

### 7.1 Justificación de la adecuación de los medios materiales y servicios disponibles

Se dispone de medios materiales para garantizar el desarrollo de las actividades formativas, como lo demuestra el desarrollo del Programa de Doctorado de los cursos pasados

**Aulas:** Los 6 centros participantes en el Máster en IB garantizan la dotación de aulas necesarias. La docencia se impartirá fundamentalmente en la E.T.S.I. de Telecomunicación, considerando la posibilidad de aprovechar al máximo los recursos de la UPM, entre ellos los disponibles en el Centro de Tecnología Biomédica CTB que participa en la realización de este Máster.

#### 7.1.1 Infraestructura del Centro responsable – ETSIT-UPM

La ETSI Telecomunicación de la UPM dispone de una amplia gama de infraestructuras, bibliotecas, laboratorios, aulas y equipamiento, que han sustentado sobradamente la impartición de la titulación desde su implantación y garantizan su continuidad en el futuro.

#### Laboratorios docentes específicos del centro ETSIT-UPM para el Máster Universitario en Ingeniería Biomédica:

Los laboratorios docentes de la ETSIT-UPM que específicamente se van a dar servicio a las diferentes prácticas que los estudiantes realizan a lo largo de la titulación son los siguientes:

Laboratorio	Nº de puestos	Dedicación	Equipamiento más importante
Bioingeniería y Telemedicina	10	60%	PC con software MATLAB, IDL, BIOPAC Student Lab
			Equipo de adquisición de señales biomédicas BIOPAC MP30
Ciencias Biomédicas	20	20%	20 puestos, microscopio, microcentrifugadora, equipo de adquisición análisis EEG, EMG/PE-MICROMED, espectrofotómetro luz visible/Ultravioleta-Biolab, balanza precisión
Imágenes Biomédicas	25	60%	PC con software MATLAB y entornos de procesamiento de imagen (3D Slicer)
Robótica:	2	10%	Ordenadores, robots e-pucks, interfaces bluetooth para comunicación con los robots y diferente material para crear entornos para los robots
Control	10	10%	Ordenadores, osciloscopios, generadores de señal, fuentes de alimentación, motores, calculadores analógicos, tarjetas de adquisición de datos, tarjetas de interconexión, motores y microcontroladores
Instrumentación virtual	4	15%	Ordenador con Tarjeta de adquisición de datos
			Generador de funciones
			Fuente de alimentación
			Analizador dinámico de señales
			Osciloscopio y polímetro de sobremesa

Para la realización del Trabajo Fin de Máster se dispone de los recursos de los grupos de investigación, departamentos y otros centros participantes.

### **Infraestructuras generales. Laboratorios. Recursos informáticos**

La escuela consta de cuatro edificios que albergan aulas, salas de reuniones, despachos, laboratorios docentes y de investigación, etc. Cuenta con más de 4000 puestos entre aulas y salas de reuniones. Las aulas tienen un aforo de entre 20 y 156 alumnos cada una y disponen de una dotación mínima de cañón VGA de proyección, retroproyector, aire acondicionado y conexión Wi-Fi. Algunas poseen dotación suplementaria, como mesas de reunión o medios audiovisuales con posibilidad de realizar videoconferencias. En cuanto a salas, se dispone de un Aula Magna con capacidad para 156 personas, un Salón de Actos que puede albergar a 192 personas y una Sala de Juntas con capacidad para 78 personas, entre otras.

La ETSIT cuenta también con más de 600 puestos en laboratorios docentes. Existen laboratorios de sistemas electrónicos digitales, telemática y redes de ordenadores, proceso de señales, simulación, comunicaciones ópticas, materiales e instrumentación electrónica, etc.

La escuela dispone también de un amplio repertorio de recursos informáticos y telemáticos. De hecho ha sido pionera en la implantación de diversos servicios telemáticos en España, como el correo electrónico. La dotación hardware de los laboratorios docentes referidos anteriormente, así como la de los grupos de investigación, biblioteca y ciberoteca, etc. detallados más adelante, cubre los recursos necesarios para la impartición de las titulaciones del mapa de estudios del centro. En lo que se refiere a software, los laboratorios docentes y todas las aulas de informática poseen software general de programación científica y simbólica, así como software específico para aplicaciones concretas. Por otra parte, la Universidad Politécnica de Madrid dispone de licencia Campus de diversos programas de simulación numérica y cálculo simbólico.

#### **Investigación**

Los laboratorios y centros de investigación, ubicados en su mayor parte en la superficie del centro, están dedicados a investigación y desarrollo en diversas áreas, que incluyen el procesado de señales, radiofrecuencia, redes de ordenadores, sistemas de comunicaciones, tecnologías electrónica y fotónica, nuevos materiales, bioingeniería, computación, etc. Se cuenta con 33 grupos de investigación reconocidos, además de tres institutos y centros de investigación con entidad propia, a saber:

Instituto de Energía Solar (IES)

Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y Microtecnología (ISOM)

Centro de Materiales y Dispositivos Avanzados para las TIC (CEMDATIC).

En la ETSI Telecomunicación se ejecutan actualmente varios centenares de proyectos o contratos de investigación, incluyendo numerosos proyectos financiados en concurrencia pública competitiva en los ámbitos europeo y nacional, existiendo asimismo más de setecientos convenios con empresas. Complementan esta actividad una veintena de cátedras universidad-empresa. Dichas cátedras son un medio para establecer una colaboración estratégica y duradera entre la universidad y una empresa o entidad, con el fin de llevar a cabo actividades de formación, investigación y desarrollo o transferencia de conocimientos en un área de interés común. Para la universidad representan una oportunidad de

disponer con continuidad de financiación para líneas de investigación, de instrumentos de formación de estudiantes e investigadores o intercambio de personal, y de la explotación comercial de los resultados de sus investigaciones.

### **Biblioteca y ciberteca**

La biblioteca cuenta con 460 puestos de lectura y 8 salas polivalentes para trabajo en grupo (48 puestos en total). Dispone de un fondo especializado en las disciplinas de la titulación de más de 50000 libros, además de numerosos volúmenes en otros formatos (vídeos, CDs, DVDs, etc). Entre los servicios que ofrece a los estudiantes se encuentra el préstamo de libros, portátiles, calculadoras gráficas, cámaras de fotos y cámaras de vídeo, recursos para aprendizaje de idiomas o salas de trabajo en grupo. Está abierta todos los días de la semana.

La ciberteca cuenta 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.

### **Accesibilidad**

La igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad para todos se están garantizando en la Universidad Politécnica de Madrid por la *Unidad de Atención a la Discapacidad*

<http://www.upm.es/institucional/UPM/CompromisoSocial/UnidadAtencionDiscapacidad>

En particular, en la ETSIT se cumplen todos los requisitos de accesibilidad universal, tras la aplicación de un plan de actuación específico a tal efecto.

#### **7.1.2 Infraestructuras de Departamentos y Grupos de Investigación participantes en la titulación**

Se dispone de medios materiales para garantizar el desarrollo de las actividades formativas, como lo demuestra el desarrollo del máster en los cursos pasados.

**Bibliotecas:** Además de la biblioteca del centro y los recursos online ofrecidos por la UPM, se cuenta con las bibliotecas propias de los grupos de investigación, departamentos y centros participantes a efectos de realización de Trabajos Fin de Máster.

~~Los laboratorios docentes de que dispone 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:~~

<b>Laboratorio</b>	<b>Nº de puestos</b>	<b>Equipamiento más importante</b>
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 Ópticas	10	Osciloscopio Hameg HM 1507 Analizador de espectro Hameg HM 5011 Multímetro Digital Hameg HM 8012 Generador de señales de video Promax GV-298 Generador de funciones Hameg 8030-6 Emisores Láser/LED (650, 820 and 1300nm) detectores PIN (650, 820 and 1300nm) Generador de datos aleatorios (78Kbps and 40Mbps) Medidor de potencia óptica Exfo FOT-20 Microposicionadores XYZ Owis Sistema de transmisión IrDA PC Carrete fibra óptica 5 km, acopladores 2X2 Osciloscopio Hameg HM 1507 Generador de funciones Promax GF 232 Emisores Láser/LED (650, 820 and 1300nm) detectores PIN (650, 820 and 1300nm) Generador de datos aleatorios (78Kbps and 40Mbps) Medidor de potencia óptica EXFO FOT-20 Carrete fibra óptica 5 km, acopladores 2X2-2 PC con interfaz de comunicaciones GPIB Analizador de espectro Optico Hewlett Packard HP 70950B acoplador Multimodal 2x2 50:50 Emisores Láser/LED (650, 820 and 1300nm)

		Carrete fibra óptica 5 km
		Circulador óptico de tres puertos 2
		Emisores Láser/LED (650, 820 and 1300nm)
		Reflectómetro Óptico dominio del tiempo Tektronix TFS 3031
		kit de soldadura de fibras ópticas Fujikara
		kit de corte de fibras ópticas Fujikara
		PC
		Emisores Láser/LED (650, 820 and 1300nm)
		láseres acoplados a fibra (3 longitudes de onda)
		Videocámara Sony Handycam Control 3
puestos de robótica:	-2	Ordenadores, robots e-pucks, interfaces bluetooth para comunicación con los robots y diferente material para crear entornos para los robots.
puestos de control	2-	ordenadores, osciloscopios, generadores de señal, fuentes de alimentación, motores, calculadores analógicos, tarjetas de adquisición de datos, tarjetas de interconexión.
Diseño Microelectrónico	4	PCs completos con una placa basada en FPGA
Electrónica de comunicaciones	20	Analizadores de espectro H.P.ESA 1500
		Osciloscopios Tektronix TDS 210
		Frecuencímetros PROMAX FD 250
		Gen. de funciones PROMAX GF 230
		Generadores de R.F. B&K 2005B
		Antenas STANTON de banda ancha
Física	15	material para prácticas de Mecánica y Termodinámica
		material para prácticas de Óptica
		material para prácticas de Electromagnetismo
		material para prácticas de Oscilaciones eléctricas
Ingeniería Eléctrica	8	Sistemas monofásicos y trifásicos
		Transformadores
		Automatismos Eléctricos: contactores, etc
		Motores asíncronos.
		Motores de corriente continua y paso a paso
Instrumentación virtual	4	Ordenador con Tarjeta de adquisición de datos
		Generador de funciones
		Fuente de alimentación
		Analizador dinámico de señales
		Osciloscopio
		Polímetro de sobremesa
Matemáticas	25	PC con software Maple y Matlab M1
Materiales	20	Colorímetro Jouans,
		baños de silicona,
		agitadores magnéticos con placa calefactora,

		polímetros,
		granatarioMettler de 150 g.,
		lupa-Meopta,
		equipo de recubrimientos-electrolíticos
Materiales y Tecnología	5	PC con simuladores TRIM y SUPREM
	-	Sistema de videocomunicación
	-	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. Microscopía óptica y electrónica de barrido, medidor de espesores, sistemas de caracterización eléctrica I-V y C-V.
Medidas eléctricas y electrónica básica	40	Fuente de alimentación triple
		Generador de funciones HP 33120a
		Multímetro digital HP 34401a
		Osciloscopio digital de dos canales Tektronix TDS 210
		Ordenador personal dotado de programa de simulación PSPICE
Radiocomunicaciones y Radar	2	Analizadores RHODE SCHWARZ GMS/DECT 65
		Analizadores GSM/GPRS/UMTS, CMU-200
		Terminales GPRS y UMTS
		Terminales GSM y DECT
		Terminal de radioenlace 2Mb/s en UHF.
		Generador de R.F.
		Generador de datos/medidor de tasa de error.
		PC con software SIRENET de planificación radio-eléctrica y Simulación de canal y software para medidas WI-FI.
		equipos de radar
Señales y Comunicaciones	27	PC,s con software Matlab, SPSS y CodeComposer Studio M6, M7,
Síntesis de Circuitos	5	PC,s con software Matlab
Sistemas de Información en la Empresa	20	PC con S.O. Windows y software ERP (Enterprise resource planning) SAP R/3-4.6
		Material Adicional: hardware de control Robotec
Tecnologías de Audio-Video	12	PC,s con software Premiere, Wave Lab (Windows)
		equipos de adquisición y grabación de señales de audio y vídeo

Telemática	130	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 y Junit, librerías de bases de datos HSQLDB, Herramientas de desarrollo de aplicaciones Web: 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
Televisión	3	<p>Transmisores y Reemisores de TV Analógica</p> <p>Transmisores y Repetidores (Gap-Filler) de TV Digital DVB-T</p> <p>Receptores de pantalla plana TFT</p> <p>Analizadores de Espectro Digitales</p> <p>Demoduladores Profesionales para señales de TV analógica y digital DVB-T</p> <p>Generadores de RF hasta 3GHz</p> <p>Generadores de Vídeo</p> <p>Generadores de Tramas MPEG-2</p> <p>Analizador y Generador de Audio</p> <p>Analizador y Decodificador de Flujos de Transporte MPEG-2</p> <p>Medidores de Campo para señales de TV Analógica y Digital DVB</p> <p>Analizadores de Redes de última generación</p> <p>Medidores de Potencia</p>
Tratamiento Digital de Imágenes y Televisión Digital	12	<p>PC,s con software Khoros/Cantata 2.2 (Linux)</p> <p>PC,s con software Matlab y LabMu</p> <p>equipos de transmisión y recepción de televisión digital</p>

Para la realización del Trabajo Fin de Máster se dispone de los recursos de los grupos, departamentos y otros centros participantes.

### 7.1.3 Centro de Tecnología Biomédica

~~Se dispone de medios materiales para garantizar el desarrollo de las actividades formativas, tal como lo demuestra el desarrollo del Máster en Ingeniería Biomédica en cursos pasados.~~

Los recursos materiales del CTB están a disposición del máster, prácticamente en su totalidad.

**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 específico en el tema de la Ingeniería Biomédica que será instalado en el CTB

#### Laboratorios:

Los alumnos del Máster en IB dispondrán para realizar sus prácticas, trabajos de asignaturas y Trabajo Fin

de Máster de los laboratorios del Centro de Tecnología Biomédica CTB que son:

- Laboratorio de Bioinstrumentación
- Laboratorio de Bioelectromagnetismo. Caracterización física y funcional de nanoestructuras
- Laboratorio de Biofuncionalizacion
- Laboratorio de Bioquímica
- Laboratorio de Cultivos, Microscopía. Fluorescencia, *patchclamp* y *voltageclamp*
- Laboratorio de modelos celulares y animales
- Laboratorio de efectos Biológicos de Campos Electromagnéticos
- Laboratorio Cajal de Circuitos Corticales
- Laboratorio HPC-MAGERIT: Computación de altas prestaciones
- Laboratorio de Informática Biomédica
- Laboratorio de BIO-TICs
- Laboratorio de Análisis Imágenes Biomédicas: Neuroimagen
- Laboratorio de *BrainConnectivity&Synchronization*
- Centro de Magnetoencefalografía (MEG)
- Laboratorio de Neurociencias cognitivas
- Laboratorio de Biomateriales

Laboratorios concertados:

Laboratorio de nanobioingeniería. Colaboración con GDM/ISOM-UPM: Grupo de Dispositivos Magnéticos y GDM-UCM: Grupo de Dispositivos Magnéticos

Fabricación de nanopartículas y nanohilos magnéticos

Unidad de caracterización mecánica de materiales biológicos

Laboratorio de modelado y simulación de biosistemas: IB-US: Grupo de Ingeniería Biomédica Univ. Sevilla

Laboratorio de experimentación con grandes animales: CCMI-UE: Centro de cirugía de mínima invasión. Cáceres

Unidades de soporte del CTB:

Centro de documentación de Tecnología Biomédica

Ensayos clínicos



Infraestructura de sistemas de información y comunicaciones

Transferencia tecnológica. Incubadora de empresas

Apoyo a la financiación del CTB

### 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 con las que existirán los acuerdos pertinentes entre la UPM y la institución.

<b>Equipamiento del CTB e Instituciones de Investigación asociadas</b>
<b>LABORATORIO DE BIOINSTRUMENTACIÓN</b>
<b>Unidad de caracterización funcional</b>
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
Pipeta Gilson manual 5ml (10ul) y complementos
3 transformadores de altas prestaciones
4 Imanes de NdFeB
Gaussímetro
sensor de efecto hall triaxial
Osciloscopio
Fuente de alimentación
Generador baja frecuencia <20MHz
Multímetro de sobremesa 8 1/2 dígitos
Multímetro de mano
Software para instrumentos LabView
2 Ordenadores + Impresora
2 Interfaces GPIB para control de instrumentos
Tarjeta con 12 salidas 0-2KHz 0-10V, 16bits
9 transformadores de altas prestaciones
PC para interfaz del fantomas
Amplificador 100 KHz y 1MHz

Bomba presión para algómetro
Convertidor AD USB de cuatro canales
Planchas de mumetal
Sensor FluxGate
1 Convertidor AD PCI
Sistema de RF PXI completo hasta 2,6GHz
2 Sensores GluxGate
Sistema activo de compensación de campo
22 Planchas de mumetal
Amplificador Lock-In
Sensor de temperatura
Software para diseño electrónica
Mobiliario
<b>Unidad de dosimetría de radiaciones no-ionizantes</b>
Sistemas de dosimetría automática
Dosímetros de mano de varios rangos de frecuencia
<b>LABORATORIO DE NANOBIOINGENIERÍA</b>
<b>Unidad de fabricación de nanopartículas y nanohilos magnéticos</b>
<b>Accesible en el ISOM-UPM</b>
Sistema de crecimiento de materiales metálicos por electro deposición
Sistema de producción de materiales por sinterización 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 <sup>2</sup> de Salas limpias y 300m <sup>2</sup> de laboratorios acondicionados.
Cortadoras de disco de precisión (3 sistemas) y scriber de diamante.
Ataque seco reactivo (RIE).
Nanolitografía por haz de electrones (resolución > 0.1 micra).
Pulverización catódica ( <i>Sputtering</i> ) mediante magnetrón (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).
<b>Unidad de caracterización física de las nanopartículas</b>
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 (VibratingSampleMagnometer).
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.
<i>Potenciostato</i>
<i>Fuentes de sputtering</i>

<i>Metalizadora</i>
ISOM: Sistemas de sputtering y nanolitografía y caracterización magnética y estructural
CAI: Microscopía de alta resolución, Rayos X, SQUID, Taller mecánico, Análisis químico
<b>LABORATORIO DE BIOQUIMICA</b>
<b>Síntesis de nanopartículas biofuncionales</b>
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 ultrasónicos
Horno MW para transformación en Reactor Plasma.
<b>Técnicas de caracterización</b>
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).
<b>Laboratorio de cultivos</b>
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...
<b>Laboratorio de Biología Molecular y Celular</b>
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
<b>Grandes aparatos para compartir con otros laboratorios CTB</b>
<b>Centro de Biología Molecular Severo Ochoa CBMSO-UAM</b>
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
<b>Servicio Citometría CBMSO</b>
Equipo de separación celular por citometría de flujo
Equipos de citometría de flujo analítica
<b>Servicio de microscopía confocal</b>
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.
<b>Servicio de microscopía electrónica</b>
<b>Servicio de proteómica y síntesis de péptidos</b>
Técnicas de espectrometría de masas: Espectrómetro de masas tipo MALDI-TOF, ESI-IT, Electrospray-Trampa iónica.
<b>Servicios de apoyo a la investigación</b>
<b>Parque Científico de Madrid (PCM):</b>
<b>Unidad de genómica:</b>
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
<b>Unidad de Proteómica:</b>
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
<b>LABORATORIO DE APLICACIONES DE CAMPOS MAGNÉTICOS DÉBILES</b>

Magnetic shielding room (Celular, animal)
Microscopio de rutina de cultivos (contraste de fases e invertido)
Sistema patchclamp, voltageclamp de registro celular
Labview
bobinas helmoltz
generador de funciones
Ordenadores
flux gate
<b>LABORATORIO DE IMAGENES BIOMÉDICAS: NEUROIMAGEN</b>
Sistema de procesamiento cluster de PC
Entornos virtuales de trabajo y redes GRID para trabajo y procesamiento cooperativo CIBER
Conexión con el Supercomputador Magerit (Montegancedo-UPM)
Conexión con las modalidades de imágenes del Centro Nacional de Imagen Medica
Estaciones de trabajo de proceso de imagen
Sistema de comunicacioens para aplicaciones de teleproceso
<b>Sistema RMN 3T</b> <b>Fundación Reina Sofía. Proyecto Alzheimer</b>
<b>LABORATORIO DE MAGNETOENCEFALOGRAFÍA</b>
Magnetoencefalógrafo multicanal para registro de toda la convexidad craneal
<b>Laboratorio de EEG</b>
Sistema EEG 64 canales compatible RM
Cascos
Sistemas de estimulación
<b>LABORATORIO CAJAL DE CIRCUITOS CORTICALES</b>
Microscopio electrónico con cámara digital de alta resolución JEM-1011, Jeol.
1 microscopio confocalLeica TCS SP5
2 sistemas de microinyección (microscopio, mesa antivibratoria, micomanipuladores) Olympus
2 Sistemas NeuroLucida de análisis de imagen
2 UltramicrotomosLeica EMUC6
1 aparato para hacer cuchillas de vidrio para microscopia electrónica, Leica EM KMR2
2 microscopios ópticos con sistemas de captación de imagen Olympus DP-71
5 ordenadores PC
4 arcones de -20°C
Mesas, sillas y material de oficina
<b>LABORATORIO DE BIOMATERIALES</b>
<b>Unidad de caracterización mecánica de materiales</b>
Máquinas servohidráulicas de ensayos mecánicos(100 kN)

Maquina de ensayos dinamo-termo-mecánicos
Celdas de ensayo con control de flujo y temperatura
Cámara de envejecimiento (humedad, Tª e irradiación UV)
Sistemas de adquisición de datos controlados por computador
Extensómetros ópticos,LVDT y resistivos de diversos modelos
Durómetros (micro y macrodurómetroVickers)
Máquina de tribología y desgaste
Cámaras CCD
Microscopio electrónico ambiental de barrido con EDX
Microscopio de fuerzas atómicas con celda líquida
Nanoindentador
Perfilómetro laser
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
<b>NANOTOXICOLOGÍA</b>
<i>Laboratorio de cultivos celulares (2 cámaras de flujo laminar)</i>
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)
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA COMPUTACIONAL</b>
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

### **7.2 Previsión de adquisición de los recursos materiales y servicios necesarios.**

La constante presencia de los grupos de investigación que imparten el máster en distintas convocatorias de proyectos en programas de subvención competitivos hace prever que el mantenimiento y renovación de los equipos disponibles está asegurada.

#### **Listado de entidades para la realización de prácticas externas**

Las prácticas externas se plantean en los hospitales con los que la UPM mantiene convenio de colaboración académica. Se incluye a continuación el listado de hospitales con convenio:

- Hospital Universitario Infanta Leonor
- Hospital Universitario de la Princesa
- Hospital Universitario Gregorio Marañón
- Hospital Universitario 12 de Octubre
- Centros UPS-Quirón Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas
- Unidad Central de Radiodiagnóstico CAM

Esta lista aumentará en los próximos meses cuando finalice el proceso de firma de otros 4 convenios.

De igual forma los alumnos podrán realizar prácticas en empresas. En la actualidad la Universidad Politécnica de Madrid dispone de convenios de prácticas con más de 5.000 empresas, incluyéndose a continuación una lista de aquellas más relevantes:

- Philips Iberica
- Praxair
- ATOS
- Medtronic Ibérica
- Alma IT
- Accenture
- Dräger Medical Hispania
- RGB
- General Electric Healthcare
- Everis
- INDRA
- GMV
- SENER

- Vodafone
- LUG Healthcare Technology
- Meirovich consulting