipetas
Balanza
Balanza de precisión
Vortex
Nevera 4°C/-20°C
Campana extractora
Armario de seguridad volátiles
Termociclador PCR
Ordenador personal
Grandes aparatos para compartir con otros laboratorios CTB
Centro de Biología Molecular Severo Ochoa CBMSO-UAM
Autoclaves (AMSCO Lab.)
Máquinas lavadoras (Miele Labor G7783)
Máquina de hielo triturado
Centrífuga hasta 15.000rpm
Ultracentrífuga
Espectrofotómetro
Estufas 37°C para crecimiento de bacterias
Incubadores 37°C con agitación para cultivos bacterianos
Congelador -70°C
Máquina reveladora de películas de autorradiografía
Horno de hibridación

Arcón de hielo seco
Servicio Citometría CBMSO
Equipo de separación celular por citometría de flujo
Equipos de citometría de flujo analítica
Servicio de microscopía confocal
Microscopio de Barrido Láser confocal para muestras "in vivo"
Equipo FRET (Fluorescence Resonance Energy Transfer) in vivo compuesto por microscopio invertido Axiovert200 (Zeiss) acoplado a una cámara ccd monocroma y cambio ultrarrápido de filtros.
Servicio de microscopía electrónica
Servicio de proteómica y síntesis de péptidos
Técnicas de espectrometría de masas: Espectrómetro de masas tipo MALDI-TOF, ESI-IT, Electrospray-Trampa iónica.
Servicios de apoyo a la investigación
Parque Científico de Madrid (PCM):
Unidad de genómica:
Secuenciación y análisis de fragmentos de ADN
PCR cuantitativa a tiempo real
Impresión y análisis de microarrays
Sistema Affymetrix de marcaje, hibridación y lectura de microarrays de ADN
Control de calidad (integridad) de muestras de ARN para utilización en experimentos de microarrays de ADN
Escaneado de pantallas Phosphorimager y de geles de ADN, ARN o proteínas teñidos con una amplia gama de fluoróforos
Unidad de Proteómica:
Determinación de masas moleculares de proteínas y péptidos mediante espectrometría de masas (MALDI-TOF)
Identificación de proteínas mediante huella peptídica
Identificación de proteínas mediante huella peptídica y fragmentación de péptidos mediante espectrometría de masas (MALDI-TOF-TOF)
Secuenciación de péptidos
Separación de proteínas mediante electroforesis monodimensional, SDS-PAGE
Separación de muestras complejas de proteínas, mediante la técnica de Electroforesis Bidimensional o 2D-PAGE
Servicio de Cuantificación de Interacciones Moleculares
LABORATORIO DE APLICACIONES DE CAMPOS MAGNÉTICOS
Magnetic shielding room (Celular, animal)
Microscopio de rutina de cultivos (contraste de fases e invertido)
Sistema patch clamp, voltage clamp de registro celular
labview
bobinas helmoltz
generador de funciones
ordenadores
flux gate
LABORATORIO DE IMAGENES BIOMÉDICAS: NEUROIMAGEN

<i>Sistema de procesamiento cluster de PC</i>
<i>Entornos virtuales de trabajo y redes GRID para trabajo y procesamiento cooperativo CIBER</i>
<i>Conexión con el Supercomputador Magerit (Montegancedo-UPM)</i>
<i>Conexión con las modalidades de imágenes del Centro Nacional de Imagen Medica</i>
<i>Estaciones de trabajo de proceso de imagen</i>
<i>Sistema de comunicacioens para aplicaciones de teleproceso</i>
<i>Sistema RMN 3T; Fundación Reina Sofía. Fundación CIEN (IS Carlos III)</i>
<i>Sistema RMN 3T; Hospital Fuenlabrada</i>
<i>Sistema RMN 3T; Hospital Rúber Internacional</i>
<i>Sietema PET; Hospital Rúber Internacional</i>
LABORATORIO DE MAGNETOENCEFALOGRAFÍA
<i>Magnetoencefalógrafo multicanal para registro de toda la convexidad craneal ELEKTA</i>
Laboratorio de EEG
<i>Sistema EEG 64 canales compatible RM</i>
<i>Cascos</i>
<i>Sistemas de estimulación</i>
LABORATORIO CAJAL DE CIRCUITOS CORTICALES
<i>Microscopio electrónico con cámara digital de alta resolución JEM-1011, Jeol.</i>
<i>1 microscopio confocal Leica TCS SP5</i>
<i>2 sistemas de microinyección (microscopio, mesa antivibratoria, micomanipuladores) Olympus</i>
<i>2 Sistemas Neurolucida de análisis de imagen</i>
<i>2 Ultramicrotomos Leica EMUC6</i>
<i>1 aparato para hacer cuchillas de vidrio para microscopia electrónica, Leica EM KMR2</i>
<i>2 microscopios ópticos con sistemas de captación de imagen Olympus DP-71</i>
<i>5 ordenadores PC</i>
<i>4 arcones de -20°C</i>
<i>Mesas, sillas y material de oficina</i>
LABORATORIO DE BIOMATERIALES
Unidad de caracterización mecánica de materiales
<i>Microscopio de Fuerza Atómica</i>
<i>Máquinas servohidráulicas de ensayos mecánicos(100 kN)</i>
<i>Maquina de ensayos dinamo-termo-mecánicos</i>
<i>Celdas de ensayo con control de flujo y temperatura</i>
<i>Cámara de envejecimiento (humedad, Tª e irradiación UV)</i>
<i>Sistemas de adquisición de datos controlados por computador</i>
<i>Extensómetros ópticos,LVDT y resistivos de diversos modelos</i>
<i>Durómetros (micro y macrodurómetro Vickers)</i>
<i>Máquina de tribología y desgaste</i>
<i>Cámaras CCD</i>
<i>Microscopio electrónico ambiental de barrido con EDX</i>
<i>Microscopio de fuerzas atómicas con celda liquida</i>
<i>Nanoindentador</i>
<i>Perfilómetro laser</i>

Calorímetro diferencial de barrido
Sistema de análisis de imagen
Preparación de muestras(Metalizador, cortadoras, etc.)
Máquinas servohidráulicas de gran capacidad(1000 kN, 500 kN)
Equipo de ensayos dinámicos de gran sensibilidad NanoBionix
Cámara de ultra alto vacío (10–7 torr) para ensayos mecánicos
Hornos para ensayos y tratamientos (hasta 1850 °C)
Cámara ambiental (desde –200 hasta 600 °C)
Difractómetro de rayos X para medida de tensiones residuales
Bancos metalográficos
Barra Hopkinson
Torre de caída libre
Cañón de gas
Medidor de módulo de elasticidad por ultrasonidos
Taller de precisión
Máquinas electromecánicas de ensayos mecánicos(100 kN)
Módulo de ensayos de presurización
Cámara ambiental con control de temperatura y humedad
Microscopio confocal
NANOTOXICOLOGÍA
Laboratorio de cultivos celulares (2 cámaras de flujo laminar)
Lupa microscopio con sistema fotográfico y conexión PC
Estufa de cultivo (2 unidades)
Sistema de gases CO2/O2 (2 unidades)
Micro centrifugadora
Centrifugadora
Arcón congelador -20°C
Nevera -70°C
2 Neveras (2 unidades)
Almacén reactivos
Maquina de hielo
Espectrofotómetro VIS-UV
Balanzas de precisión
Material general de laboratorio: pipetas, pHmetro, destilador de agua
Sistemas de electroforesis, western-blot
Baños termostáticos
Agitadores magnéticos, vortex, material general de laboratorio V (2 Unidades)
LABORATORIO DE MECÁNICA COMPUTACIONAL
30 puestos en red con linux y windows
Cluster de cálculo mediante MPI con 18 procesadores i386, linux
Servidor “euler” con 4 procesadores AMD 64 bits, linux
Servidor “super” con 2 procesadores AMD 64 bits, linux
Software de elementos finitos: ABAQUS, LS-DYNA, FEAP

La UPM a través del CTB participa además en la definición y coordinación de la ICTS (Infraestructura Científico Tecnológica Singular) de IMAGEN BIOMÉDICA que se espera pueda terminar de definirse en el presente año e instalar antes del 3013, que incluye sistemas de RMN de alto campo de humanos (> 7 T) y de animales, sistemas PET de alta energía y de imagen óptica así como sistema MEG. Esta infraestructura comporta el mantenimiento y soporte técnico para la operación de esas tecnologías

7.1.4. FACULTAD DE CC DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE.INEF

Laboratorio de Fisiología del Esfuerzo:

- Tapiz rodante.
- Cicloergómetro.
- Espirómetros.
- Analizador de gases fijo y portátil.
- Electrocardiógrafo.
- Pulsómetros.
- ECO doppler vascular.
- Dinamómetros.
- Densitometría Dual de Rayos X (DXA).
- Material de antropometría y goniometría.
- Holter de tensión.
- Esfigmomanómetros.

Laboratorio de bioquímica, con capacidad para la realización de :

- Microscopio óptico
- Hemograma
- Proteinograma
- Iones en sangre
- Parámetros bioquímicos mediante autoanalizador.

Laboratorio de Biomecánica Deportiva:

- Sistema de Captura Automática del Movimiento en 3D VICON:
 - 6 Cámaras de vides de Infrarrojo de alta Velocidad.
 - Kit de marcadores y varillas de calibración
 - Data Station. Captura del movimiento en 3D
 - Software Polygon de Análisis Biomecánico
- Sistema de Fotogrametría Vídeo 2D-3D:
 - 3 cámaras de Video Mini DV.
 - 2 Cámaras de Vídeo Alta Velocidad (60-500 Hz).
 - Sistema de Calibración: Cubo desmontable de 2 x 2 x 2 m.
 - Sistema de Captura y Digitalización de Imágenes compuesto por 1

- *Magnescopio, 1 Tarjeta capturadora de Vídeo, Software.*
 - *Software de Análisis Biomecánico.*
- *Plataformas Dinamométricas Dinascam:*
 - *Dos plataformas Dinamométricas.*
 - *Software.*
 - *Pasillo de Registro de Datos: Postizo de madera encastrado en un foso para fijación de las plataformas.*
- *Sistemas de Electromiografía Delsys*
- *Sistema de Electromiografía Delsys portátil*
- *Sistema de Goniometría Biometrics*
- *Sistema de Acelerometría Biometrics*

7.2. Previsión de adquisición de los recursos materiales y servicios necesarios

La UPM dispone de recursos materiales suficientes para impartir el Grado en Ingeniería Biomédica ofertado, por lo que, no parece necesaria la adquisición de recursos materiales y servicios adicionales a los existentes y por lo tanto no se necesitan recursos financieros extraordinarios para la implantación del nuevo Plan de Estudios.

En el Sistema de Garantía Interna de Calidad se incluyen dos procedimientos que establecen la manera en la que se gestionan los servicios, así como la revisión y el mantenimiento. Dichos procedimientos se incluyen en los anexos de esta memoria:

PR/SO/3 (PR 23.) Procedimiento para la gestión de los servicios.

PR/SO/2/01 (PR 24.) Procedimiento Plan de Revisión y Mantenimiento.

8. RESULTADOS PREVISTOS

8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación

Es casi imposible establecer a priori valores cuantitativos al tratarse de titulaciones muy recientes de las que no se tiene experiencia suficientemente dilatada ni en la UPM ni en otras universidades. La experiencia mejor conocida es la de la Intensificación en Bioingeniería de la titulación en Ingeniería de Telecomunicación que, mutando de nombre, viene impartándose en la ETSI de Telecomunicación a lo largo de los últimos planes de estudios vigentes. Si se hace una extrapolación de lo ocurrido en esa intensificación a lo que cabría esperar en el Grado en Ingeniería Biomédica, resultan las siguientes cifras aproximadas.

- *Tasa de abandono: No se recuerda a ningún alumno que habiendo empezado la intensificación la abandone*
- *Tasa de eficiencia: Menos del 5%, han necesitado un periodo extraordinario para completar las materias de la intensificación*

Sin embargo parece razonable también plantear una justificación de las estimaciones que a continuación se muestran basándose en datos externos e indirectos, ante la ausencia de titulación previa parecida o con algún grado de equivalencia en la UPM, ni fuera de la UPM ya que el Grado en Ingeniería Biomédica es sumamente reciente también en otras universidades.

Dada la escasez, todavía de titulaciones como la presentada, es de esperar que las notas de corte para los alumnos de ingreso siga siendo elevada. A corto y medio plazo no se espera que las notas de corte vayan a bajar sustancialmente en todo el territorio nacional, a pesar de que el número de Universidades que ofertan este título ha aumentado algo en el último año. En concreto, el ingreso en el Grado en Ingeniería Biomédica propuesto por la UPM se espera que presente una nota de corte muy elevada, ya que tan solo hay otra Universidad pública en la Comunidad de Madrid donde se ofrece una titulación homonima, y teniendo en cuenta que el número de plazas ofertado es limitada (50).

8.1.1. Tasa de eficiencia

Al tratarse de una propuesta de grado que no procede de la conversión de título actual alguno, la propuesta de Grado en Ingeniería Biomédica por la UPM no puede sustentarse en tasas de graduación, abandono y eficiencia anteriores. En todo caso estas tasas están condicionadas al nivel de los alumnos que ingresan en el Grado, de modo que cuanto mayor sea la nota de corte mayor serán las tasas de graduación y eficiencia. Como ejemplo, se podría tomar la tasa de graduación de aquellas los programas de posgrado afines, como el Master Universitario en Telemedicina y Bioingeniería se sitúa alrededor del 80-90%. Sin embargo, estos valores no son del todo extrapolables, ya que es otro ciclo formativo, donde la eficiencia es muy alta y el abandono de alumnos prácticamente inexistente. Probablemente, el mayor fracaso educativo ocurre durante los primeros cursos, y es en este periodo donde tiene una especial importancia el nivel con que el alumno accede a la titulación, por esta razón, es muy probable, que el valor de las tasas venga fuertemente condicionado por la nota de corte.

No es descabellado esperar una tasa de eficiencia 80%-90% para los alumnos con nota media de ingreso superior a 8, entre 70%-80% para medias entre 6,5 a 8,0 y entre el 50%-70% para alumnos con nota media de ingreso entre 5,0-6,5.

Para mejorar los resultados educativos se deben tomar una serie de medidas, entre las cuales cabe destacar:

Creación de una Comisiones de Coordinación Docente tanto verticales como horizontales, estas Comisiones deberán coordinar las materias comunes del Grado de Biotecnología e Ingeniería Biomédica, las asignaturas de cada curso, las asignaturas de una determinada materia y materias de cada itinerario.

Actuaciones de acogida y formación de los alumnos de nuevo ingreso: Curso Cero, Profesores Tutores, Alumnos Mentores, etc.

Elaboración de Guías Académicas y Docentes.

Jornadas de trabajo con profesorado de diferentes Centros de la UPM, con experiencia en la implantación de medidas conducentes a mejorar el rendimiento académico en los primeros cursos y estudio de nuevas iniciativas docentes.

Implantación de las nuevas metodologías docentes y evaluadoras. Uno de los aspectos más importante del proceso de Bolonia consiste en los importantes cambios que se van a producir en las metodologías docentes y evaluadoras, lo cual debe facilitar la adquisición de las competencias propuestas. La potenciación de grupos de innovación educativa mejorará, sin duda, el rendimiento del alumnado.

Mejora de la secuencia formativa e incremento del porcentaje de asignaturas obligatorias, con prerequisites previos, que permitirá que los alumnos no se dispersen tanto y avancen en los diferentes cursos de una manera mucho más ordenada y eficiente.

Disminución del número de asignaturas optativas y ordenadas por itinerarios, de tal manera que los alumnos tienen que elegir las asignaturas fundamentalmente dentro de la optatividad elegida.

Establecimiento de indicadores de rendimiento mínimo para las asignaturas de cada semestre.

Adecuación del desarrollo del Proyecto Fin de Grado en tiempo real a los 12 créditos estipulados para esta materia. Intentar que el PFG esté inscrito en el octavo semestre del grado, para lo cual la CMOA estudiará las medidas que permitan conseguir este objetivo.

Desarrollo del Plan de Acción Tutorial que se pretende mejorar y potenciar en los nuevos Grados.

Adecuación del número de créditos de matrícula del alumno en función de los rendimientos académicos obtenidos por el alumno en los semestres previos.

8.1.2. Tasa de abandono

El nuevo Grado propuesto puede tener una tasa baja de abandono, no mayor del 15% respecto a otras titulaciones por las siguientes actuaciones:

Asegurar que el perfil de ingreso y del tipo de estudiantes estén claramente definido.

Acción Tutorial específica durante los dos primeros semestres que son los que inciden principalmente en la tasa de abandono.

Acciones de acogida y apoyo académico en asignaturas básicas, que suelen ser “cuello de botella” en el progreso hacia cursos superiores y constituyen una de las principales causas de abandono. Uno de los apoyos que pueden ser de gran utilidad es la plataforma Moodle, bien a través de “Punto de Inicio” o bien a través de contenidos específicos de estas asignaturas propuestos por los Departamentos implicados en su docencia presencial.

La puesta en marcha de todas y cada una de las actuaciones previstas para mejorar las tasas de abandono y graduación del nuevo Grado propuesto mejorará la tasa de eficiencia.

8.1.3. Indicadores

Se plantean los objetivos siguientes:

- Tasa de graduación sea mayor o igual al 50%.
- Que la tasa de eficiencia sea mayor o igual al 70%.
- Que la tasa de abandono sea inferior al 30%.
- Que el número de Trabajos Fin de Grado defendidos sea al menos el 70% de aquellos en los que se matriculen los estudiantes.

- *Que el número de Trabajos Fin de Grado defendidos anualmente sea mayor o igual a la mitad de la cantidad de profesorado estable de la UPM vinculado al Grado (medido en PEDP).*

8.2. Progreso y resultados de aprendizaje

El progreso y resultados de aprendizaje de los alumnos se valorarán mediante los siguientes mecanismos:

- *Los resultados obtenidos en las evaluaciones semestrales*
- *Los resultados obtenidos en las estancias de movilidad*
- *Encuestas de satisfacción de las empresas tras los periodos de prácticas*
- *Estudios sobre la inserción laboral de los egresados*
- *Encuestas de satisfacción de egresados*

En el apartado 9.2 de esta Memoria se detallan los procedimientos (PR) que se emplearán para recabar esos datos así como los órganos responsables de llevarlos a cabo. A partir de ellos se realizará un Proceso de Autoevaluación y Revisión Anual (PR 02) en el cual está prevista la posibilidad de una evaluación externa y el Proceso de Revisión de Resultados y Mejora de los Programas Formativos (PR 03).

En la evaluación de los conocimientos de los alumnos se seguirá el procedimiento establecido por la Univesidad Politécnica de Madrid, recogido en “Normativa reguladora de los sistemas de evaluación en los procesos formativos vinculados a los títulos de grado y máster universitario con planes de estudio adaptados al R.D. 1393/2007”, aprobada por el Consejo de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid en su sesión del 22 de Julio de 2010, a la que se puede acceder en el siguiente enlace:

http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Informacion/Normativa/Normativa_Evaluacion.pdf

9. SISTEMA DE GARANTÍA DE LA CALIDAD

Los procedimientos referenciados en esta Memoria del título de Graduado/a en Ingeniería Biomédica por la Universidad Politécnica de Madrid forman parte del Sistema Interno de Garantía Calidad de la ETSI de Telecomunicación de la UPM, cuyo diseño ha recibido el informe de “valoración final POSITIVA” de ANECA en marzo de 2010, tras participar en la convocatoria 2008 del programa AUDIT de esta agencia. Los procedimientos del SIGC fueron diseñados tomando como base los SIGC de los centros de la UPM que, en el mes de febrero de 2009 recibieron el informe de “valoración final POSITIVA” de ANECA y realizando sobre éstos las adaptaciones necesarias a las características y especificidades del mencionado centro.

Los anexos de esta memoria contienen la documentación del Sistema Interno de Garantía de la Calidad de la ETSIT-UPM, así como el informe de evaluación positiva de ANECA del diseño de dicho sistema.

Este SIGC se enmarca en el Plan Institucional de Calidad de la Universidad Politécnica de Madrid, que establece Acuerdos Programa entre el Rectorado de la Universidad y cada uno de sus Centros con el fin alinear los objetivos de los Centros con la estrategia de la UPM, y que puede ser consultado en la siguiente dirección Web:

<http://www.upm.es/innovacion/cd/index1.htm>

En el Manual del SIGC se describe la Política de Calidad de la ETSIT-UPM, inspirada en la Misión, Visión y Valores de la Institución, se identifican los grupos de Interés, los colectivos afectados por su actividad, y los agentes Implicados en el desarrollo de la Política de Calidad y la definición de los Objetivos de Calidad de la ETSIT, junto con las estrategias previstas para su consecución.

9.1. Responsables del Sistema de Garantía de la Calidad del Plan de Estudios.

El órgano responsable del SIGC será la Comisión de Calidad del Centro, que es responsable de gestionar y coordinar todos los procedimientos que conforman el Sistema de Garantía Interno de la Calidad definido en el Centro. La Comisión de Calidad del Centro ETSIT-UPM cuenta con el asesoramiento de una Unidad Técnica de Calidad, que se responsabiliza de elaborar las diferentes propuestas (definición de la política y objetivos de calidad del centro, revisión de programas formativos, etc.).

La persona responsable de coordinar el seguimiento del Sistema Interno de Garantía de la Calidad es el Adjunto al Director para Evaluación de la Calidad y Acreditación. Será responsable del Personal de Administración y Servicios adscrito a la Unidad de Calidad, así como de dirigir las

actividades de la Comisión de Calidad del Centro.

La función del Adjunto al Director para Evaluación de la Calidad y Acreditación es apoyar al Director en las siguientes actividades:

- *Elaboración y revisión del SIGC de la ETSIT-UPM.*
- *Coordinar y supervisar las tareas descritas en los procedimientos del*
- *SIGC como propias del Responsable de Calidad del Centro.*
- *Desarrollo e implantación de los Planes de Mejora derivados de la aplicación del SIGC.*
- *Representación de la ETSIT-UPM en la Comisión de Coordinación de Calidad de la Universidad Politécnica de Madrid.*
- *Acreditaciones y Certificaciones Nacionales e Internacionales de los Planes de Estudio del Centro.*
- *Gestión de los Acuerdos Programa del Centro con la UPM.*
- *Dirección funcional de la Unidad de Calidad de la ETSIT-UPM.*

Esta información se puede consultar en las siguientes referencias:

- *Manual de calidad de la ETSI de Telecomunicación de la UPM*
- *PR/ES/1.1/002 - PR Elaboración y Revisión de la Política y Objetivos de Calidad*

9.1.1. Participación de los grupos de interés en el órgano responsable del (SGC) del Plan de Estudios.

En el SIGC desarrollado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación se establece cómo los diferentes grupos de interés participan en la Comisión de Calidad, mediante una representación de la Dirección del centro, de su profesorado, de sus estudiantes, y del personal de administración y servicios, tal y como se describe en el Manual de Calidad (Apartado 7). La composición de la Comisión de Calidad se aprobó en Junta de Escuela de 30-noviembre-2009. Los grupos de interés y los agentes externos participan en el SIGC mediante dos caminos, definidos en el Manual de Calidad:

- *emitiendo su opinión a través de encuestas (PR Encuestas de Satisfacción, (PR/SO/5/002)), o mediante el PR Gestión de Incidencias, Reclamaciones y Sugerencias (PR/SO/5/001).*
- *participando en la elaboración de documentos/informes o en la toma de decisiones*

Esta información se puede consultar en la siguiente referencia:

- *Manual de calidad de la ETSI de Telecomunicación de la UPM*
- *PR/ES/1.1/002 - PR Elaboración y Revisión de la Política y Objetivos de Calidad*

9.2. Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado.

9.2.1. Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza

La información relacionada con los mecanismos para definir los objetivos de calidad del Título Graduado/a en Ingeniería Biomédica por la Universidad Politécnica de Madrid con relación a la enseñanza se puede encontrar en las siguientes referencias:

- *PR/ES/1.1/002 - PR Elaboración y Revisión de la Política y Objetivos de Calidad*
- *PR/ES/1.3/001 - PR Acuerdo Programa del Centro*
- *PR/ES/2/001 - PR Diseño de Nuevos Títulos*

La información relacionada con los procedimientos para la recogida y análisis de información sobre la calidad de la enseñanza y con el modo en que se utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios se puede encontrar en las siguientes referencias:

- *PR/ES/1.3/002 - PR Autoevaluación y Revisión Anual de los Planes*
- *PR/ES/2/003 - PR Revisión de Resultados y Mejora de los Programas Formativos*
- *PR/ES/2/001 - PR Diseño de Nuevos Títulos*
- *PR/ES/2/002 - PR Verificación de Nuevos Títulos*
- *PR/ES/1.3/001 - PR Acuerdo Programa del Centro*

La información relacionada con los procedimientos para la recogida y análisis de información sobre los resultados de aprendizaje y con el modo en que se utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios se puede encontrar en las siguientes referencias:

- *PR/ES/1.3/002 - PR Autoevaluación y Revisión Anual de los Planes*

- PR/ES/2/003 - PR Revisión de Resultados y Mejora de los Programas Formativos
- PR/ES/2/001 - PR Diseño de Nuevos Títulos
- PR/ES/2/002 - PR Verificación de Nuevos Títulos
- PR/ES/1.3/001 - PR Acuerdo Programa del Centro

9.2.2. Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad del profesorado

La información relacionada con los mecanismos para definir los objetivos de calidad del Título Graduado/a en Ingeniería Biomédica por la Universidad Politécnica de Madrid con relación al profesorado se puede encontrar en las siguientes referencias:

- PR/ES/1.1/002 - PR Elaboración y Revisión de la Política y Objetivos de Calidad
- PR/ES/2/001 - PR Diseño de Nuevos Títulos
- PR/SO/1/003 - PR Evaluación, promoción y reconocimiento de PDI y PAS
- PR/ES/1.3/001 - PR Acuerdo Programa del Centro

La información relacionada con los procedimientos para la recogida y análisis de la información sobre el profesorado (mecanismos de acceso, promoción, reconocimiento y formación) y con el modo en que se utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios se puede encontrar en las siguientes referencias:

- PR/ES/2/003 - PR Revisión de Resultados y Mejora de los Programas Formativos
- PR/SO/1/003 - PR Evaluación, promoción y reconocimiento de PDI y PAS
- PR/SO/1/002 - PR Formación de PDI y PAS

9.3. Procedimientos para garantizar la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad.

9.3.1. Procedimientos para garantizar la calidad de las prácticas externas

La información relacionada con la especificación de las actividades que aseguran el correcto desarrollo de las prácticas externas (relación con empresas y otras entidades, selección y seguimiento de los alumnos, evaluación y asignación de créditos, etc.) se puede encontrar en la siguiente referencia:

- PR/CL/2.2/002 - PR Para Regular las Prácticas en Empresas

La información relacionada con la especificación de procedimientos de evaluación, seguimiento y mejora de las prácticas externas, así como la definición de los mecanismos para la recogida y análisis de información sobre las prácticas externas y el modo en que utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios, se puede encontrar en las siguientes referencias:

- PR/CL/2.2/002 - PR Para Regular las Prácticas en Empresas
- PR/ES/2/003 - PR Revisión de Resultados y Mejora de los Programas Formativos

9.3.2. Procedimientos para garantizar la calidad de los programas de movilidad

La información relacionada con la especificación de las actividades que aseguran el correcto desarrollo de los programas de movilidad (convenios, selección y seguimiento de alumnos, evaluación y asignación de créditos, etc.) se puede encontrar en las siguientes referencias:

- PR/CL/2.3/001 - PR Movilidad de Alumnos del Centro que realizan Estudios en otras Universidades, Nacionales o Extranjeras
- PR/CL/2.3/002 - PR Movilidad de Alumnos que realizan Estudios en el Centro, procedentes de otras Universidades, Nacionales o Extranjeras

La información relacionada con la especificación de procedimientos de evaluación, seguimiento y mejora de los programas de movilidad, así como la definición de los mecanismos para la recogida y análisis de información sobre los programas de movilidad y el modo en que utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios, se puede encontrar en las siguientes referencias:

- PR/CL/2.3/001 - PR Movilidad de Alumnos del Centro que realizan Estudios en otras Universidades, Nacionales o Extranjeras
- PR/CL/2.3/002 - PR Movilidad de Alumnos que realizan Estudios en el Centro, procedentes de otras Universidades, Nacionales o Extranjeras
- PR/ES/2/003 - PR Revisión de Resultados y Mejora de los Programas Formativos

9.4 . Procedimientos de análisis de la inserción laboral de los graduados y de la satisfacción con la formación recibida.

La información relacionada con la descripción de métodos disponibles en la Universidad que

permiten la recogida y análisis de información sobre inserción laboral de los futuros graduados se puede encontrar en la siguiente referencia:

- PR/CL/2.5/002 - PR Inserción Laboral

La información relacionada con la especificación del modo en que se utilizará la información sobre la inserción laboral en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios se puede encontrar en las siguientes referencias:

- PR/CL/2.5/002 - PR Inserción Laboral
- PR/ES/2/003 - PR Revisión de Resultados y Mejora de los Programas Formativos-

Procedimientos de análisis de satisfacción con la formación

La información relacionada con la descripción de métodos disponibles en la Universidad que permiten la recogida y análisis de información sobre la satisfacción con la formación recibida se puede encontrar en la siguiente referencia:

- PR/SO/5/002 - PR Encuestas de Satisfacción

La información relacionada con la especificación del modo en que se utilizará la información sobre satisfacción con la formación en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios se puede encontrar en la siguiente referencia:

- PR/ES/2/003 - PR Revisión de Resultados y Mejora de los Programas Formativos

9.5. Procedimiento para el análisis de la satisfacción de los distintos colectivos implicados (estudiantes, personal académico y de administración y servicios, etc.) y de atención a la sugerencias y reclamaciones. Criterios específicos en el caso de extinción del título

Procedimiento para el análisis de la satisfacción de los distintos colectivos implicados

La información relacionada con la especificación de los procedimientos para la recogida y análisis de información sobre la satisfacción de los colectivos implicados en el Título se puede encontrar en la siguiente referencia:

- PR/SO/5/002 - PR Encuestas de Satisfacción

La información relacionada con la especificación del modo en que se utilizará la información sobre satisfacción de los colectivos implicados en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios se puede encontrar en la siguiente referencia:

- PR/ES/2/003 - PR Revisión de Resultados y Mejora de los Programas Formativos

Procedimiento para el análisis de la atención a las sugerencias y reclamaciones

La información relacionada con la especificación de los procedimientos adecuados de recogida y análisis de sugerencias o reclamaciones de estudiantes se puede encontrar en la siguiente referencia:

- PR/SO/5/001 - PR Gestión de Incidencias, Reclamaciones y Sugerencias

La información relacionada con la especificación del modo en que se utilizará la información de sugerencias o reclamaciones en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios (calidad de los estudios, docencia recibida, instalaciones y servicios, etc.) se puede encontrar en la siguiente referencia:

- PR/ES/2/003 - PR Revisión de Resultados y Mejora de los Programas Formativos

Procedimientos para asegurar la transparencia y la rendición de cuentas a los grupos de interés

La información relacionada con la especificación de los procedimientos para publicar la información, de forma que ésta llegue a todos los implicados o interesados, sobre el plan de estudios, su desarrollo y resultados se puede encontrar en la siguiente referencia:

- PR/ES/2/004 - PR Publicación de la Información sobre las Titulaciones que imparte el Centro

La información relacionada con la especificación de los procedimientos para publicar la información, de forma que ésta llegue a todos los implicados o interesados, sobre el perfil de ingreso se puede encontrar en la siguiente referencia:

- PR/ES/2/004 - PR Publicación de la Información sobre las Titulaciones que imparte el Centro

La información relacionada con la especificación de los procedimientos para publicar la información, de forma que ésta llegue a todos los implicados o interesados, sobre la inserción laboral de los egresados se puede encontrar en la siguiente referencia:

- *PR/ES/2/004 - PR Publicación de la Información sobre las Titulaciones que imparte el Centro*

Procedimientos para regular la extinción del plan de estudios

La información relacionada con la especificación de los criterios para interrumpir la impartición del título, temporal o definitivamente, y los mecanismos previstos para salvaguardar los derechos y compromisos adquiridos con los estudiantes (criterios referentes al número de estudiantes, a la cualificación de los profesores o a los recursos materiales) se puede encontrar en la siguiente referencia:

- *PR/ES/2/006 - PR Extinción de Planes de Estudios Conducentes a Títulos Oficiales*

10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

10.1. Calendario de implantación del título

El nuevo título de Grado se implantará de forma progresiva, según el siguiente calendario:

- Septiembre de 2011 comienza la impartición del primer curso
- Septiembre de 2012 comienza la impartición del segundo curso
- Septiembre de 2013 comienza la impartición del tercer curso
- Septiembre de 2014 comienza la impartición del cuarto curso

Cronograma de implantación de la nueva titulación

El Grado en Ingeniería Biomédica se comenzará a impartir, de ser verificado, el curso próximo 2011-2012, en los distintos centros participantes.

GRADUADO/A EN INGENIERÍA BIOMÉDICA POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID			
Cronograma de implantación de la titulación			
Curso 2011/12	Curso 2012/13	Curso 2013/14	Curso 2014/15
Implantación del Grado en Ingeniería Biomédica			
1º	1º	1º	1º
	2º	2º	2º
		3º	3º
			4º

10.2. Procedimiento de adaptación, en su caso, de los estudios existentes al nuevo plan de estudios.

No procede

10.3. Enseñanzas que se extinguen por la impartición del correspondiente título propuesto

No procede