

uc3m

Universidad
Carlos III
de Madrid

MÁSTER UNIVERSITARIO EN APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA LA SALUD/MACHINE LEARNING FOR HEALTH

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Memoria¹ para la verificación de titulaciones oficiales de Grado y Máster Universitario de acuerdo con el Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad.

¹ Transitoriamente, y mientras no se disponga de una aplicación adaptada a los requerimientos del Anexo II del Real Decreto 822/2021, esta memoria se debe adjuntar transformada al formato PDF en los espacios de la actual aplicativo de verificación, preferentemente en el apartado 2 de Justificación de las enseñanzas.

1. DESCRIPCIÓN, OBJETIVOS FORMATIVOS Y JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO

TABLA 1. Descripción del título

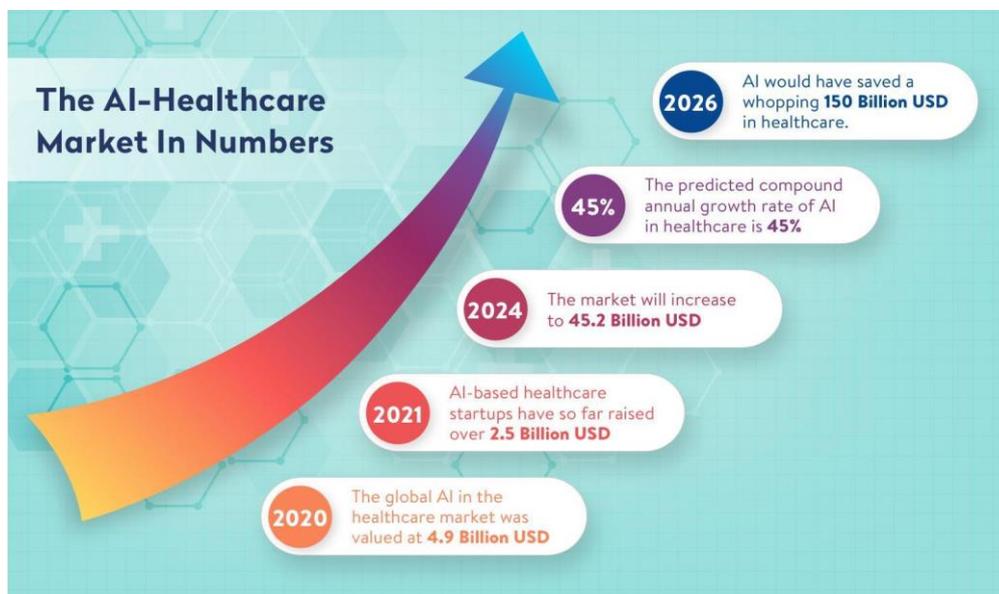
1.1. Denominación del título	MÁSTER UNIVERSITARIO EN APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA LA SALUD/ MACHINE LEARNING FOR HEALTH POR LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
1.2. Ámbito de conocimiento	Ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica e ingeniería de la telecomunicación / Electrical engineering, Electronic engineering and Telecommunication engineering
1.3. Menciones y especialidades	NO PROCEDE
1.4.a) Universidad responsable	Universidad Carlos III de Madrid
1.4.b) Universidades participantes	NO PROCEDE
1.4.c) Convenio títulos conjuntos	NO PROCEDE
1.5.a) Centro de impartición responsable	Centro de Postgrado / 28053711
1.5.b) Centros de impartición	NO PROCEDE
1.6. Modalidad de enseñanza	Presencial
1.7. Número total de créditos	60
1.8. Idiomas de impartición	Inglés
1.9.a) Número total de plazas	NO PROCEDE
1.9.b) Oferta de plazas por modalidad	Presencial: 30

1.10. Justificación del interés del título

Este máster surge como respuesta a la necesidad creciente de formación interdisciplinar en los campos de la salud y el aprendizaje automático. La unión de estas dos áreas destaca por su gran potencial de investigación y de aplicación: cada día son más las aplicaciones de ingeniería biomédica donde el uso de técnicas de tratamiento de señales, aprendizaje automático e inteligencia computacional es crucial. El aprendizaje automático, como la tecnología habilitante para la adquisición, interpretación y transformación de la información, se sitúa en “el corazón del renacimiento de la atención a la salud” [1], [2] debido a la creciente cantidad y diversidad de señales médicas generadas por nuevos dispositivos para monitorizar la salud. Igualmente, la rapidísima evolución de la imagen biomédica ha revolucionado la investigación y la asistencia médica, a la vez que su impacto económico en el funcionamiento de los centros sanitarios es cada vez más relevante. La intensificación en estas áreas orienta al estudiante hacia una salida investigadora y emprendedora en el campo del diseño y de la innovación en el área de la salud, las tecnologías biomédicas y otras aplicaciones del procesado de la información.

Forbes ya ha destacado el potencial modernizador del aprendizaje automático aplicado a la medicina [3], [4] resaltando las innumerables aplicaciones del análisis de cantidades masivas de señales para la personalización de tratamientos, las mejoras en salud preventiva y las ventajas en planificación sanitaria.

Por tanto, los profesionales con dicha formación son altamente demandados por el mercado laboral actual y previsiblemente por el futuro, como ya vaticinan muchos estudios [5], [6] que indican que esta demanda se incrementará de manera notable en los próximos años donde tenemos que subrayar la importante inversión en I+D en estas disciplinas, tanto pública como privada.



<https://www.codeglo.com/blog/the-evolution-of-ai-in-healthcare/>

Sin embargo, a pesar del gran impacto esperado, uno de los problemas que se identifican para la adopción y aplicación de estas tecnologías es la falta de profesionales con la preparación y formación en destrezas relacionadas con la inteligencia artificial y el aprendizaje automático capaces de extraer conocimiento de datos biomédicos. Moderna ya ha anunciado [7], en colaboración con la Universidad Carnegie Mellon, el lanzamiento de su Academia de Inteligencia Artificial. Esta pretende formar a los empleados en la integración de soluciones de IA y aprendizaje automático

en el sistema de Moderna. Y las grandes empresas tampoco se han quedado al margen de la auténtica revolución que supone la combinación entre la ingeniería de la salud y las tecnologías de la información: desde el gran proyecto Deepmind Health de Google [8], la tecnología cognitiva de IBM Watson [9], los servicios de Microsoft AI [10], la transformación de Amazon [11], [12] o las Apple Healthcare tools [13], garantizan que los profesionales con las competencias adquiridas en este máster serán muy demandados.

Referencias

- [1] Un nuevo aliado de los médicos, El Mundo. <https://lab.elmundo.es/inteligencia-artificial/salud.html>
- [2] Davenport T, Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J.* 2019 Jun;6(2):94-98. doi: 10.7861/futurehosp.6-2-94. PMID: 31363513; PMCID: PMC6616181.
- [3] Forbes: Artificial Intelligence In Healthcare: Separating Reality From Hype (Mar. 2018): <https://www.forbes.com/sites/robertpearl/2018/03/13/artificial-intelligence-in-healthcare/#4cc7651d1d75>
- [4] Forbes: How AI Is Transforming The Future Of Healthcare (Jan. 2018): <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/01/30/how-ai-is-transforming-the-future-of-healthcare/#638a8f143e60>
- [5] Artificial Intelligence in Health Care, Accenture: <https://www.accenture.com/us-en/insight-artificial-intelligence-healthcare>
- [6] The Evolution of AI in Healthcare, CodeGlo. <https://www.codeglo.com/blog/the-evolution-of-ai-in-healthcare/>
- [7] Moderna Launches AI Academy in Partnership with CMU, CMU News, <https://www.cmu.edu/news/stories/archives/2021/december/moderna-ai-academy.html>
- [8] DeepMind Health Care: Helping clinicians get patients from test to treatment, faster (Feb. 2017): <https://deepmind.com/applied/deepmind-health/>
- [9] IBM Watson: <https://www.ibm.com/watson/>
- [10] Microsoft AI: <https://www.microsoft.com/en-us/ai/default.aspx>
- [11] WIRED: Inside Amazon's Artificial Intelligence Flywheel (Jan. 2018): <https://www.wired.com/story/amazon-artificial-intelligence-flywheel/>
- [12] The New York Times: Amazon Wants to Disrupt Health Care in America. In China, Tech Giants Already Have (Jan. 2018): <https://www.nytimes.com/2018/01/31/technology/amazon-china-health-care-ai.html>
- [13] Healthcare Apple: <https://www.apple.com/healthcare/>

Orientación del Título:
Investigación

Justificación del Título propuesto y la orientación:

Se ha elegido para este máster un nombre que resulte claramente descriptivo de las habilidades que proporciona, a la vez que no replique ningún otro título de máster en España. Por otra parte, la unión de las tecnologías de aprendizaje automático, tratamiento de datos e ingeniería biomédica constituye un campo bien identificado (como se deduce de los programas de formación internacionales en este ámbito).

El título describe las competencias que el alumno va a adquirir: La denominación Machine Learning for Health pone de manifiesto la formación interdisciplinar entre las áreas del aprendizaje automático y salud, e incluye de manera concisa los elementos clave y diferenciadores respecto a otras ofertas formativas ya existentes. El término

“Machine Learning” indica que el máster incluirá métodos de inteligencia artificial en los que se desarrollará algoritmia capaz de aprender a partir de los datos. Con el término “Health” se manifiesta que se impartirán conocimientos de bioingeniería y serán el campo de aplicación de los métodos anteriores. Por lo que consideramos que el título debe reflejar claramente la relación entre ambos campos y cómo las técnicas de aprendizaje máquina ayudarán a la resolución de problemas del área de salud y, por ello, denominarse “Machine Learning for Health”.

Por otro lado, cabe destacar que este título evita cualquier tipo de redundancia con otros másteres existentes en la universidad, en nombre y en contenido.

Por último, indicar que respecto al ámbito de conocimiento (Ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica e ingeniería de la telecomunicación) hay poca duda de que resulta adecuado ya que es el único que combina la interdisciplinariedad del contenido formativo previsto.

1.11. Objetivos formativos

1.11.a) Principales objetivos formativos del título

El objetivo general de este programa de máster es formar a investigadores con los conocimientos y competencias necesarios en el uso y desarrollo de métodos o modelos para el análisis de señal y datos, así como trabajar con señales e imágenes de origen médico.

Una vez finalizado el máster, el estudiante debe ser capaz de:

- Conocer las peculiaridades de la adquisición de datos y tratamiento de información en el ámbito de las señales e imágenes biomédicas.
- Diseñar procedimientos de estimación y decisión a partir de señales e imágenes empleando modelado estadístico.
- Manejar con soltura los conceptos y fundamentos matemáticos necesarios para el análisis, diseño e implementación de algoritmos de aprendizaje automático avanzado para su funcionamiento bajo unas especificaciones dadas, en especial, en el ámbito de la biomedicina.
- Y, finalmente, abordar un problema biomédico desde una perspectiva de ingeniería basada en el adquisición y tratamiento de señales y/o imágenes biomédicas.

1.11.b) Objetivos formativos de las menciones o especialidades

NO PROCEDE

1.12. Estructuras curriculares específicas y justificación de sus objetivos

NO PROCEDE

1.13. Estrategias metodológicas de innovación docente específicas y justificación de sus objetivos

NO PROCEDE

1.14. Perfiles fundamentales de egreso a los que se orientan las enseñanzas

El título propuesto combina las disciplinas de ingenierías en aprendizaje automático y en salud, y pretende formar investigadores que sean expertos en herramientas de análisis de señal y datos, con especial énfasis en su uso con señales e imágenes de origen médico. La formación proporcionada por el máster tendrá una fuerte fundamentación teórica, que permita a los futuros egresados aplicar sus conocimientos para diseñar métodos novedosos del aprendizaje automático en aquellas situaciones que lo requieran.

Cabe destacar que la orientación del máster es principalmente investigadora, es decir, el objetivo es la formación de investigadores para su posterior integración en un programa de doctorado y, consecuentemente, para la realización de una tesis doctoral.

No obstante, el perfil de los egresados está muy demandando en el mercado laboral, lo que facilitará a los egresados del programa poder incorporarse a algún centro o grupo de investigación y desarrollo dentro de alguna empresa del sector (ya sea al acabar el máster o tras finalizar su tesis doctoral) o que, incluso, puedan realizar su tesis doctoral en colaboración con alguna de estas empresas en el marco de un doctorado industrial.

1.14.bis) Actividad profesional regulada habilitada por el título

NO PROCEDE

2. RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y DE APRENDIZAJE

2.1. Conocimientos o contenidos (*Knowledge*)

- K1: Conocimiento del origen físico de los diferentes tipos de señales e imágenes biomédicas.
 - K2: Conocimiento de las diferentes técnicas de aprendizaje automático avanzado para resolver problemas de clasificación, regresión y no supervisados.
 - K3: Conocimiento de las técnicas de estimación estadística de parámetros, filtrado estadístico y teoría de la decisión aplicada a señales.
 - K4: Conocimiento de técnicas específicas para el tratamiento de datos en salud, ya sean basadas en modelado probabilísticos, técnicas de optimización, aprendizaje profundo, programación distribuida para el tratamiento de cantidades masivas de datos o aproximaciones específicas del procesado de imágenes biomédicas.
 - K5: Conocimiento y manejo de las principales tecnologías involucradas en extracción, procesado y análisis de imagen biomédica.
 - K6: Conocimiento de aspectos teóricos y fundamentos matemáticos de algoritmos de aprendizaje automático, así como la comprensión de algoritmos avanzados de aprendizaje automático especialmente relevantes en aplicaciones concretas de biomedicina
 - K7: Conocimiento de los conceptos fundamentales del método científico, así como sus implicaciones éticas.
 - K8: Conocimiento de las técnicas de aprendizaje máquina y salud necesarias para desarrollar de forma individual un trabajo original y riguroso con carácter innovador, relacionado con alguna o varias de las materias objeto de la titulación.
-
- *K1: Knowledge of the physical origin of different types of biomedical signals and images.*
 - *K2: Knowledge of the different advanced machine learning techniques to solve classification, regression and unsupervised problems.*
 - *K3: Knowledge of statistical parameter estimation techniques, statistical filtering and decision theory applied to signals.*
 - *K4: Knowledge of specific techniques for data processing in health, whether based on probabilistic modeling, optimization techniques, deep learning, distributed programming for processing massive amounts of data or other specific approaches to biomedical image processing.*
 - *K5: Knowledge and handling of the main technologies involved in biomedical image extraction, processing and analysis.*

- *K6: Knowledge of theoretical aspects and mathematical foundations of machine learning algorithms and the understanding of advanced machine learning algorithms especially relevant in specific biomedical applications.*
- *K7: Knowledge of the fundamental concepts of the scientific method, as well as its ethical implications.*
- *K8: Knowledge of the necessary machine learning and health techniques to develop an original and rigorous work with innovative character, related to one or more of the courses of the degree.*

2.2. Habilidades o destrezas (*Skills*)

- S1: Maneja las herramientas básicas que permiten registrar de forma digital señales e imágenes biomédicas.
 - S2: Habilidad para el manejo de las herramientas de aprendizaje automático para diseñar, implementar y evaluar algoritmos de aprendizaje para diferentes tipos de datos.
 - S3: Habilidad para diseñar procedimientos de estimación y decisión a partir de señales e imágenes empleando modelado estadístico.
 - S4: Habilidad para diseñar y evaluar algoritmos de aprendizaje automático incluyendo modelado probabilístico, optimización, aprendizaje profundo, programación distribuida o del procesado de imágenes.
 - S5: Habilidades para abordar un problema desde una perspectiva de ingeniería basada en el adquisición y tratamiento de imágenes biomédicas.
 - S6: Habilidad para manejar las técnicas avanzadas de aprendizaje automático, así como adaptar o formular técnicas nuevas y específicas para su aplicación en problemas de biomedicina.
 - S7: Tiene las habilidades para poner en práctica los fundamentos del método científico y considerando sus implicaciones éticas.
 - S8: Tiene las habilidades para desarrollar un trabajo de investigación original y riguroso con carácter innovador, relacionado con alguna de las materias objeto de la titulación, de forma individual.
-
- *S1: Manage the basic tools that allow the digital recording of biomedical signals and images.*
 - *S2: Ability to use machine learning tools to design, implement and evaluate learning algorithms for different types of data.*
 - *S3: Ability to design estimation and decision procedures from signals and images using statistical modeling.*
 - *S4: Ability to design and evaluate machine learning algorithms including probabilistic modeling, optimization, deep learning, distributed programming or image processing.*
 - *S5: Ability to approach a problem from an engineering perspective based on biomedical image acquisition and processing.*

- *S6: Ability to handle advanced machine learning techniques, as well as to adapt or formulate new and specific techniques for application in biomedical problems.*
- *S7: Ability to develop a research work following the fundamentals of the scientific method and considering its ethical implications.*
- *S8: Skills to develop an original and rigorous research work with innovative character, related to any of the courses of the degree, individually.*

2.3. Competencias (*Competences*)

- C1: Emplear el conocimiento sobre el origen fisiológico subyacente en las señales e imágenes médicas para extraer información clínica de ellas.
 - C2: Diseño e implementación de modelos de aprendizaje automático y saber utilizarlos adecuadamente en función de las necesidades del problema.
 - C3: Diseño de procedimientos de estimación y detección a partir de señales e imágenes empleando modelado estadístico.
 - C4: Diseño e implementación de métodos del aprendizaje automático incluyendo algunos conocimientos de técnicas avanzadas como pueden ser de optimización, modelado probabilístico, aprendizaje profundo, programación distribuida o de procesamiento de imágenes médicas.
 - C5: Diseño de procedimientos para la adquisición, tratamiento y análisis de imágenes biomédicas.
 - C6: Resolver problemas de biomedicina haciendo uso de algoritmos de aprendizaje automático.
 - C7: Plantear y abordar un trabajo de investigación siguiendo los fundamentos del método científico y considerando sus implicaciones éticas.
 - C8: Elaborar, presentar y defender adecuadamente en público un Trabajo Fin de Máster, original y riguroso, relacionado con alguna de las materias objeto de la titulación, de forma individual y ante un tribunal.
-
- *C1: Use knowledge about the underlying physiological origin of medical signals and images to extract clinical information from them.*
 - *C2: Design and implementation of machine learning models, as well as using them properly according to the needs of the problem.*
 - *C3: Design of estimation and detection procedures from signals and images using statistical modeling.*
 - *C4: Design and implementation of machine learning methods including some knowledge of advanced techniques such as optimization, probabilistic modeling, deep learning, distributed programming or medical image processing.*
 - *C5: Design procedures for the acquisition, processing and analysis of biomedical images.*
 - *C6: Solve biomedical problems using machine learning algorithms.*

- *C7: Plan and approach a research work following the fundamentals of the scientific method and considering its ethical implications.*
- *C87: Elaborate, present and defend adequately in public an original and rigorous Master's Thesis, related to any of the subjects of the degree, individually and in front of a panel of judges.*

TABLA RESUMEN DE CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y COMPETENCIAS POR MATERIA

	M1	M2	M3	M4	M5	M6 TFM
CONOCIMIENTOS						
K1	X					
K2	X					
K2	X					
K4		X				
K5			X			
K6				X		
K7					X	
K8						X
HABILIDADES						
S1	X					
S2	X					
S3	X					
S4		X				
S5			X			
S6				X		
S7					X	
S8						X
COMPETENCIAS						
C1	X					
C2	X					
C3	X					
C4		X				
C5			X			
C6				X		
C7					X	
C8						X

3. ADMISIÓN, RECONOCIMIENTO Y MOVILIDAD

3.1. Requisitos de acceso y procedimientos de admisión de estudiantes

3.1.a) Normativa y procedimiento general de acceso

REQUISITOS DE ACCESO A MÁSTERES UNIVERSITARIOS

- 1) Estar en posesión de alguno de los siguientes títulos (de acuerdo con lo establecido en el artículo 18 del RD 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad):
 - Título universitario oficial de Graduada o Graduado español o equivalente, o en su caso disponer de otro título de Máster Universitario, o títulos del mismo nivel que el título español de Grado o Máster expedidos por universidades e instituciones de educación superior de un país del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior) que en dicho país permita el acceso a los estudios de Máster.
 - Título de sistemas educativos ajenos al EEES equivalentes al título de Grado, sin necesidad de la homologación del título, pero sí de comprobación por parte de la universidad del nivel de formación que implican, siempre y cuando en el país donde se haya expedido dicho título permita acceder a estudios de nivel de postgrado universitario.

Los requisitos de acceso al título se encuentran publicados en la web de cada programa de Máster, dentro de la pestaña de Admisión y se proporciona información de la misma a través del buzón de Admisión (admission@postgrado.uc3m.es) y de los diferentes canales de contacto (<https://www.uc3m.es/postgrado/contacto>) a todos los estudiantes interesados en la misma.

Se amplía esta información para estudiantes que hayan realizado estudios fuera de España a través de la siguiente web:

<https://www.uc3m.es/postgrado/estudiante-internacional/legalizacion-titulos-extranjeros>.

- 2) Requisitos específicos del Máster Universitario en Aprendizaje Automático para la Salud / Machine Learning for Health:

REQUISITOS DE ACCESO

Para acceder a este máster es necesario estar en posesión de un título de grado de ingeniería de Telecomunicaciones, Ingeniería y Ciencia de Datos, Ingeniería Informática, Ingeniería Industrial (especialidades de Electrónica Industrial y Automática e Ingeniería eléctrica), o Ingeniería Biomédica u otras titulaciones afines a estas, como Grados en Matemáticas u otras Ingenierías

Se definen unos complementos formativos para facilitar la incorporación de estudiantes con distintos perfiles haciendo hincapié en aquellos perfiles sin conocimientos de Bioingeniería, Aprendizaje Máquina y Estadística. Es un bloque

compuesto por tres cursos con contenidos para adquirir las competencias necesarias para iniciar el programa de máster, que se cursarán en función del perfil y conocimientos previos de los solicitantes.

REQUISITOS DE IDIOMA

Dado que el inglés es el idioma oficial del programa, se requiere un alto nivel de conocimientos de inglés escrito y hablado equivalente al Nivel B2 del Marco Común Europeo de Referencia (MCERL). Los requisitos del idioma no se exigirán a aquellos estudiantes cuya lengua materna es el inglés o a estudiantes que hayan completado sus estudios universitarios de grado en inglés, previa presentación de la documentación correspondiente.

Adicionalmente, el Centro de Idiomas de la UC3M tiene el objetivo de fomentar el interés de la comunidad universitaria por los idiomas y organizar y coordinar su enseñanza.

Ver normativa sobre requisitos de idioma inglés de la Universidad:
<https://www.uc3m.es/postgrado/requisitos-idiomas>

REQUIREMENTS FOR ACCESS TO UNIVERSITY MASTER'S DEGREES

- 1) To be in possession of any of the following qualifications (in accordance with the provisions of article 18 of RD 822/2021, of September 28th, which establishes the organization of university education and the insurance procedure of its quality):
 - Official university degree of Spanish Graduate or equivalent, or if applicable, have another University Master's degree, or degrees of the same level that the Spanish Bachelor's or Master's degree issued by universities and higher education institutions of a country of the EHEA (European Space of Higher Education) that grants access to Master studies.
 - Degree from educational systems outside the EHEA equivalent to the Bachelor's degree, exempting the need for the homologation of the degree. The university will verify the level of education training of the degree, provided that in the country where the degree has been issued allows access to graduate studies.

The requirements for access to the degree are published on the website of each Master's program, in the Admission tab of each Master's degree program. Information is provided information is provided through the Admissions mailbox (admission@postgrado.uc3m.es) and the different contact channels (<https://www.uc3m.es/postgraduate/contact>) to all interested students.

More information for students who have studied outside Spain can be found on the following link: <https://www.uc3m.es/postgraduate/international-student/legalization-foreign-degrees>.

- 2) Specific requirements of the Master's Degree in Machine Learning for Health:

ENTRY REQUIREMENTS

To access this master's degree, it is necessary to hold a degree in Telecommunications Engineering, Data Engineering and Data Science, Computer Science and Computer Engineering, Electrical Engineering, Biomedical Engineering or Bioengineering or another similar qualification, such as mathematics or other engineering.

A block of training complements is defined to facilitate the incorporation of students with different profiles, with focus on those profiles without knowledge of Bioengineering, Machine Learning and Statistics. This block is composed of three courses with the required contents to acquire the necessary competences to start the master's program, which will be taken according to the profile and previous knowledge of the applicants.

LANGUAGE REQUIREMENTS

Since English is the official language of the program, a high level of written and spoken English is required, equivalent to a B2 of the Common European Framework of Reference for Languages (CEFR). Language requirements will not apply for students whose native language is English or who have completed undergraduate studies in English upon presentation of appropriate documentation.

In addition, the UC3M Language Centre aims to promote the interest of the university community in languages and to organise and coordinate their teaching.

This web site: <https://www.uc3m.es/postgraduate/language-requirements> shows general information about the minimum levels for UC3M master's degrees languages.

3.1.b) Criterios y procedimiento de admisión a la titulación

PERFIL DE INGRESO

El máster está orientado a graduados en las ramas de ingeniería de las siguientes familias de titulaciones:

- Ingeniería de Telecomunicación,
- Ingeniería y Ciencia de Datos,
- Ingeniería Informática,
- Ingeniería Industrial (especialidades de Electrónica Industrial y Automática e Ingeniería eléctrica),
- Ingeniería Biomédica y Bioingeniería,
- u otras titulaciones afines a estas, como Grados en Matemáticas u otras Ingenierías

También se requerirá un nivel intermedio de inglés (nivel B2 del Common European Framework), dado que el idioma de impartición de las enseñanzas será el inglés. Este conocimiento deberá acreditarse a través de una prueba de idiomas, o bien mediante una acreditación nacional o internacional suficiente (Escuela de Idiomas, British Council, University of Cambridge, etc.).

CRITERIOS DE ADMISIÓN

CRITERIOS DE ADMISIÓN	PONDERACIÓN
-----------------------	-------------

Expediente académico de los estudios del acceso	60%
Experiencia investigadora	10%
Calificaciones obtenidas en materias esenciales para cursar el máster	15%
Motivación, interés y cartas de recomendación	10%
Experiencia profesional y otros méritos académicos (premios, becas, estancias internacionales, etc.)	5%

PROCEDIMIENTO DE ADMISIÓN

El futuro estudiantado realiza su solicitud de admisión *online* al máster o másteres de su elección. Una vez confirmada por medio de la aplicación informática, el personal de administración y servicios del Centro de Postgrado revisa la misma a los efectos de verificar el correcto envío de la documentación necesaria, que estará publicada en la página web del Máster, contactando con el estudiante en caso de necesidad de subsanación de algún documento, o validando la candidatura en caso de estar completa.

La Uc3m establece un período ordinario de solicitud de admisión que comprende de diciembre a mayo. Después, puede iniciarse un periodo extraordinario hasta el mes de septiembre en caso de no estar cubiertas todas las plazas ofertadas según la titulación.

La solicitud de admisión validada pasará al Comité de Dirección, que estudiará la candidatura en base a los criterios y ponderaciones indicados anteriormente, primando la objetividad. Los Criterios de Admisión permiten al estudiante conocer, de forma pública y transparente, sus posibilidades de ser admitido al programa y, al mismo tiempo, permiten al Comité de Dirección realizar una relación ordenada de los candidatos según las valoraciones obtenidas por ellos.

A continuación, se procederá a comunicar al estudiante su admisión al Máster, la denegación de admisión motivada o su inclusión en una lista de espera provisional.

Los diferentes pasos para el proceso de admisión, así como el enlace directo para acceder a la aplicación *online*, se explican de forma secuenciada en el siguiente enlace:

<https://www.uc3m.es/postgrado/admision/proceso>

En el margen derecho de la mencionada web, se indican diferentes enlaces y guías para que el estudiante sepa cómo manejar la aplicación informática que le permitirá realizar la solicitud y pagar la reserva de plaza.

Además, se proporcionan diversos enlaces a información de apoyo que remiten a otras partes del proceso y que son especialmente relevantes en varias de sus fases posteriores: matrícula, ayudas al estudio o trámites de visado para estudiantes internacionales.

ENTRY PROFILE (OR APPLICANT'S PROFILE)

The Master of Machine Learning for Health is mainly aimed at engineering graduates of the following families:

- Telecommunications Engineering
- Data Engineering and Data Science
- Computer Science and Computer Engineering
- Electrical Engineering
- Biomedical Engineering or Bioengineering
- or another similar qualification, such as mathematics or other engineering

An intermediate level of English (Common European Framework level B2) will also be required, as the instruction language will be English. This knowledge must be accredited through a language test, or through a sufficient national or international accreditation (Language School, British Council, University of Cambridge, etc.).

ADMISSION CRITERIA

ADMISSION CRITERIA	SCORING
Academic record	60%
Research experience	10%
Grades in essential courses to the Master's programme	15%
Motivation, interest and recommendation letters	10%
Professional experience and other academic merits (awards, grants, international stays, etc.)	5%

ADMISSION PROCESS

Prospective students apply online for admission to the master's degree(s) of their choice. Once confirmed through the application platform, the administration and services staff of the Graduate School reviews it to verify the correct submission of the necessary documentation, which will be published on the website of the Master, contacting the student in case of need of correction of any document, or validating the application if it is complete.

UC3M opens the ordinary admission application period from December to May. Afterwards, an extraordinary admission period may be opened until the month of September if not all the Master places offered are covered.

The validated application for admission will be submitted to the Management Committee, which will study the application based on the criteria indicated above, in an objective and impartial manner. The Admission criteria allow the student to know, in a public and transparent way, their chances of being admitted to the program and, at the same time, allow the Management Committee to make a list of the candidates sorted by the evaluations obtained.

The student will then be notified of: his or her admission to the Master's program; a reasoned refusal of admission; or inclusion on a provisional waiting list.

The different steps for the admission process, as well as the direct link to access the online application, are explained at the following link:

<https://www.uc3m.es/postgraduate/admission/process>

In the right margin of the mentioned web, different links and guides are indicated so that the student learns how to use the application platform that will allow him or her to make the application and pay the reservation fee.

In addition, various links are provided to support information that refer to other parts of the process and that are especially relevant in its subsequent phases: enrollment, scholarships or visa procedures for international students.

COMPLEMENTOS FORMATIVOS

Para homogeneizar el perfil interdisciplinar de los alumnos, se proponen los siguientes complementos formativos:

- Asignatura 1: Introducción a Bioseñales y Bioimágenes (3ECTS)
- Asignatura 2: Introducción al Aprendizaje Automático (2 ECTS)
- Asignatura 3: Introducción al Procesado Estadístico de Señales (2ECTS)

De manera general, según el perfil de entrada, se establece lo siguiente:

- Los alumnos procedentes en grados en Ciencia de Datos e Ingeniería de Telecomunicación deberán cursar la Asignatura 1.
- Los alumnos procedentes de grados en Bioingeniería deberán cursar las Asignaturas 2 y 3.
- Los alumnos procedentes de grados en Ingeniería Informática deberán cursar las Asignaturas 1 y 3.

El resto de los perfiles de ingreso deberán cursar los tres complementos formativos.

No obstante, la comisión académica del máster se encargará de evaluar el perfil de los estudiantes, considerando el curriculum impartido en el centro de procedencia y la formación específica de cada uno, pudiendo asignar en algún caso complementos adicionales o eximiendo la realización de alguno de ellos.

COMPLEMENTARY TRAINING COURSES

To homogenize the interdisciplinary profile of the students, the following training complements are proposed:

- Course 1: Introduction to Biosignals and Bioimaging (3ECTS).
- Course 2: Introduction to Machine Learning (2 ECTS)
- Course 3: Introduction to Statistical Signal Processing (2ECTS).

In general terms, depending on the entry profile, the following is established:

- Students coming from degrees in Data Science and Telecommunication Engineering must take Course 1.
- Students coming from degrees in Bioengineering must take Courses 2 and 3.
- Students coming from degrees in Computer Engineering must take Courses 1 and 3.

The rest of the admission profiles must take the three training complements.

However, the academic committee of the master's degree will be responsible for evaluating the profile of the students, considering the curriculum imparted in the university of origin and the specific training of each student, being able to assign in some cases additional complements or excluding the study of some of them.

DENOMINACIÓN DE LOS COMPLEMENTOS FORMATIVOS	
COMPLEMENTOS FORMATIVOS PARA EL MÁSTER EN APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA LA SALUD / COMPLEMENTARY TRAINING COURSES FOR THE MASTER IN MACHINE LEARNING FOR HEALTH	
NÚMERO DE CRÉDITOS ECTS	CARÁCTER DE LA MATERIA
7	Complemento Formativo / Complementary training
DURACIÓN Y UBICACIÓN TEMPORAL DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS	
DURACIÓN: 2 semanas	UBICACIÓN: antes del inicio del curso
RESULTADOS DE APRENDIZAJE QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE	
<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer los fundamentos de los principales tipos de señales e imágenes biomédicas. • Identificar el origen de señales e imágenes biomédicas y la aplicación en biomedicina de la información extraída de ellas. • Conocer las bases del aprendizaje automático: métodos básicos, procedimientos de selección de parámetros y evaluación de modelos. • Conocer y manejar los métodos de básicos del tratamiento estadístico de señales: teoría de la probabilidad, procesos estocásticos y álgebra lineal • Recognize the fundamentals of the main biomedical signals and images. • Identify the origin of biomedical signals and images and how apply the information extracted from them in biomedicine. • Know the basics of machine learning: basic methods, parameter selection procedures and model evaluation. • Know and handle the basic methods of statistical signal processing: probability theory, stochastic processes and linear algebra. 	

ACTIVIDADES FORMATIVAS DE LA MATERIA INDICANDO SU CONTENIDO EN HORAS Y % DE PRESENCIALIDAD

Cod.	Actividad	Horas	Horas presenciales (8-12)
AF3	Clases teórico-prácticas / Theoretical and practical classes	33	33
AF4	Prácticas de laboratorio / Laboratory practices	24	24
AF5	Tutorías / Tutoring	16	0
AF6	Trabajo en grupo / Group work	35	0
AF7	Trabajo individual del alumno / Individual work	70	0
AF8	Exámenes parciales y finales / Partial and final exams	4	4
	Total Horas	182	61

METODOLOGÍAS DOCENTES QUE SE UTILIZARÁN EN ESTA MATERIA

- MD1: Exposiciones en clase del profesor con soporte de medios informáticos y audiovisuales, en las que se desarrollan los conceptos principales de la materia y se proporciona la bibliografía para complementar el aprendizaje de los alumnos.
 - MD2: Lectura crítica de textos recomendados por el profesor de la asignatura
 - MD3: Resolución de casos prácticos, problemas, etc.... planteados por el profesor de manera individual o en grupo
 - MD4: Exposición y discusión en clase, bajo la moderación del profesor de temas relacionados con el contenido de la materia, así como de casos prácticos
 - MD5: Elaboración de trabajos e informes de manera individual o en grupo
-
- MD1: Class lectures by the professor with the support of computer and audiovisual media, in which the main concepts of the course are developed and complemented with bibliography.
 - MD2: Critical reading of texts recommended by the professor of the course.
 - MD3: Resolution of practical cases, problems, etc. posed by the teacher individually or in groups.
 - MD4: Presentation and discussion in class, under the moderation of the professor, of topics related to the content of the course, as well as case studies.
 - MD5: Elaboration of works and reports individually or in groups.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN. INDICAR SU PONDERACIÓN MÁXIMA Y MÍNIMA

Cód. Act.	Sistema de Evaluación	Ponderación	
		Máxima	Mínima
SE1	Participación en clase / Class participation	20%	0%
SE2	Trabajos individuales o en grupo realizados durante el curso / Individual or team work done during the course	100%	0%
SE3	Exámenes individuales parciales y/o finales / Individual partial and/or final exams	60%	0%

ASIGNATURAS DE LA MATERIA

Asignatura:	Créditos	Cuatrim.	Carácter	Idioma
<i>Introducción a Bioseñales y Bioimágenes / Introduction to Biosignals and Bioimaging</i>	3	1	Optativa	Inglés
<i>Introducción al Aprendizaje Automático / Introduction to Machine Learning</i>	2	1	Optativa	Inglés
<i>Introducción al Procesado Estadístico de Señales / Introduction to Statistical Signal Processing</i>	2	1	Optativa	Inglés

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

- *Introducción a Bioseñales y Bioimágenes*
 - Origen de las señales biomédicas
 - Registro de Señales biomédicas
 - Principios físicos de las imágenes biomédicas
 - Modalidades de imagen médica
- *Introducción al Aprendizaje Automático*
 - Python como lenguaje de programación para el aprendizaje automático
 - Pipeline del aprendizaje máquina: Preprocesado, entrenamiento del modelo, validación de parámetros y métricas de evaluación
 - Modelos de regresión lineal y polinómica
 - Modelos de clasificación básicos: Regresión logística, árboles de decisión
 - Aprendizaje no supervisado: PCA y K-medias
- *Introducción al Procesado Estadístico de Señales*
 - Teoría de la probabilidad: introducción, variables aleatorias, funciones de distribución y de densidad de probabilidad, esperanza matemática y momentos
 - Procesos estocásticos: introducción, estadísticos de primer y segundo orden, estacionariedad y densidad espectral de potencia
 - Álgebra lineal: introducción, álgebra matricial y descomposiciones matriciales
- *Introduction to Biosignals and Bioimaging.*
 - Origin of biomedical signals.
 - Recording of Biomedical Signals
 - Physical principles of biomedical imaging.
 - Medical imaging modalities.
- *Introduction to Machine Learning*
 - Python as a programming language for machine learning.
 - Machine learning pipeline: preprocessing, model training, parameter validation and evaluation metrics.
 - Linear and polynomial regression models.
 - Basic classification models: Logistic regression, decision trees.
 - Unsupervised learning: PCA and K-means.
- *Introduction to Statistical Signal Processing.*

- Probability theory: introduction, random variables, probability distribution and density functions, mathematical expectation and moments.
- Stochastic processes: introduction, first- and second-order statistics, stationarity and power spectral density
- Linear algebra: introduction, matrix algebra and matrix decompositions

LENGUAS EN QUE SE IMPARTIRÁ LA MATERIA

Inglés

OBSERVACIONES.

Los complementos formativos están formados por tres asignaturas de 2 y 3 créditos, que se impartirán de manera presencial durante las dos primeras semanas de septiembre antes del inicio del máster. La comisión académica del máster decidirá los créditos que deberán cursar los candidatos según su perfil de ingreso, esperando que los alumnos solo tengan que cursar uno o dos de estos cursos.

The complementary training consists of three courses of 2 and 3 credits, which will be taught during the first two weeks of September before the start of the master's degree. The academic committee of the master's degree will decide the credits to be taken by each student according to his/her admission profile, hoping that students will only have to take one or two of these courses.

3.2. Criterios para el reconocimiento y transferencias de créditos

<https://www.uc3m.es/postgrado/matricula/reconocimiento-creditos>

TABLA 3. Criterios específicos para el reconocimiento de créditos

Reconocimiento por enseñanzas superiores no universitarias:	0 ECTS
NO APLICA	
Reconocimiento por títulos propios:	9 ECTS
<i>Podrá reconocerse cualquier materia del plan de estudios del máster, a excepción del TFM, que sea equiparable en carga crediticia, contenidos, competencias y resultados de aprendizaje a la cursada en el título propio correspondiente.</i>	
Reconocimiento por experiencia profesional o laboral:	0 ECTS
NO APLICA	

3.3. Procedimientos para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida

El máster apuesta por la internacionalización. En el curso 2021/22 se ofertaron tres plazas en movilidad, dentro del programa Erasmus+ Máster, dos de ellas en Aalto University y una en Tampere University, ambas en Finlandia, y como resultado de ello, una de las estudiantes del máster pudo disfrutar de esta formación.

Se sigue trabajando para cerrar nuevos convenios similares de los que puedan beneficiarse los estudiantes del máster, bien vía complemento internacional o bien mediante la promoción de dobles títulos internacionales. En los siguientes links se recoge la información general sobre movilidad outgoing e incoming y sobre dobles titulaciones internacionales que tiene la Universidad:

- Movilidad Erasmus + Máster UC3M:
https://www.uc3m.es/ss/Satellite/SecretariaVirtual/es/TextoMixta/1371225757457/Erasmus+_Master
- Estudiantes internacionales en la UC3M (incoming):
<https://www.uc3m.es/estudios/estudiantes-internacionales/intercambio-postgrado>
- Dobles titulaciones internacionales | UC3M:
<https://www.uc3m.es/estudios/dobles-titulaciones-internacionales>

4. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

4.1. Estructura básica de las enseñanzas

4.1.a) Resumen del plan de estudios

DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS	
Créditos obligatorios	21
Créditos optativos	30
Créditos Prácticas externas	0
Créditos TFM	9
TOTAL CRÉDITOS	60

Tabla 4a. Resumen del plan de estudios (estructura cuatrimestral)

	Cuatrimestre 1	Cuatrimestre 2																																																									
	ECTS: 30	ECTS: 30																																																									
Curso 1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ASIGNATURAS</th> <th>Tip o</th> <th>EC TS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Biosignals & Bioimages / Bioseñales y bioimágenes</td> <td>OB</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Machine Learning / Aprendizaje automático</td> <td>OB</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Statistical Signal Processing / Tratamiento estadístico de señales</td> <td>OB</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Deep Learning / Aprendizaje profundo</td> <td>OP</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Biomedical Image Processing / Tratamiento de imágenes biomédicas</td> <td>OP</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Modelado de Datos/Data Modelling</td> <td>OP</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Data intensive computing / Computación intensiva en datos</td> <td>OP</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Optimization / Optimización</td> <td>OP</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>	ASIGNATURAS	Tip o	EC TS	Biosignals & Bioimages / Bioseñales y bioimágenes	OB	6	Machine Learning / Aprendizaje automático	OB	6	Statistical Signal Processing / Tratamiento estadístico de señales	OB	6	Deep Learning / Aprendizaje profundo	OP	6	Biomedical Image Processing / Tratamiento de imágenes biomédicas	OP	6	Modelado de Datos/Data Modelling	OP	6	Data intensive computing / Computación intensiva en datos	OP	6	Optimization / Optimización	OP	6	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ASIGNATURAS</th> <th>Tip o</th> <th>ECT S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Medical image reconstruction / Reconstrucción de imágenes médicas</td> <td>OP</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Surgical navigation and imaging / Imágenes y navegación quirúrgica</td> <td>OP</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Neuroimaging / Neuroimagen</td> <td>OP</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Computer Vision / Visión por ordenador</td> <td>OP</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Teoría de la información para el aprendizaje automático/ Information Theory for Machine Learning</td> <td>OP</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Tecnologías del habla para salud/Speech technologies for health</td> <td>OP</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Procesado del lenguaje Natural/ Natural Language Processing</td> <td>OP</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Personalized medicine / Medicina personalizada</td> <td>OP</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Inteligencia Artificial en radiología y microscopía / Artificial Intelligence in radiology and microscopy</td> <td>OP</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	ASIGNATURAS	Tip o	ECT S	Medical image reconstruction / Reconstrucción de imágenes médicas	OP	6	Surgical navigation and imaging / Imágenes y navegación quirúrgica	OP	3	Neuroimaging / Neuroimagen	OP	3	Computer Vision / Visión por ordenador	OP	6	Teoría de la información para el aprendizaje automático/ Information Theory for Machine Learning	OP	6	Tecnologías del habla para salud/Speech technologies for health	OP	3	Procesado del lenguaje Natural/ Natural Language Processing	OP	3	Personalized medicine / Medicina personalizada	OP	3	Inteligencia Artificial en radiología y microscopía / Artificial Intelligence in radiology and microscopy	OP	3
	ASIGNATURAS	Tip o	EC TS																																																								
	Biosignals & Bioimages / Bioseñales y bioimágenes	OB	6																																																								
	Machine Learning / Aprendizaje automático	OB	6																																																								
	Statistical Signal Processing / Tratamiento estadístico de señales	OB	6																																																								
	Deep Learning / Aprendizaje profundo	OP	6																																																								
	Biomedical Image Processing / Tratamiento de imágenes biomédicas	OP	6																																																								
	Modelado de Datos/Data Modelling	OP	6																																																								
	Data intensive computing / Computación intensiva en datos	OP	6																																																								
	Optimization / Optimización	OP	6																																																								
ASIGNATURAS	Tip o	ECT S																																																									
Medical image reconstruction / Reconstrucción de imágenes médicas	OP	6																																																									
Surgical navigation and imaging / Imágenes y navegación quirúrgica	OP	3																																																									
Neuroimaging / Neuroimagen	OP	3																																																									
Computer Vision / Visión por ordenador	OP	6																																																									
Teoría de la información para el aprendizaje automático/ Information Theory for Machine Learning	OP	6																																																									
Tecnologías del habla para salud/Speech technologies for health	OP	3																																																									
Procesado del lenguaje Natural/ Natural Language Processing	OP	3																																																									
Personalized medicine / Medicina personalizada	OP	3																																																									
Inteligencia Artificial en radiología y microscopía / Artificial Intelligence in radiology and microscopy	OP	3																																																									

		Metodologías de Investigación / Research Skills	OB	3
		Master Thesis / Trabajo Fin de Máster	TF M	9

El programa consta de 60 ECTS a estudiar en 2 cuatrimestres con la siguiente estructura:

CUATRIMESTRE 1 (30 ECTS):

- **MATERIA 1 - FORMACIÓN BÁSICA:** Formada por 3 asignaturas obligatorias de 6 ECTS cada una.
- **MATERIA 2 - MÉTODOS Y HERRAMIENTAS PARA INTELIGENCIA COMPUTACIONAL:** Contiene 5 asignaturas optativas de 6 ECTS cada una. Los alumnos deben elegir dos de estas cuatro asignaturas.

CUATRIMESTRE 2 (30 ECTS):

- **MATERIA 3 - IMÁGENES MÉDICAS Y VISIÓN POR ORDENADOR:** Compuesta por varias asignaturas optativas de 3 y 6 ECTS sobre el procesado y análisis de datos basados en imágenes médicas.
- **MATERIA 4 - APRENDIZAJE MÁQUINA EN SALUD:** Compuesta por varias asignaturas optativas de 3 y una de 6 ECTS sobre métodos avanzados de aprendizaje máquina relevantes en áreas específicas de la salud.
- **MATERIA 5 - MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN:** Con una asignatura obligatoria de 3 ECTS asociada a habilidades de investigación.
- **MATERIA 6 - TRABAJO DE FIN DE MÁSTER**

Para completar los 30 ECTS del Cuatrimestre 2, los estudiantes cursarán los 12 ECTS de la materia 5 y, adicionalmente, deberán elegir un total de 18 ECTS entre las asignaturas de las materias 3 y 4, eligiendo un mínimo de 6 ECTS en cada materia.

Tabla 4b. Resumen del plan de estudios por materias y asignaturas

MATERIA	ASIGNATURA	ECTS	Tipo	Curso	CT
MATERIA 1 (M1): FORMACIÓN BÁSICA / CORE COURSES	(M1.A1) Bioseñales y bioimágenes / Biosignals & Bioimages	6	OB	1	1
	(M1.A2) Aprendizaje automático / Machine Learning	6	OB	1	1
	(M1.A3) Tratamiento estadístico de señales / Statistical Signal Processing	6	OB	1	1
TOTAL ECTS MATERIA		18			
MATERIA 2 (M2): MÉTODOS Y HERRAMIENTAS PARA	(M2.A1) Aprendizaje profundo / Deep Learning	6	OP	1	1
	(M2.A2) Tratamiento de imágenes biomédicas / Biomedical Image Processing	6	OP	1	1

MATERIA	ASIGNATURA	ECT S	Tipo	Cur so	CT
INTELIGENCIA COMPUTACIONAL / METHODS AND TOOLS FOR COMPUTATIONAL INTELLIGENCE	(M2.A3) Modelado de Datos/Data Modelling	6	OP	1	1
	(M2.A4) Computación intensiva en datos / Data intensive computing	6	OP	1	1
	(M2.A5) Optimización / Optimization	6	OP	1	1
TOTAL ECTS MATERIA		30			
MATERIA 3 (M3): IMÁGENES MÉDICAS Y VISIÓN POR ORDENADOR / MEDICAL IMAGING AND COMPUTER VISION	(M3.A1) Reconstrucción de imágenes médicas / Medical image reconstruction	6	OP	1	2
	(M3.A2) Imágenes y navegación quirúrgica / Surgical navigation and imaging	3	OP	1	2
	(M3.A3) Neuroimagen / Neuroimaging	3	OP	1	2
	(M3.A4) Visión por ordenador / Computer Vision	6	OP	1	2
TOTAL ECTS MATERIA		18			
MATERIA 4 (M4): APRENDIZAJE AUTOMÁTICO EN SALUD / MACHINE LEARNING FOR HEALTH	(M4.A1) Teoría de la información para el aprendizaje automático/ Information Theory for Machine Learning	6	OP	1	2
	(M4.A2) Tecnologías del habla para salud/Speech technologies for health	3	OP	1	2
	(M4.A3) Procesado del lenguaje Natural/ Natural Language Processing	3	OP	1	2
	(M4.A4) Medicina personalizada / Personalized medicine	3	OP	1	2
	(M4.A5) Inteligencia Artificial en radiología y microscopía / Artificial Intelligence in radiology and microscopy	3	OP	1	2
TOTAL ECTS MATERIA		18			
MATERIA 5 (M5) METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN	(M5.A1) Metodologías de Investigación / Research Skills	3	OB	1	2
TOTAL ECTS MATERIA		3			
MATERIA 6 (M6): TRABAJO FIN DE MÁSTER / MASTER THESIS	(M6.A1) Trabajo Fin de Máster / Master Thesis	9	TFM	1	2
TOTAL ECTS MATERIA		9			

4.1.b) Plan de estudios detallado

Plan de estudios detallado

Materia 1 (M1): FORMACIÓN BÁSICA / CORE COURSES					
Número de créditos ECTS	18				
Tipología	Obligatorio / Mandatory				
Organización temporal	Cuatrimestre nº1 / First semester				
Resultados del aprendizaje	K1, K2, K3 S1, S2, S3 C1, C2, C3				
Metodologías docentes	MD1, MD2, MD3, MD4, MD5				
Actividades formativas	Tipo de actividad	Horas totales	Horas presenciales (8-12)	Horas no presenciales	
	AF3	84	84	0	
	AF4	63	63	0	
	AF6	90	0	90	
	AF7	222	0	222	
	AF8	9	9	0	
	Total	468	156	312	
Sistemas de evaluación	Denominación			Mínimo	Máximo
	SE1			0	20
	SE2			0	100
	SE3			0	60
Asignaturas	Denominación	ECTS	Cuatr	Tipología	Idioma
	(M1.A1) Bioseñales y bioimágenes / Biosignals & Bioimages	6	1	OB	Inglés/English
	(M1.A2) Aprendizaje automático / Machine Learning	6	1	OB	Inglés/English
	(M1.A3) Tratamiento estadístico de señales / Statistical Signal Processing	6	1	OB	Inglés/English
Contenidos	<p>Esta materia proporciona una formación básica y obligatoria sobre el procesado de señales y datos biomédicos. Para ello se revisan los principales tipos de señales e imágenes biomédicas, los métodos de tratamiento estadístico de señales, así como los de aprendizaje automático.</p> <p><u>Temas específicos de cada asignatura:</u></p> <p><u>(M1.A1)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Fuentes de señales fisiológicas e imágenes: principios físicos Métodos de adquisición de señales biomédicas Física de la imagen médica Radiación electromagnética y sus efectos en el tejido biológico Concepto de multimodalidad y de imagen molecular Principios de cuantificación de imágenes Modelo de información DICOM y su uso para la transmisión de ficheros <p><u>(M1.A2)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Revisión del análisis y preprocesado de datos Conjuntos para clasificación/regresión 				

	<ul style="list-style-type: none"> ● Métodos del núcleo: Support Vector Machines para clasificación y regresión ● Procesos Gaussianos ● Aprendizaje no supervisado: clustering espectral, detección de novedad ● Reducción de la dimensionalidad con métodos núcleo: KPCA, KPLS,... ● Selección de características <p><u>(M1.A3)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Estimación de parámetros: ML, MAP, MMSE, estimación lineal y estimación espectral. ● Filtrado óptimo y adaptativo. ● Teoría de la detección básica: test de hipótesis simples y evaluación de prestaciones. Criterio de Neyman-Pearson y cociente de verosimilitudes ● Teoría de la detección avanzada: test de hipótesis compuestas y evaluación de prestaciones. Cociente de verosimilitudes generalizado, tests óptimos y tests invariantes. <p>This subject provides a basic and compulsory training in the processing of biomedical signals and data. To this end, the main types of biomedical signals and images, the state of art of methods in statistical signal processing and machine learning are reviewed.</p> <p><u>Specific themes of each course:</u></p> <p><u>(M1.A1)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Sources of physiological signals and images: physical principles. ● Methods of biomedical signal acquisition. ● Physics of medical imaging ● Electromagnetic radiation and its effects on biological tissue. ● Concept of multimodality and molecular imaging. ● Principles of image quantification ● DICOM information model and its use for the transmission of files <p><u>(M1.A2)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Review of data analysis and preprocessing. ● Ensembles for classification/regression ● Kernel methods: Support Vector Machines for classification and regression ● Gaussian processes for classification and regression ● Gaussian processes ● Unsupervised learning: spectral clustering, novelty detection ● Dimensionality reduction with kernel methods: KPCA, KPLS,.... ● Feature selection <p><u>(M1.A3)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Parameter estimation: ML, MAP, MMSE, linear estimation and spectral estimation. ● Optimal and adaptive filtering. ● Basic detection theory: simple hypothesis testing and performance evaluation. Neyman-Pearson criterion and likelihood ratio. ● Advanced detection theory: composite hypothesis testing and performance evaluation. Generalized likelihood ratio, optimal tests and invariant tests.
--	--

Materia 2 (M2): MÉTODOS Y HERRAMIENTAS PARA INTELIGENCIA COMPUTACIONAL / METHODS AND TOOLS FOR COMPUTATIONAL INTELLIGENCE

Número de créditos ECTS	30
-------------------------	----

Tipología	Optativa / Optional				
Organización temporal	Cuatrimestre nº1 / First Semester				
Metodologías docentes	MD1, MD2, MD3, MD4, MD5				
Actividades formativas	Tipo de actividad	Horas totales	Horas presenciales (8-12)	Horas no presenciales	
	AF3	140	140	0	
	AF4	105	105	0	
	AF6	150	0	150	
	AF7	370	0	370	
	AF8	15	15	0	
	Total	780	260	520	
Sistemas de evaluación	Denominación			Mínimo	Máximo
	SE1			0	20
	SE2			0	100
	SE3			0	60
Asignaturas	Denominación	ECTS	Cuatr.	Tipología	Idioma
	(M2.A1) Aprendizaje profundo / Deep Learning	6	1	OP	Inglés/English
	(M2.A2) Tratamiento de imágenes biomédicas / Biomedical Image Processing	6	1	OP	Inglés/English
	(M2.A3) Modelado de Datos/Data Modelling	6	1	OP	Inglés/English
	(M2.A4) Computación intensiva en datos / Data intensive computing	6	1	OP	Inglés/English
	(M2.A5) Optimización / Optimization	6	1	OP	Inglés/English
Contenidos	<p><u>Temas comunes a las asignaturas:</u></p> <p>Esta materia proporciona al estudiante formación sobre métodos y herramientas que permiten diseñar, evaluar y poner en práctica métodos de aprendizaje automático con datos de salud y señales biológicas (entre otros) en situaciones reales, que incluyen tantas situaciones en que el número de datos es muy alto, los recursos para el tratamiento son escasos o los datos e imágenes no se ajustan a un modelo estándar. Para ello se proporcionan herramientas para la investigación que permitan al estudiante hacer frente a estas situaciones.</p> <p><u>Temas específicos de cada asignatura:</u></p> <p><u>(M2.A1)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Redes neuronales y algoritmo de retropropagación. • Redes neuronales profundas: optimización y regularización para datos masivos. • Arquitecturas y métodos profundos para datos con correlación espacial. • Arquitecturas y métodos profundos para secuencias. • Aprendizaje de la representación de datos. • Redes neuronales profundas y generativas. <p><u>(M2.A2)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Filtrado y procesado morfológico • Segmentación y cuantificación • Corregistro multidimensional imágenes 				

- Visualización y análisis de imágenes multimodales

(M2.A3)

- Introducción al aprendizaje automático probabilístico
- Modelos para datos discretos y continuos.
- Modelos gráficos. Inferencia exacta y aproximada en modelos gráficos.
- Modelos markovianos y en variables de estados.
- Modelos generativos profundos.

(M2.A4)

- Computación paralela y distribuida
- Plataformas para computación intensiva de datos
- Computación de altas prestaciones para datos masivos
- Computación en memoria
- Tolerancia a fallos y resiliencia.

(M2.A5)

- Conjuntos convexos, funciones y problemas de optimización.
- Optimización con y sin restricciones.
- Teoría de la dualidad de Lagrange y condiciones de optimización.
- Algoritmos y técnicas de optimización.

This subject provides the student with training on methods and tools that allow designing, evaluating and putting into practice automatic learning methods on health data and biological signals (among others) in real situations, including massive data, scarce computational resources or non-standard images and data models. Research tools are provided that allow the student to face these situations.

(M2.A1)

- Neural networks and backpropagation.
- Deep networks: optimization and regularization for massive data.
- Deep architecture and methods for spatial correlated data.
- Deep architectures and methods for sequences.
- Representation learning.
- Generative deep neural networks.

(M2.A2)

- Image filtering and morphological processing.
- Image segmentation and quantification.
- Multidimensional image registration.
- Multimodal image visualization and analysis

(M2.A3)

- Introduction to probabilistic machine learning.
- Models for discrete and continuous data.
- Graphical models. Exact and approximate inference in graphical models.
- Markovian and state-space models.
- Deep generative models

(M2.A4)

- Parallel and distributed computing paradigms
- Data-intensive computing platforms
- High-Performance Computing platforms for Big Data
- In-memory computing
- Fault-tolerance and resilience.

	<p>(M2.A5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Convex sets, functions, and optimization problems. • Unconstrained and constrained optimization. • Lagrange duality theory and optimality conditions. • Algorithms and optimization techniques.
Observaciones	Los resultados del aprendizaje que se adquieren con esta materia son: K4, S4, C4

Materia 3 (M3): IMÁGENES MÉDICAS Y VISIÓN POR ORDENADOR / MEDICAL IMAGING AND COMPUTER VISION

Número de créditos ECTS	18				
Tipología	Optativa / Optional				
Organización temporal	Cuatrimestre nº2/ Second Semester				
Metodologías docentes	MD1, MD2, MD3, MD4, MD5				
Actividades formativas	Tipo de actividad	Horas totales	Horas presenciales (8-12)	Horas no presenciales	
	AF3	84	84	0	
	AF4	63	63	0	
	AF6	90	0	90	
	AF7	222	0	222	
	AF8	9	9	0	
	Total	468	156	312	
Sistemas de evaluación	Denominación		Mínimo	Máximo	
	SE1		0	20	
	SE2		0	100	
	SE3		0	60	
Asignaturas	Denominación	ECTS	Cuatr.	Tipología	Idioma
	(M3.A1) Reconstrucción de imágenes médicas / Medical image reconstruction	6	2	OP	Inglés/English
	(M3.A2) Imágenes y navegación quirúrgica / Surgical navigation and imaging	3	2	OP	Inglés/English
	(M3.A3) Neuroimagen / Neuroimaging	3	2	OP	Inglés/English
	(M3.A4) Visión por ordenador / Computer Vision	6	2	OP	Inglés/English
Contenidos	<p>Esta materia aborda la utilización de fuentes de datos basadas en imagen médica, que requieren de técnicas bastante específicas para poder explotar la información contenida en las mismas. El alumno se familiarizará con estas herramientas a través de temas que pueden estar relacionados con la generación y reconstrucción de las imágenes o con aspectos prácticos de su análisis y utilización para diagnóstico clínico.</p> <p>Temas específicos de cada asignatura:</p> <p>(M3.A1)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bases de reconstrucción de imágenes médicas. 				

- Algoritmos analíticos e iterativos, problema inverso, métodos avanzados.
- Aplicaciones prácticas en diferentes modalidades de imagen.

(M3.A2)

- Cirugía asistida por ordenador y mínimamente invasiva.
- Planificación y navegación en cirugía guiada por imágenes.
- Posicionamiento, registro, procesamiento de datos y realidad aumentada para cirugía guiada por imagen.
- Aplicaciones quirúrgicas de la impresión en 3D y la realidad aumentada.

(M3.A3)

- Neuroanatomía y neurofisiología.
- Técnicas de imagen para explorar el cerebro y los procesos mentales.
- Métodos para el análisis de la información estructural y funcional.
- Herramientas de software disponibles.
- Aplicación del aprendizaje automático en neuroimagen.

(M3.A4)

- Formación de imágenes y modelos.
- Detectores, descriptores y emparejamiento de imágenes.
- Estimación y parametrización del movimiento.
- Geometría en visión artificial.
- Seguimiento de objetos.
- Visión artificial de alto nivel y aplicaciones.

This subject deals with the use of data sources based on medical images, which require specific techniques in order to exploit their information. The student will become familiar with these tools through topics that may be related to the generation and reconstruction of images or with practical aspects of their analysis and use for clinical diagnosis.

Specific themes of each course:

(M3.A1)

- Bases of medical image reconstruction.
- Analytical and iterative algorithms, inverse problem, advanced methods.
- Practical applications in different image modalities.

(M3.A2)

- Computer Assisted & Minimally Invasive Surgery.
- Navigation and planning in image guided surgery.
- Tracking, registration, data processing and augmented reality for image guided surgery.
- Surgical applications of 3D printing.

(M3.A3)

- Neuroanatomy and neurophysiology.
- Imaging techniques to explore brain and mental processes.
- Methods for analysis of structural and functional information.
- Available software tools.
- Application of machine learning to neuroimaging.

	<p>(M3.A4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Image formation and models ● Detectors, descriptors and matching ● Motion estimation and parameterization. ● Geometry in computer vision. ● Object tracking ● High-level vision and applications
Observaciones	Los resultados del aprendizaje que se adquieren con esta materia son: K5, S5, C5

Materia 4 (M4): APRENDIZAJE AUTOMÁTICO EN SALUD / MACHINE LEARNING FOR HEALTH

Número de créditos ECTS	18				
Tipología	Optativa / Optional				
Organización temporal	Cuatrimestre nº2/ Second Semester				
Metodologías docentes	MD1, MD2, MD3, MD4, MD5				
Actividades formativas	Tipo de actividad	Horas totales	Horas presenciales (8-12)	Horas no presenciales	
	AF3	84	84	0	
	AF4	63	63	0	
	AF6	90	0	90	
	AF7	222	0	222	
	AF8	9	9	0	
	Total	468	156	312	
Sistemas de evaluación	Denominación		Mínimo	Máximo	
	SE1		0	20	
	SE2		0	100	
	SE3		0	60	
Asignaturas	Denominación	ECTS	Cuatr.	Tipología	Idioma
	(M4.A1) Teoría de la información para el aprendizaje automático/ Information Theory for Machine Learning	6	2	OP	Inglés/ English
	(M4.A2) Tecnologías del habla para salud/Speech technologies for health	3	2	OP	Inglés/ English
	(M4.A3) Procesado del lenguaje Natural/ Natural Language Processing	3	2	OP	Inglés/ English
	(M4.A4) Medicina personalizada / Personalized medicine	3	2	OP	Inglés/ English
	(M4.A5) Inteligencia Artificial en radiología y microscopía / Artificial Intelligence in radiology and microscopy	3	2	OP	Inglés/ English
Contenidos					

Esta materia presenta a los estudiantes un conjunto de técnicas avanzadas de aprendizaje automático que resultan especialmente relevantes en áreas de la biomedicina. Estos métodos se presentan con la suficiente profundidad y detalle matemático para que los estudiantes aprendan a derivar nuevos métodos o a adaptar los ya existentes a los requisitos o restricciones específicas del entorno de aplicación.

Temas específicos de cada asignatura:

(M4.A1)

- Cantidades y conceptos fundamentales en teoría de la información.
- Compresión de datos sin pérdidas y casi sin pérdidas.
- Teoría de la información en aprendizaje automático.

(M4.A2)

- Introducción a las tecnologías del habla y sus aplicaciones en salud
- Procesado del habla
- Tecnologías del habla (Reconocimiento, síntesis, identificación y verificación de locutor)
- Aplicaciones en salud

(M4.A3)

- Elementos del procesamiento de textos
- Modelado del tópico
- Aprendizaje profundo en PLN
- Herramientas de PLN
- Aplicaciones a la salud

(M4.A4)

- Concepto de medicina personalizada y de precisión.
- Genómica, proteómica, metabolómica, radiómica.
- Instrumentación para la obtención de datos "ómicos" y uso médico de los datos "ómicos".
- Aplicación del aprendizaje automático a los datos "ómicos".
- Integración de datos clínicos y "ómicos".

(M4.A5)

- Bases de datos, competiciones, implementaciones y metodología de evaluación de métodos de aprendizaje automático sobre imágenes biomédicas.
- Utilización de métodos de aprendizaje automático para la detección de objetos, la segmentación de imágenes y la reducción del ruido en imágenes de microscopía.
- Aplicación de métodos de aprendizaje automático para segmentación, mejora y clasificación de imágenes multimodales.
- Traslación de herramientas basadas en aprendizaje automático a entornos reales (clínicos y ciencias de la vida): aspectos prácticos, soluciones comerciales y visión de los usuarios.

This subject presents the students a collection of advanced machine learning topics that are very relevant in specific areas of biomedicine. The methods are presented with sufficient depth and mathematical detail, so that students learn how new methods can be derived or existing ones can be adapted to suit specific requirements or constraints of the particular application environment.

	<p>Specific themes of each course:</p> <p><u>(M4.A1)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Quantities and fundamental concepts in information theory. Lossless and near-lossless data compression. Information theory in machine learning <p><u>(M4.A2)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Fundamentals of speech technologies and health applications Speech processing Speech technologies (Speech recognition & synthesis, speaker identification & verification) Health applications <p><u>(M4.A3)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Linguistic pipelines for text processing Topic modeling Deep Learning in NLP NLP tools Applications to health <p><u>(M4.A4)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Concept of personalized and precision medicine. Genomics, proteomics, metabolomics, radiomics. Instrumentation for obtaining “omics” data and medical use of “omics” data. Application of machine learning to “omics” data. Integrating Clinical and “omics” data. <p><u>(M4.A5)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Databases, competitions, implementations and evaluation methodology of machine learning methods on biomedical imaging. Use of machine learning methods for object detection, image segmentation and noise reduction in microscopy images. Application of machine learning methods for segmentation, enhancement and classification of multimodal images. Translation of machine learning-based tools to real environments (clinical and life sciences): practical aspects, commercial solutions and users' vision.
Observaciones	Los resultados del aprendizaje que se adquieren con esta materia son: K6, S6, C6

Materia 5 (M5): METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH SKILLS				
Número de créditos ECTS	3			
Tipología	OB			
Organización temporal	Cuatrimestre nº2/ Second Semester			
Resultados del aprendizaje	K7, S7, C7			
Metodologías docentes	MD1, MD2, MD3, MD4, MD5			
Actividades formativas	Tipo de actividad	Horas totales	Horas presenciales (8-12)	Horas no presenciales
	AF3	14	14	0

	AF4	10,5	10,5	0	
	AF6	15	0	15	
	AF7	37	0	37	
	AF8	1,5	1,5	0	
	Total	78	26	52	
Sistemas de evaluación	Denominación			Mínimo	Máximo
	SE1			0	20
	SE2			0	100
	SE3			0	60
Asignaturas	Denominación	ECTS	Cuatr.	Tipología	Idioma
	(M5.A1) Metodologías de Investigación / Research Skills	3	2	OB	Inglés/ English
Contenidos	<p>Esta materia proporciona al alumno las herramientas básicas para comenzar una carrera investigadora proporcionando los conocimientos del método científico y las herramientas modernas para la contribución al avance científico y tecnológico que pondrá en práctica en el trabajo fin de máster.</p> <p>Temas específicos:</p> <p><u>(M5.A1)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fundamentos del método científico y sus implicaciones éticas. ● Formulación de hipótesis y diseño experimental. ● Evaluación de la validez y relevancia respecto al estado del arte. ● Mecanismos de diseminación y transferencia de resultados de investigación. ● Aplicación de las técnicas y conocimientos adquiridos a lo largo del máster a un problema o reto de investigación concreto. ● Análisis en profundidad de métodos específicos novedosos. ● Presentación de resultados y conclusiones. <p>This subject provides the student with the basic tools to start a research career providing the knowledge of the scientific method and modern tools for the contribution to scientific and technological progress that will be applied in the master's thesis project.</p> <p>Specific themes:</p> <p><u>(M5.A1)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fundamentals of the scientific method and its ethical implications ● Hypothesis formulation and experimental design ● Evaluation of the validity and significance with respect with the state of the art ● Mechanisms for dissemination and transfer of research results ● Application of techniques and knowledge acquired throughout the master to a specific problem or research challenge. ● Deep analysis of advanced novel methods. ● Results and conclusions presentation. 				

Materia 6 (M6): TRABAJO FIN DE MÁSTER/MASTER THESIS

Número de créditos ECTS

9

Tipología

Trabajo Fin de Máster / Master Thesis

Organización temporal	Cuatrimestre nº2/ Second Semester				
Resultados del aprendizaje	K8, S8, C8				
Metodologías docentes	MD2, MD5				
Actividades formativas	Tipo de actividad	Horas totales	Horas presenciales (8-12)	Horas no presenciales	
	AF3	0	0	0	
	AF4	0	0	0	
	AF5	7,5	7,5	0	
	AF6	21	0	21	
	AF7	210	0	210	
	AF8	1,5	1,5	0	
		Total	240	9	231
Sistemas de evaluación	Denominación			Mínimo	Máximo
	SE4			100	100
Asignaturas	Denominación	ECTS	Cuatr.	Tipología	Idioma
	(M5.A1) Trabajo Fin de Máster / Master Thesis	9	2	TFM	Inglés/English
Contenidos	<p>Esta materia supone el culmen de las habilidades y destrezas adquiridas en el máster con el objetivo de formar científicos capaces de combinar las áreas de la bioingeniería y el aprendizaje automático. Para ello el alumno deberá realizar un trabajo guiado en el que se proporciona una orientación y seguimiento apropiados al nivel de su madurez científica.</p> <p>This subject is the culmination of the skills and abilities acquired in the master's degree with the aim of training scientists capable of combining the areas of bioengineering and machine learning. For this the student must perform a guided work with the appropriate supervision according to the level of their scientific maturity.</p>				

4.2. Actividades y metodologías docentes

ACTIVIDADES FORMATIVAS
AF3 - Clases teórico prácticas
AF4 - Prácticas de laboratorio
AF5 - Tutorías
AF6 - Trabajo en grupo
AF7 - Trabajo individual del estudiante
AF8 - Exámenes parciales y finales
METODOLOGÍAS DOCENTES
MD1 - Exposiciones en clase del profesor con soporte de medios informáticos y audiovisuales, en las que se desarrollan los conceptos principales de la materia y se proporciona la bibliografía para complementar el aprendizaje de los alumnos
MD2 - Lectura crítica de textos recomendados por el profesor de la asignatura: Artículos de prensa, informes, manuales y/o artículos académicos, bien para su posterior discusión en clase, bien para ampliar y consolidar los conocimientos de la asignatura.
MD3 - Resolución de casos prácticos, problemas, etc.... planteados por el profesor de manera individual o en grupo.
MD4 - Exposición y discusión en clase, bajo la moderación del profesor de temas relacionados con el contenido de la materia, así como de casos prácticos.
MD5 - Elaboración de trabajos e informes de manera individual o en grupo.
TRAINING ACTIVITIES
AF3 - Theoretical and practical classes
AF4 - Laboratory practices
AF5 - Tutoring
AF6 - Group work
AF7 - Individual work
AF8 - Partial and final exams
TEACHING METHODS
MD1 - Class lectures by the professor with the support of computer and audiovisual media, in which the main concepts of the course are developed and complemented with bibliography
MD2 - Critical reading of texts recommended by the professor of the course.
MD3 - Resolution of practical cases, problems, etc. posed by the teacher individually or in groups.
MD4 - Presentation and discussion in class, under the moderation of the professor, of topics related to the content of the course, as well as case studies.
MD5 - Elaboration of works and reports individually or in groups.

4.2.a) Materias básicas, obligatorias y optativas

El máster tiene un formato 100% presencial por lo que las clases se impartirán en el aula combinando parte de sesión teórica y parte de practica aplicada. En este sentido, cabe destacar que buena parte de las asignaturas tienen una fuerte componente

práctica y combinan en todo momento la teoría con la práctica utilizando para ello herramientas como Notebooks de Python. Algunas asignaturas incluyen estas sesiones prácticas en días concretos y las sesiones se desarrollan en un aula informática específica donde pueden hacer uso de GPUs, mientras que en otras se requiere equipamiento más específico y se desarrollan en los laboratorios del departamento de Bioingeniería o, incluso, en el Hospital General Gregorio Marañón.

Además, todas las asignaturas del máster incluyen trabajos o proyectos a realizar de manera individual y/o en grupo y donde deberán enfrentarse a problemas reales que ayuden a adquirir las competencias de cada asignatura y/o materia y así alcanzar los resultados de aprendizaje propuestos en cada una de ellas. La realización de estos trabajos podrá incluir la resolución de casos o problemas prácticos, la lectura de textos o artículos de investigación, así como la presentación con la elaboración de informes o memorias, o de su exposición y/o discusión en clase.

Para complementar satisfactoriamente estas tareas, así como resolver posibles dudas de las sesiones presenciales, los alumnos podrán disponer de tutorías individuales o en grupo a petición de los estudiantes.

4.2.b) Prácticas académicas externas (obligatorias)

NO PROCEDE

4.2.c) Trabajo de fin de Grado o Máster

El trabajo de Fin de Máster es un aspecto fundamental en la formación de los estudiantes ya que se orienta hacia la adquisición de las competencias que les permitan el desarrollo de la investigación académica.

Además, la elaboración de un trabajo de investigación de manera independiente como es el Trabajo de Fin de Máster permite a los estudiantes aplicar los conocimientos teóricos y empíricos sobre las materias, así como los relacionados con los métodos de investigación y el diseño de investigación en la preparación y desarrollo de un artículo de investigación que contenga una aportación teórica y empírica original. Por este motivo, el TFM consistirá en un trabajo de investigación en formato artículo (de hecho, utilizarán para su elaboración una plantilla de artículo de revista) donde deberán mostrar las capacidades adquiridas en el programa de máster y deberá tener calidad suficiente para publicarse en una revista de investigación internacional.

El Trabajo de Fin de Máster se desarrollará durante el segundo cuatrimestre y puede defenderse al final de este (en julio o en septiembre) una vez se hayan aprobado las restantes materias del Máster. Al principio del segundo cuatrimestre (durante los meses de enero-febrero) se hará una oferta de posibles temas de trabajo a los estudiantes para que puedan seleccionarlos para el desarrollo del Trabajo de Fin de Máster o, los mismos alumnos, podrán dirigirse a los profesores del máster para proponerles una línea de trabajo de su interés.

Para completar la formación investigadora de los alumnos, en esta materia se incluyen 3 ETCS asociados a habilidades de investigación que consisten en una serie de seminarios, mucho de ellos monográficos, sobre bioestadística, aspectos éticos del tratamiento de datos médicos, propiedad intelectual, proyectos de investigación, etc., que resultan necesarios para completar la formación investigadora de los estudiantes.

4.3. Sistemas de evaluación

SISTEMAS DE EVALUACIÓN
SE1 - Participación en clase
SE2 - Trabajos individuales o en grupo o exámenes realizados durante el curso
SE3 - Examen final
SE4 - Presentación y defensa pública del TFM

EVALUATION SYSTEMS
SE1 - Class participation
SE2 - Individual or group work or exams taken during the course.
SE3 - Final exam
SE4 - Presentation and public defense of the Final Master Project

4.3.a) Evaluación de las materias básicas, obligatorias y optativas

La evaluación de las materias tiene una alta componente de evaluación continua, de hecho, la evaluación de la asignatura puede ser 100% por evaluación continua, y en caso de que haya examen final, éste como mucho puede pesar un 60% de la nota final.

Esto se debe a que buena parte de las asignaturas tienen una fuerte componente práctica, por lo que su evaluación se realiza mediante la realización, presentación y/o exposición de prácticas o trabajos. No obstante, para la evaluación individual del estudiante, si las asignaturas no tienen examen final, incluyen diferentes exámenes parciales que permiten evaluar de manera individual los conocimientos adquiridos por cada estudiante.

4.3.b) Evaluación de las Prácticas académicas externas (obligatorias)

NO PROCEDE

4.3.c) Evaluación del Trabajo de fin de Grado o Máster

El TFM se evalúa por un tribunal universitario formado por al menos dos profesores doctores de los departamentos que imparten docencia en el máster. La evaluación consistirá en la realización de un trabajo de investigación, que será presentado en formato de artículo de investigación, y su exposición y defensa en un acto público frente al tribunal anterior.

Para completar la evaluación, del trabajo realizado se tendrá en cuenta su novedad, repercusión, metodología, presentación, defensa, ... ponderando cada uno de estos aspectos tal y como se indica en la matriz de evaluación que se incluye en la normativa específica del máster (Accesible desde la web del máster, pestaña "[Programa](#)", haciendo clic en la asignatura "Trabajo Fin de Máster", en el apartado "Contenido detallado de la asignatura o información adicional para TFM").

Además, el tutor del trabajo de fin de máster rellenará un informe que ayudará al tribunal a valorar el trabajo realizado por el estudiante, aunque no tiene consecuencia directa en la nota final.

4.4. Estructuras curriculares específicas

NO PROCEDE

5. PERSONAL ACADÉMICO Y DE APOYO A LA DOCENCIA

5.1. Perfil básico del profesorado

Tabla 5.1.a) Información básica de estructuración de grupos de docencia.

Tabla 5A. Agrupaciones de alumnos

Modalidad	Núm. de grupos	Núm. de alumnos por grupo
Presencial	1	30

Tabla 5.1.b) Información básica sobre la previsión de docencia para supervisión de TFM.

Tabla 5B. Dirección de TFM

Modalidad	Actividad del profesor	Dedicación total del profesorado	Horas de dedicación media por alumno destinadas
Presencial	Dirección de TFM	225	7,5 horas

5.1.c) Estructura de profesorado

Departamentos implicados en la docencia del máster:

DEPARTAMENTOS	% CRÉDITOS DOCENCIA
Bioingeniería	35%
Teoría de la Señal y Comunicaciones	65%
TOTAL	100%

Plantilla de profesorado disponible en los principales departamentos implicados en la docencia del máster:

DEPARTAMENTO BIOINGENIERÍA

PLANTILLA	Nº prof.	Quinquenios	Sexenios	DOCTORES (%)	ACREDITADOS (%)	Disponibilidad docente (en horas y ECTS)
CATEDRATICO DE UNIVERSIDAD	3	10	15	100%	100%	4.041 HORAS 404,1 ECTS
PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD	6	11	16	100%	100%	
PROFESOR VISITANTE	4	5	5	100%	n.d	
PROFESOR AYUDANTE DOCTOR	1	0	0	100%	100%	
PERSONAL INVESTIGADOR (DOCTOR)	3	0	1	100%	n.d	
PERSONAL INVESTIGADOR (DOCTOR) PROYECTOS	1	0	0	100%	n.d	
PERSONAL INVESTIGADOR DISTINGUIDO	1	0	0	100%	n.d	
CONEX Plus	2	0	0	100%	n.d	
AYUDANTE ESPECIFICO	3	2	0	67%	-	
PERSONAL INVESTIGADOR EN FORMACION	1	0	0	-	-	
PREDOC FORMACION FONDOS INVESTIGACION	2	0	0	-	-	
P.I. PREDOCTORAL FORMACION UC3M	6	0	0	-	-	
PROFESOR ASOCIADO	12	1	0	67%	-	
TOTALES	45	29	37	-	-	

Principales líneas de investigación del departamento asociadas a las materias del plan de estudios:

Nombre del grupo de investigación	Líneas de investigación	
Biomedical Imaging and Instrumentation Group	Desarrollo Tecnológico	MR Image Reconstruction
		Imagen por Rayos X
		PET technologies
		Simulation devices
	Investigación Preclínica	Molecular Imaging Probes
		Neural Cell Biology and Optical Tissue Clearing
		Neuroimaging
		Oncology
		Infection and Inflammation
		Quantitative Microscopy
		Cardiology
	Soporte a la Investigación Clínica	Intraoperative Radiation Therapy
		Image Guided Surgery
		Imagen Óptica
		Neuroimagen

□ DEPARTAMENTO TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES

PLANTILLA	Nº prof.	Quinquenios	Sexenios	DOCTORES (%)	ACREDITADOS (%)	Disponibilidad docente (en horas y ECTS)
CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD	9	43	36	100%	100%	9.164 HORAS 916,4 ECTS
TITULARES DE UNIVERSIDAD	22	76	59	100%	100%	
PROFESOR EMERITO	1	6	5	100%	100%	
PROFESOR AYUDANTE DOCTOR	2	2	1	100%	100%	
PROFESOR VISITANTE	4	5	0	100%	n.d	
ATRACCION DE TALENTO MODALIDAD 1	1	0	0	100%	n.d	
PERSONAL DOCENTE/INVESTIGADOR-J.CIERVA	1	0	1	100%	n.d	
PERSONAL DOCENTE/INVESTIGADOR-M. CURIE	5	0	0	20%	n.d	
PERSONAL ESTANCIAS POSTDOCTORALES	2	0	0	100%	n.d	
PERSONAL INVESTIGADOR PROYECTOS	3	0	0	100%	n.d	
INVESTIGADOR CONEX Plus	2	0	0	100%	n.d	
AYUDANTE ESPECIFICO UC3M	1	0	0	100%	n.d	
PERSONAL CON CONTRATO PREDOCTORAL (FPI)	4	0	0	-	-	
PERSONAL CON CONTRATO PREDOCTORAL (FPU)	6	0	0	-	-	
PERSONAL CON CONTRATO PREDOCTORAL (PRI)	3	0	0	-	-	
PROFESOR ASOCIADO	24	3	0	16%	-	
TOTALES	90	135	102	-	-	

Principales líneas de investigación del departamento asociadas a las materias del plan de estudios:

Nombre del grupo de investigación	Líneas de investigación
Grupo de Aprendizaje Máquina para Data Science (ML4DS)	<p>La investigación del Grupo de GAprendizaje Máquina para Data Science (ML4DS) se centra en el análisis y desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático en ciencia de datos. Nuestros ámbitos de aplicación principales incluyen filtrado adaptativo, procesamiento de neuroimágenes, redes eléctricas inteligentes, big data e IAD (internet como fuente de datos).</p>
Grupo de Procesado Multimedia (GPM)	<p>Desarrolla su investigación en el ámbito general del tratamiento de voz, audio, imagen y video, con especial énfasis en visión artificial, reconocimiento de habla y codificación de vídeo de última generación. A la investigación más aplicada se añaden otras líneas más fundamentales como aquellas dedicadas al estudio de la saliencia audio-visual o al desarrollo de modelos alternativos de percepción. Entre las áreas de aplicación destacan: los sistemas de ayuda al diagnóstico basado en imagen médica, los sistemas de detección de eventos y anomalías en el sector de la seguridad y las interfaces vocales hombre-máquina en situaciones adversas.</p>
Grupo de Tratamiento de la Señal (GTS)	<p>Centra su actividad investigadora y docente en las siguientes áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● detección, estimación y clasificación de señales e imágenes ● aprendizaje máquina ● estadística computacional en tratamiento de señales ● teoría de la información <p>y aplicaciones relacionadas en comunicaciones, medicina, geofísica o ciencias sociales.</p>

Tabla 5C. Resumen del profesorado asignado al título

PERFIL	Categoría	Nº	ECTS asignados	Horas de dedicación total a actividades docentes asignadas	Doctores/as (%)	Acreditados/as (%)
PERMANENTE FUNCIONARIO	CU	7	30,9	1039,5	100%	100%
PERMANENTE FUNCIONARIO	TU	8	41,8	1415	100%	100%
CONTRATADO PERMANENTE Y DE LARGA DURACIÓN DOCTOR	VISITANTE 4+2	1	6	210	100%	0%
OTRO CONTRATADO DR.	AYTE. DR.	1	1	35	100%	100%
NO PERMANENTE NO DOCTOR	AYTE. ESPECÍFICO, PREDOC., PIF	7	12,5	437,5	0%	-
ASOCIADO	ASOCIADO	2	3,8	133	50%	-
Total		26	96	3270	-	-

La docencia del máster tiene un alto componente práctico, lo que ocasiona que cada asignatura tenga una composición docente diferente según se estructuren estas sesiones prácticas.

Por regla general las clases teóricas se imparten por profesores catedráticos o titulares de universidad con alta experiencia en el contenido de la materia a impartir. Sin embargo, la impartición de las sesiones de ejercicios/prácticas/laboratorios puede diferir.

En algunas asignaturas las sesiones de teorías se diferencian de las sesiones prácticas y, en ese caso, esta docencia suele asignarse a jóvenes doctores o estudiantes de doctorado; en otros casos estas sesiones prácticas se desarrollan conjuntamente con la teoría y las dan los mismos profesores de teoría.

5.2. Perfil detallado del profesorado

5.2.a) Especificación del profesorado asignado al título

Tabla 5D. Detalle del profesorado asignado al título. Información básica y docencia asignada por perfil.

Asignaturas	Código prof.	Área de conocimiento	Categoría	DOCTOR	Acreditación	Nivel de idioma extranjero	Créditos ECTS de las asignaturas	Horas de dedicación para las actividades docentes de las asignaturas*
(M1.A1) Bioseñales y bioimágenes / Biosignals & Bioimages	P02	Bioingeniería	CU	SI	SI	C1	3	105
	P06	Bioingeniería	Ayte. Dr.	SI	SI	C1	1	35
	P07	Bioingeniería	Prof. Asociado	SI	NO	C1	2	70
(M1.A2) Aprendizaje automático / Machine Learning	P18	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	6	210
(M1.A3) Tratamiento estadístico de señales / Statistical Signal Processing	P16	Teoría de la Señal y Comunicaciones	CU	SI	SI	C1	6	210
(M2.A1) Aprendizaje profundo / Deep Learning	P20	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	3	105
	P25	Teoría de la Señal y Comunicaciones	Ayudante Específico	NO	NO	C1	3	105
(M2.A2) Tratamiento de imágenes biomédicas / Biomedical Image Processing	P01	Bioingeniería	CU	SI	SI	C1	2	70
	P09	Bioingeniería	PIF UC3M	NO	NO	C1	1	35
	P14	Teoría de la Señal y Comunicaciones	CU	SI	SI	C1	3	105
(M2.A3) Modelado de Datos/Data Modelling	P15	Teoría de la Señal y Comunicaciones	CU	SI	SI	C1	3,5	122,5

Asignaturas	Código prof.	Área de conocimiento	Categoría	DOCTOR	Acreditación	Nivel de idioma extranjero	Créditos ECTS de las asignaturas	Horas de dedicación para las actividades docentes de las asignaturas*
	P26	Teoría de la Señal y Comunicaciones	Investigador Predoctoral	NO	NO	C1	2,5	87,5
(M2.A4) Computación intensiva en datos / Data intensive computing	P24	Teoría de la Señal y Comunicaciones	Prof. Visitante	SI	NO	C1	6	210
(M2.A5) Optimización / Optimization	P22	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	6	210
(M3.A1) Reconstrucción de imágenes médicas / Medical image reconstruction	P05	Bioingeniería	TU	SI	SI	C1	4	140
	P10	Bioingeniería	PIF UC3M	NO	NO	C1	2	70
(M3.A2) Imágenes y navegación quirúrgica / Surgical navigation and imaging	P03	Bioingeniería	CU	SI	SI	C1	2	70
	P12	Bioingeniería	PIF UC3M	NO	NO	C1	1	35
(M3.A3) Neuroimagen / Neuroimaging	P04	Bioingeniería	CU	SI	SI	C1	1,2	42
	P08	Bioingeniería	Prof. Asociado	NO	NO	C1	1,8	63
(M3.A4) Visión por ordenador / Computer Vision	P19	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	6	210
(M4.A1) Teoría de la Información para el aprendizaje automático / Information Theory for Machine Learning	P23	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	6	210
(M4.A2) Tecnologías del habla para salud/Speech technologies for health	P21	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	3	105
(M4.A3) Procesado del lenguaje Natural/ Natural Language Processing	P17	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	3	105
	P01	Bioingeniería	CU	SI	SI	C1	1,5	52,5

Asignaturas	Código prof.	Área de conocimiento	Categoría	DOCTOR	Acreditación	Nivel de idioma extranjero	Créditos ECTS de las asignaturas	Horas de dedicación para las actividades docentes de las asignaturas*
(M4.A5) Medicina personalizada / Personalized medicine	P11	Bioingeniería	PIF UC3M	NO	NO	C1	1,5	52,5
(M4.A6) Inteligencia Artificial en radiología y microscopía / Artificial Intelligence in radiology and microscopy	P03	Bioingeniería	CU	SI	SI	C1	1,5	52,5
	P13	Bioingeniería	PIF UC3M	NO	NO	C1	1,5	52,5
(M5.A1) Metodologías de Investigación / Research Skills	P04	Bioingeniería	CU	SI	SI	C1	3	105
(M6.A1) TFM	P01	Bioingeniería	CU	SI	SI	C1	0,6	15
	P02	Bioingeniería	CU	SI	SI	C1	0,6	15
	P03	Bioingeniería	CU	SI	SI	C1	0,6	15
	P04	Bioingeniería	CU	SI	SI	C1	0,6	15
	P05	Bioingeniería	TU	SI	SI	C1	0,6	15
	P14	Teoría de la Señal y Comunicaciones	CU	SI	SI	C1	0,6	15
	P15	Teoría de la Señal y Comunicaciones	CU	SI	SI	C1	0,6	15
	P16	Teoría de la Señal y Comunicaciones	CU	SI	SI	C1	0,6	15
	P17	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	0,6	15
	P18	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	0,6	15
	P19	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	0,6	15
	P20	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	0,6	15

Asignaturas	Código prof.	Área de conocimiento	Categoría	DOCTOR	Acreditación	Nivel de idioma extranjero	Créditos ECTS de las asignaturas	Horas de dedicación para las actividades docentes de las asignaturas*
	P21	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	0,6	15
	P22	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	0,6	15
	P23	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1	0,6	15
TOTAL							96	3270

Horas de dedicación para las actividades docentes de las asignaturas: Este cálculo se ha realizado considerando que cada ECTS conlleva unas 35 horas de dedicación, dentro de las cuales, aproximadamente, 10 horas se corresponden con actividades formativas presenciales, 8 con las diferentes actividades de coordinación horizontal y vertical del profesorado y las 17 horas restantes estarían dedicadas a la preparación de las clases presenciales, el diseño y la revisión de los materiales utilizados en las mismas, la atención a los estudiantes a través de Aula Global y subida de materiales a dicha plataforma, tutorías personales, preparación y corrección de trabajos y/o pruebas de evaluación.”*

5.2.b) Méritos docentes y de investigación del profesorado.

Tabla 5E. Detalle del profesorado asignado al título. Méritos docentes y de investigación

CÓDIGO PROF.	CATEGORÍA	SEXENI O VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
P01	CU	SI	NO PROCEDE	Procesado de Imagen Médica Aplicaciones biomédica de la nanotecnología Dispositivos Biomédicos Medicina Personalizada	NO PROCEDE
P02	CU	SI	NO PROCEDE	Bioseñales y bioimágenes Instrumentación médica Dispositivos biomédicos	NO PROCEDE

CÓDIGO O PROF.	CATEGORÍA	SEXENI O VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
				Aplicaciones biomédicas de la nanotecnología Instrumentación e imagen multimodal	
P03	CU	SI	NO PROCEDE	Introducción a la bioingeniería Procesamiento de Imágenes médicas Temas avanzados en imagen médica Dispositivos e instrumental médico Imágenes y navegación quirúrgica	NO PROCEDE
P04	CU	SI	NO PROCEDE	Anatomía y fisiología Instrumentación e imagen multimodal Neuroimagen Bioestadística, innovación y transferencia	NO PROCEDE
P05	TU	SI	NO PROCEDE	Introducción a la bioingeniería Procesamiento de imágenes médicas Instrumentación e imagen multimodal Reconstrucción de imagen médica	NO PROCEDE
P06	Ayte. Dr.	NO	<p>Articles</p> <p>Intrapericardial cardiosphere-derived cells hinder epicardial dense scar expansion and promote electrical homogeneity in a porcine post-infarction model. <i>Frontiers in Physiology</i>. 13:1041348. 2022</p> <p>Cardiovascular Diseases in the Digital Health Era: A Translational Approach from the Lab to the Clinic. <i>BioTech</i>. 11. 2022</p> <p>Programmed ventricular stimulation for predicting arrhythmic events in patients with myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. <i>Europace</i>. 24:euac053.34. 2022</p> <p>CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS TO IDENTIFY DRIVERS IN PERSISTENT ATRIAL FIBRILLATION PATIENTS. <i>HEART RHYTHM</i>. 19:S412. 2022</p> <p>Convolutional Neural Networks for Mechanistic Driver Detection in Atrial Fibrillation. <i>International Journal of Molecular Sciences</i>. 23:4216. 2022</p> <p>Structural Remodeling and Rotational Activity in Persistent/Long-Lasting Atrial Fibrillation: Gender-Effect</p>	Señales e imágenes médicas Análisis y Diseño de Circuitos Teoría de la Comunicación Sistemas y Circuitos	NO PROCEDE

CÓDIG O PROF.	CATEGORÍA	SEXENI O VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
			Differences and Impact on Post-ablation Outcome. <i>Frontiers in Cardiovascular Medicine</i> . 9:819429. 2022		
P07	Prof. Asociado	NO	<p>Articles</p> <p>Cardiovascular Diseases in the Digital Health Era: A Translational Approach from the Lab to the Clinic. <i>BioTech</i>. September 2022</p> <p>Cardiac extracellular matrix hydrogel enriched with polyethylene glycol presents improved gelation time and increased on-target site retention of extracellular vesicles. <i>International Journal of Molecular Sciences</i>. September 2021</p> <p>Electrophysiological effects of extracellular vesicles secreted by cardiosphere-derived cells: Unraveling the antiarrhythmic properties of cell therapies. <i>Processes</i>. August 2020</p>	<p>Introducción al diseño de Instrumentación médica</p> <p>Dispositivos e instrumental médico</p> <p>Bioseñales y Bioimágenes</p>	Investigador en el Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón
P08	Prof. Asociado	NO	<p>Researche group</p> <p>Biomedical Imaging and Instrumentation Group</p> <p>Articles</p> <p>Tract-specific damage at spinal cord level in pure hereditary spastic paraplegia type 4: a diffusion tensor imaging study. <i>JOURNAL OF NEUROLOGY</i>. June 2022</p> <p>Thalamic atrophy in patients with pure hereditary spastic paraplegia type 4. <i>JOURNAL OF NEUROLOGY</i>. July 2021</p> <p>Do pregnancy-induced brain changes reverse? The brain of a mother six years after parturition. <i>Brain Sciences</i>. February 2021</p> <p>The paternal transition entails neuroanatomic adaptations that are associated with the father's brain response to his infant cues. <i>Cerebral cortex communications</i>. November 2020</p>	Neuroimagen	Investigador en el Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón
P09	PIF UC3M	NO	<p>Researcher on</p> <p>Plataforma de imagen multi-escala para acelerar el desarrollo de fármacos contra infecciones pulmonares, mediante la aplicación de Inteligencia artificial en imágenes de CT y microscopia.</p>	Tratamiento de Imágenes Biomédicas	NO PROCEDE

CÓDIGO PROF.	CATEGORÍA	SEXENI O VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
			Implementación y utilización de algoritmos de procesado de imagen biomédica (Computer Vision) tanto clásica como técnicas de aprendizaje profundo (Deep Learning).		
P10	PIF UC3M	NO	<p>Conference Contributions</p> <p>Compensación de radiación dispersa en radiografía digital a través del aprendizaje automático: resultados preliminares. 73-76. 2020</p> <p>Corrección del Artefacto de Truncamiento en TAC mediante Aprendizaje profundo. 285-288. 2020</p> <p>Estimación del desplazamiento horizontal del detector en un sistema de rayos X utilizando aprendizaje por transferencia. 447-450. 2020</p> <p>Método de reconstrucción tomográfica con información a priori obtenida con aprendizaje profundo. 206-209. 2020</p> <p>Nuevo método para la obtención de imágenes TAC libres de endurecimiento de haz vía aprendizaje automático. 439-442. 2020</p>	Reconstrucción de Imágenes Médicas Introducción a la Bioingeniería	NO PROCEDE
P11	PIF UC3M	NO	<p>Articles</p> <p>Nonlinear Image Registration and Pixel Classification Pipeline for the Study of Tumor Heterogeneity Maps. Entropy (Entropy). 22:1-19. 2020</p>	Microdispositivos Biomédicos Medicina Personalizada Temas avanzados en imagen médica	NO PROCEDE
P12	PIF UC3M	NO	<p>Articles</p> <p>Augmented reality as a tool to guide psi placement in pelvic tumor resections. Sensors. 21:1-13. 2021 Article has an altmetric score of 7</p> <p>PlumX Metrics</p> <p>Real-time tool detection for workflow identification in open cranial vault remodeling. Entropy (Entropy). 23:1-13. 2021</p> <p>Combining Augmented Reality and 3D Printing to Improve Surgical Workflows in Orthopedic Oncology: Smartphone Application and Clinical Evaluation. Sensors. 1370:1-17</p> <p>Researcher on</p> <p>Soluciones de realidad virtual y aumentada para educación, entrenamiento y otras aplicaciones médicas utilizando software abierto awarded by EMPRESA DE BASE TECNOLÓGICA INTERNACIONAL DE CANARIAS, S.L. 2021</p>	Procesamiento de imágenes médicas Temas avanzados en imagen médica Imágenes y Navegación Quirúrgica	NO PROCEDE

CÓDIGO PROF.	CATEGORÍA	SEXENIO VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
P13	PIF UC3M	NO	Researcher on Segmentación de CT y cálculo de trayectorias para tornillos pediculares utilizando métodos basados en inteligencia artificial awarded by DIGITAL ANATOMICS S.L. 2022 - 2023 Soluciones de realidad virtual y aumentada para educación, entrenamiento y otras aplicaciones médicas utilizando software abierto awarded by EMPRESA DE BASE TECNOLÓGICA INTERNACIONAL DE CANARIAS, S.L. 2021	Imágenes y Navegación Quirúrgica Dispositivos e instrumental médico	NO PROCEDE
P14	CU	SI	NO PROCEDE	Image, Video, Audio and Speech Processing and their applications	NO PROCEDE
P15	CU	SI	NO PROCEDE	Aprendizaje Máquina Modelado de Datos	
P16	CU	SI	NO PROCEDE	Statistical signal processing (UC3M), Técnicas avanzadas en tratamiento de señal y comunicaciones (UC3M), Advanced signal processing Signal processing for communications Particle methods for filtering and smoothing Particle methods for estimation, optimisation and control	NO PROCEDE
P17	TU	SI	NO PROCEDE	Natural Language Processing Tratamiento de Datos Aprendizaje Automático Aplicaciones del Aprendizaje Automático	NO PROCEDE
P18	TU	SI	NO PROCEDE	Aprendizaje Máquina Aplicaciones del Aprendizaje Máquina	NO PROCEDE
P19	TU	SI	NO PROCEDE	Tratamiento de Imagen y Vídeo Computer Vision	NO PROCEDE
P20	TU	SI	NO PROCEDE	Aprendizaje Profundo	NO PROCEDE
P21	TU	SI	NO PROCEDE	Speech and Language Processing Speech Technologies for Health Multimedia Information Management Digital Speech Processing	NO PROCEDE
P22	TU	SI	NO PROCEDE	Advanced Techniques in Signal Processing and Communications	NO PROCEDE

CÓDIGO O PROF.	CATEGORÍA	SEXENI O VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
				Advanced Communications Sistemas Lineales Introducción a la Comunicación y la Computación Cuántica	
P23	TU	SI	NO PROCEDE	Teoría de la Información	NO PROCEDE
P24	Prof. Visitante	NO	<p>Researcher on Aprendizaje Máquina para Gestión Inteligente de Alarmas awarded by AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACION (AEI) 2022 - 2025</p> <p>Cuantificación de incertidumbre en modelos físicos estocásticos: filtros profundos y métodos de Monte Carlo espacio-temporales awarded by AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACION (AEI) 2022 - 2025</p> <p>IntelComp: A Competitive Intelligence Cloud/HPC Platform for AI-based STI Policy Making awarded by EUROPEAN COMMISSION RESEARCH EXECUTIVE AGENCY 2021 - 2023</p> <p>SMART NOC awarded by GMV SOLUCIONES GLOBALES INTERNET, S.A.U. 2021 - 2023</p> <p>Aprendizaje máquina y computación masiva para medicina personalizada y análisis cuantitativo del clima awarded by AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACION (AEI) 2019 - 2022</p>	<p>Gestión de Información Multimedia</p> <p>Procesado de Datos</p> <p>Computación Intensiva en Datos</p>	NO PROCEDE
P25	Ayudante Específico	NO	<p>Articles</p> <p>Disturbed sleep as a clinical marker of wish to die: A smartphone monitoring study over three months of observation. JOURNAL OF AFFECTIVE DISORDERS. 286:330-337. 2021</p> <p>Patients at high risk of suicide before and during a COVID-19 lockdown: ecological momentary assessment study. BJPsych Open. 7:1-3. 2021</p> <p>Psychiatric Profiles of eHealth Users Evaluated Using Data Mining Techniques: Cohort Study. JMIR Mental Health. 8:1-10. 2021</p> <p>Projects</p> <p>PRACTICO-CM Psiquiatría Computacional y Modelos Integrales de Comportamiento awarded by CAM.</p> <p>CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACION 2019 - 2022</p>	<p>Sistemas y Circuitos</p> <p>Teoría de la Comunicación</p> <p>Redes Neuronales</p> <p>Teoría de la Comunicación</p>	NO PROCEDE

CÓDIGO PROF.	CATEGORÍA	SEXENIO VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
P26	Investigador Predoctoral	NO	<p>Articles</p> <p>Shift in social media app usage during covid-19 lockdown and clinical anxiety symptoms: Machine learning-based ecological momentary assessment study. JMIR Mental Health. September 2021</p> <p>Predicting emotional states using behavioral markers derived from passively sensed data: Data-driven machine learning approach. JMIR mHealth and uHealth. March 2021</p> <p>Projects</p> <p>Machine Learning Frontiers in Precision Medicine. European Research Project. January 1, 2019 - March 31, 2024</p>	Modelado de Datos	NO PROCEDE

PERFIL DEL PROFESORADO SOBRE EL QUE RECAE LA COORDINACIÓN DOCENTE DEL TÍTULO

Director/a de la titulación

La coordinación docente del máster es responsabilidad del Director. A él le corresponden las siguientes actividades:

- Presidir la Comisión Académica de la titulación.
- Vigilar la calidad docente de la titulación.
- Procurar la actualización del plan de estudios para garantizar su adecuación a las necesidades sociales.
- Promover la orientación profesional de los estudiantes.
- Coordinar la elaboración de la Memoria Académica de Titulación y del Plan de Mejoras del título.

El cargo académico de Director/a recaerá en un profesor permanente de la universidad, y será una figura relevante en el área de conocimiento del título, que será nombrado mediante Resolución del Rector.

Coordinación de asignaturas:

Cada asignatura del Máster dispondrá de un coordinador, que deberá ser profesor de la Universidad Carlos III de Madrid, con carácter permanente y con experiencia docente e investigadora en alguna de las áreas de conocimiento incluidas en el ámbito de conocimiento al que esté adscrito el título.

Se encargará de coordinar los contenidos de la misma en el caso de que sea impartida por dos o más profesores, al objeto de organizar de manera coherente el programa, evitar posibles solapamientos entre los profesores involucrados en la docencia y determinar los criterios de evaluación de la asignatura.

Coordinación de los TFM:

Para la coordinación de la asignatura de TFM se asignará uno o más profesores. Sus funciones consistirán, principalmente, en velar por la adecuación de los temas de los trabajos a los objetivos del Máster, la asignación de los trabajos a los profesores que vayan a tutorizarlos, así como vigilar el correcto funcionamiento del proceso de tutorización y la organización de los tribunales y actos de evaluación y defensa de estos.

Comisión Académica de la Titulación

Estará formada por el Director del Máster, que preside sus reuniones y por representantes de los Departamentos que imparten docencia en la titulación, así como por los alumnos, siendo preferente la participación del delegado de la titulación electo en cada momento, y en su defecto o por ausencia, cualquier otro alumno de la titulación, así como por algún representante del personal de administración y servicios vinculado con la titulación siempre que sea posible.

La Comisión Académica del Máster tendrá las siguientes responsabilidades:

- Supervisar los criterios aplicados en el proceso de selección de los estudiantes que serán admitidos en el Máster.
- Supervisar el correcto cumplimiento de los objetivos académicos.

- Gestionar todos los aspectos de transferencia y reconocimiento de créditos de acuerdo con la normativa de la Universidad.
- Y en general, gestionar y resolver todos los aspectos asociados con el correcto funcionamiento del Máster.
- Recoger, evaluar y gestionar las necesidades y propuestas de los alumnos, docentes y resto de miembros implicados en el proceso de enseñanza aprendizaje en relación con la titulación.

Además, la Comisión Académica del Máster velará por la integración de las enseñanzas, intentando identificar y promover sinergias entre asignaturas, así como haciendo lo propio con sistemas de coordinación que garanticen evitar el solapamiento entre asignaturas y las lagunas en las mismas.

Plan de formación continuo del profesorado

La UC3M cuenta con un Plan Marco de Formación del PDI, que tiene como objetivo contribuir de forma significativa a mejorar el desarrollo de la carrera profesional del Personal docente e investigador (<https://www.uc3m.es/pdi/formacion-pdi>).

Teniendo presentes las tres vertientes en las que puede desarrollarse la carrera de un PDI (docente, investigadora y gestora), el Plan Marco de Formación se estructura en tres ejes que contendrán a su vez las siguientes áreas y descriptores:

- EJE DIDÁCTICO
 - Metodologías docentes
 - Técnicas e instrumentos de evaluación
 - Docencia impartida en inglés
 - Tecnologías para la formación
- EJE INVESTIGADOR
 - Divulgación científica de los resultados
 - Transferencia de resultados
 - Fuentes y programas de financiación
 - Innovación y emprendimiento
- EJE TRANSVERSAL
 - Gestión de personas, grupos y recursos
 - Supervisión, mentoring y redes de trabajo
 - Idiomas
 - Compromiso, igualdad y diversidad
 - Condiciones de trabajo

En el siguiente enlace pueden verse algunas de las acciones formativas que la Universidad lleva a cabo en cada uno de los ejes citados: <https://www.uc3m.es/pdi/formacion-pdi/cursos>.

5.2.c) Perfil del profesorado necesario y no disponible y plan de contratación

NO PROCEDE

5.2.d) Perfil básico de otros recursos de apoyo a la docencia necesarios

Para el correcto desarrollo de las prácticas, ya sea en los laboratorios o aulas informáticas específicos de cada departamento, se cuenta con técnicos de apoyo que

garantizan el mantenimiento del equipamiento, así como su preparación para el correcto desarrollo de las prácticas.

Así por ejemplo para los laboratorios de Bioingeniería se cuenta con dos Técnicos de Apoyo a la Investigación. Uno de ellos tiene formación en electrónica con un Grado Superior en Formación Profesional y se encarga del mantenimiento de los laboratorios de electrónica e imagen, compras de material, soporte en la fabricación de dispositivos electrónicos y en el desarrollo de las prácticas de las asignaturas. El otro técnico tiene formación biosanitaria, también con Grado Superior en Formación Profesional y se encarga del mantenimiento de los laboratorios de biología molecular, compras de material, soporte en la preparación y desarrollo de las prácticas de las asignaturas. Por otro lado, en el departamento de Teoría de la Señal también se cuenta con dos Técnicos de Apoyo a la Investigación, pero con un perfil de informática, uno de estos cuenta con un Grado Superior en Formación Profesional y el otro es Ingeniero Superior. Es este caso los técnicos se encargan del mantenimiento de los equipos informáticos (tanto hardware como software), la configuración de los mismos e instalación de los paquetes de software necesarios para el desarrollo de las prácticas.

Por otro lado, el máster cuenta con un equipo técnico de apoyo a las clases presenciales y los sistemas de docencia en línea formado por profesionales en el área de la Tecnología Audiovisual e Informática que forman parte de UTEDA (<http://www.uc3m.nom.es/sdic/nosotros/equipo/uteda>), una de las once áreas en que se estructura el Servicio de Informática de la Uc3m.

6. RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE: MATERIALES E INFRAESTRUCTURALES, PRÁCTICAS Y SERVICIOS

6.1. Recursos materiales y servicios

MEDIOS MATERIALES Y RECURSOS ESPECÍFICOS ASIGNADOS AL TÍTULO

El Máster se impartirá en el Campus de Leganés, que cuenta con los siguientes medios materiales y recursos:

- Aulas docentes, con equipo de proyección audiovisual y PC en la mesa del docente (ver detalle en:

https://www.uc3m.es/sdic/espacios/aulas-docentes#ubicaciones_leganes).

- Aulas informáticas, con varios puestos dotados con un ordenador con todo el software necesario para la impartición de la docencia o realizar prácticas. Para facilitar su uso, el profesor cuenta con la atención personalizada del personal de apoyo que acudirá en caso de cualquier eventualidad para minimizar las interrupciones por motivos técnicos (ver detalle en:

https://www.uc3m.es/sdic/espacios/aulas-informaticas#ubicaciones_leganes).

Como complemento de las aulas informáticas y con el fin de que los estudiantes puedan hacer uso de las aplicaciones necesarias para realizar las prácticas de la titulación desde cualquier lugar, desde sus propios ordenadores, se ha creado el aula virtual: <https://www.uc3m.es/sdic/servicios/aula-virtual>.

En concreto, para la impartición del máster la universidad reserva todos los años, con dedicación exclusiva para el horario de impartición del máster, un aula con capacidad para 40 alumnos. Este aula cuenta con la infraestructura indicada anteriormente y, además, es un aula electrificada para que los alumnos puedan venir con sus portátiles al aula y seguir las clases de teoría y prácticas en este mismo aula.

Adicionalmente a esta aula, el Departamento de Teoría de la señal cuenta con un aula informática que contiene facilidades para la docencia mixta (presencial y online) y cuenta con 35 equipos PC (i5 de 8 generación o superior, 16G de memoria) que cuentan con GPUs (Nvidia 1070Ti, 2070 o 3060) para procesado de datos, lo que es de gran ayuda para la impartición de muchas de las asignaturas del programa de máster, como es el caso de los contenidos sobre aprendizaje automático. Estos equipos cuentan con una instalación del software necesario para el correcto desarrollo del máster, principalmente, Matlab y Python además de librerías específicas para algunas asignaturas como sklearn, pytorch o gensim.

Aunque esta aula se comparte con otras asignaturas de grado, su ocupación suele ser en horario de mañana, lo que facilita integrar las prácticas contempladas en el presente

máster. Es más, durante los cursos 20/21 y 21/22 esta aula se ha usado exclusivamente para la impartición del máster, y así la ha cedido el Departamento de Teoría de la Señal, ya que ha permitido la vuelta al aula de los alumnos con la distancia de seguridad suficiente tras las restricciones postpandemia.

Además, para el desarrollo de las prácticas, se ha facilitado que los alumnos puedan desarrollarlas desde entornos colaborativos como es Google Colab o el Jupiter Hub de la universidad (<https://www.uc3m.es/uc3mdigital/guia-herramientas/jupyter-hub>) que permite a los alumnos desarrollar y ejecutar código desde un navegador, facilitando así el desarrollo de las mismas desde cualquier equipo sin necesidad de tener un entorno en local.

Por último, indicar que para algunas de las prácticas asociadas a las asignaturas de Bioingeniería, este Departamento cuenta con un espacio de investigación de 680m2 distribuido en laboratorios dedicados principalmente a docencia e investigación, tales como:

- Laboratorio de biología molecular
- Laboratorio de cultivos celulares
- Dos laboratorios de instrumentación biomédica
- Sala de microscopia
- Zona restringida con equipos de radiología y medicina nuclear
- Sala blindada de radiología clínica completa
- Laboratorio de detectores de radiación
- Sala de cirugía virtual guiada por imagen
- Sala limpia BSL2 para cultivo celulares con recursos de microscopia

Donde se encuentran equipos como un escáner CT de haz cónico de campo variable, una máquina de rayos X de geometría variable (seis ejes de movimiento) con bandeja de muestra rotatoria, un escáner de tomografía de fluorescencia (FMT), un sistema de imágenes 3D-SPIM multiespectral, y un escáner PET rotatorio.

Además, hay suscrito un convenio para que los estudiantes del máster también puedan hacer uso de la Unidad de Medicina y Cirugía Experimental (UMCE) del Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid donde se dispone de:

- Sala de imagen molecular preclínica con un PET/CT de alta resolución de última generación, un escáner SPECT de alta resolución
- Sala de microscopia con un escáner de tomografía de fluorescencia (FMT), un sistema de imágenes 3D-SPIM con cinco láseres para mediciones multiespectrales, un microscopio de fluorescencia
- Sistema de imágenes de resonancia magnética de 7 Teslas equipado con gradientes de 750 mT/m
- Laboratorio radio farmacéutico equipado con un módulo de síntesis (FastLab, GEHC), y equipo de control de calidad asociado (sistema HPLC con detector de ultravioleta y radiactividad, espectrómetros portátiles, etc.)
- Cultivo celular
- Animalario

- Instrumentación para el manejo de los animales (dos microscopios de microcirugía, equipo quirúrgico, controlador computarizado de la composición del gas aspirado, etc.)

La utilización de los laboratorios compartidos por la titulación ronda entre un 20% y un 30%. Las prácticas contempladas en el presente máster pueden integrarse fácilmente ya que no suponen una carga superior al 1%-2% respecto de la ocupación total.

Mantenimiento y revisión de infraestructuras y servicios

El mantenimiento en correctas condiciones de los laboratorios y talleres arriba descritos se lleva a cabo por los departamentos a los que se adscriben, que cuentan con personal técnico específico destinado a este fin. En el apartado 5.2.d) se puede consultar el perfil de este personal.

Además, se cuenta con la colaboración de la Oficina Técnica del Campus (<https://www.uc3m.es/OficinaTecnica/inicio>).

Estos agentes, junto al Comité de Seguridad y Salud, han impulsado a lo largo de los sucesivos cursos académicos del Máster acciones correctoras o medidas preventivas encaminadas a mejorar el nivel de seguridad, salud y protección del medio ambiente. Entre estas medidas cabe citar las siguientes:

- Elaboración de un plan de prevención de riesgos y de autoprotección: <https://www.uc3m.es/prevencion/seguridad-laboratorios>
- Desarrollo de un manual de seguridad en los laboratorios: <https://www.uc3m.es/prevencion/manual-seguridad-salud-2>
- Promoción del uso de ropa adecuada y equipos de protección individual: <https://www.uc3m.es/prevencion/epis>
- Actividades de asesoría y formación específicas: <https://www.uc3m.es/prevencion/solicitud-sprl>

OTROS MEDIOS MATERIALES Y RECURSOS PARA ESTUDIANTES Y PROFESORADO

- Aulas telepresencia: espacios de colaboración inmersivos que permiten interconectar dos aulas, creándose la sensación de que profesor y alumnos, tanto presenciales como remotos, comparten el mismo espacio físico. Para ello, se proyecta en una de las paredes, con calidad 4K, la imagen del aula remota, conformando una visión o plano general de la misma y cubriendo todo el ancho de una de las paredes del aula.

En dicho muro se pueden incluir además de la imagen del otro aula, diversas ventanas con distinto contenido, como señales de ordenador conectadas por HDMI, tanto de forma local como remota, señales de streaming en directo, imágenes, etc. (ver detalle en: <https://www.uc3m.es/sdic/espacios/aulas-telepresencia#ubicaciones>).

- Aulas de diseño y edición digital, un tipo especial de aula Informática equipada con PCs más potentes y la suite de software Adobe Creative Cloud, orientada a la edición y creación de material gráfico y audiovisual (ver detalle en:

<https://www.uc3m.es/sdic/espacios/aulas-diseno-y-edicion-digital#ubicaciones>).

- Espacios con características especiales. La Universidad Carlos III de Madrid cuenta con una serie de espacios idóneos para la celebración de congresos, conferencias, seminarios, cursos formativos y actos institucionales. Cada uno de estos espacios dispone de toda la equipación tecnológica necesaria para llevar a buen fin todos los actos y eventos que se celebren en ellos (más información en: <https://www.uc3m.es/sdic/espacios/espacios-para-eventos#ubicaciones>).

La biblioteca de la Universidad Carlos III de Madrid cuenta con 5 puntos de atención distribuidos en los diferentes Campus. En el campus de Puerta de Toledo-Madrid y en el de Leganés se cuenta con una biblioteca cada uno, mientras que el de Getafe cuenta con dos (más información en: <https://www.uc3m.es/biblioteca/quienes-somos>). Además de las salas centrales de lectura y estudio individual, estos espacios cuentan con salas de trabajo en grupo, equipamiento informático, audiovisual y reprografía, aulas de idiomas, aula de seminarios o talleres, sala de visionado, sala de exposiciones y el MakerSpace en la biblioteca de Leganés (<https://www.uc3m.es/makerspace/inicio>). La información sobre estos espacios en general se puede encontrar aquí: <https://www.uc3m.es/biblioteca/salas-equipos>.

Se cuida de que todos los recursos nombrados anteriormente sean accesibles y estén adaptados, a través del Programa de Atención a Estudiantes con Discapacidad y Necesidades Específicas de Apoyo Educativo de la UC3M. Más información en https://www.uc3m.es/orientacion/discapacidad_neae.

Finalmente, cabe destacar que como medio para comprobar la originalidad de las tareas entregada por los estudiantes, incluyendo los trabajos de fin de máster (TFM), la UC3M cuenta con Turnitin (<https://www.uc3m.es/uc3mdigital/guia-herramientas/turnitin>) integrada en el Aula Global como la plataforma básica de soporte de la docencia en UC3M (<https://www.uc3m.es/uc3mdigital/guia-herramientas/aula-global>), con una guía abierta a disposición de los docentes para manejar esta herramienta antiplagio (<https://uc3m.libguides.com/Turnitin>). Según la normativa específica sobre el TFM el tutor debe dejar en su informe del TFM el resultado Turnitin.

SERVICIOS DE APOYO Y ORIENTACIÓN AL ESTUDIANTADO

La Universidad Carlos III de Madrid cuenta con el Servicio de Orientación a Estudiantes que de forma amplia se ocupa de proporcionar ayuda a los estudiantes o futuros estudiantes que lo soliciten, en materias como orientación general, psicológica, adaptación y necesidades específicas o deportistas de alto nivel. Más información en:

<https://www.uc3m.es/orientacion/inicio>

De forma específica en el Centro de Postgrado, se cuenta con oficinas de alumnos en cada campus (Puerta de Toledo-Madrid, Getafe y Leganés) que proporcionan atención individualizada, tanto presencial como a distancia a los estudiantes. Se muestra en la

web de manera actualizada, los formularios de contacto, teléfono y horarios de atención presencial de cada una de ellas:

<https://www.uc3m.es/postgrado/oficinas-informacion>

El personal del Servicio, entre los que se cuentan el personal de administración que atiende a los estudiantes, se refleja de forma pública a través de la web:

https://www.uc3m.es/ss/Satellite/UC3MInstitucional/es/ServiciosUniversitarios/1371218553727/Servicio_de_Postgrado

6.2 Procedimiento para la gestión de las prácticas académicas externas

NO PROCEDE

6.3. Previsión de dotación de recursos materiales y servicios

NO PROCEDE

7. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

7.1. Cronograma de implantación del título

CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN	
TITULACIÓN	CURSO 2019/20
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE LA INFORMACIÓN PARA LA SALUD	1º

CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN MODIFICACIONES*	
TITULACIÓN	CURSO 2023/24
MÁSTER UNIVERSITARIO EN APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA LA SALUD / MACHINE LEARNING FOR HEALTH	1º

**Sujeto a la aprobación de las modificaciones solicitadas.*

7.2 Procedimiento de adaptación

NO PROCEDE

7.3 Enseñanzas que se extinguen

NO PROCEDE

8. SISTEMA INTERNO DE GARANTÍA DE LA CALIDAD

8.1. Sistema Interno de Garantía de la Calidad

<https://www.uc3m.es/calidad/sistema-garantia-interna-calidad>

8.2. Medios para la información pública

La universidad publica anualmente en su web, con la antelación y contenidos suficientes, toda la información relativa a su oferta académica, los procesos de solicitud y matrícula, así como el calendario y fechas importantes a tener en cuenta por parte de los futuros estudiantes, de manera que se dispone de una información adecuada y suficiente para que los estudiantes interesados en participar en el proceso de selección puedan valorar adecuadamente su participación en el mismo.

En concreto, la web del Centro de Postgrado (www.uc3m.es/postgrado/inicio) recoge la oferta académica de másteres universitarios, y los accesos a la web de Admisión (www.uc3m.es/postgrado/admision), Matrícula (www.uc3m.es/postgrado/matricula) y Becas (www.uc3m.es/postgrado/ayudas).

Por otro lado, el Máster Universitario en Aprendizaje automático para la Salud cuenta, al igual que el resto de másteres que oferta la universidad, con una página web que recoge toda la información específica sobre el programa, profesorado, admisión y matrícula, becas y otro tipo de información práctica (calendario académico, horarios o el acceso a la Secretaría Virtual): <https://www.uc3m.es/master/aprendizaje-automatico-salud?d=Desktop>.

Además, la Universidad dispone de una web específica sobre la Calidad en los estudios (<https://www.uc3m.es/calidad/inicio>) en la que se pueden consultar indicadores de calidad y empleabilidad de todos los títulos que oferta así como los informes de evaluación externa y seguimiento o las Memorias Académicas.