

**MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER
MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER
UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS E
INGENIERÍA CUÁNTICAS/ MASTER IN
QUANTUM TECHNOLOGIES AND
ENGINEERING POR LA UNIVERSIDAD
CARLOS III DE MADRID**

PRE-CÓDIGO RUCT: _____

1. Descripción del Título

1.1 Datos Básicos

(* Campos obligatorios)

Nivel Académico: Máster – Máster [RD 822/2021](#)

Denominación*: Máster Universitario en Tecnologías e Ingeniería Cuánticas / *Master in Quantum Technologies and Engineering* por la Universidad Carlos III de Madrid

Nivel MECES: 3

Título Conjunto* No:

Descripción del Convenio*:

[Debe aportarse el Convenio si el título es conjunto, tanto nacional como internacional]

Rama *: Ingeniería y Arquitectura

ISCED 1 *: 520

ISCED 2 *: 441

Habilita para profesión regulada*: No:

Elija un elemento.

Condición de acceso para título profesional*: No:

Especialidades

NO PROCEDE

1.2 Distribución de créditos

(* Campos obligatorios)

Créditos obligatorios *	60
Créditos optativos *	18
Créditos prácticas externas *	0
Créditos TFM *	12
Créditos complementos formativos	0
Total ECTS	90

1.3 Datos asociados al Centro

(* Campos obligatorios)

Centro de Postgrado de la Universidad Carlos III de Madrid

Principio del formulario

Tipo de enseñanza* [\[señalar la que proceda\]](#):

Presencial: X

Semipresencial:

A distancia:

Plazas de nuevo ingreso ofertadas*:

Plazas en el primer año de implantación: 30

Plazas en el segundo año de implantación: 30

Plazas para la [Modalidad Semipresencial](#) (en su caso):

ECTS de matrícula necesarios según curso y tipo de matrícula*:

	TIEMPO COMPLETO		TIEMPO PARCIAL	
	ECTS Matrícula mínima	ECTS Matrícula máxima	ECTS Matrícula mínima	ECTS Matrícula máxima
PRIMER CURSO	60	60	30	30
RESTO DE CURSOS	30	54	18	30

Normativa de permanencia:

<https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/27007>

Lenguas en las que se imparte*: INGLÉS

2. Justificación

(* Campos obligatorios)

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

2.1.1. Orientación del Título*

Académica Investigación Profesional

Justificación del Título propuesto y la orientación*:

En la actualidad estamos asistiendo a lo que se ha dado en llamar como la "[Segunda Revolución Cuántica](#)" centrada en la explotación tecnológica de los enormes avances producidos en los últimos años en la capacidad de detectar y manipular sistemas cuánticos. Estos logros han conseguido una posición estelar en las noticias tecnológicas y van desde el recientemente establecimiento de la [primera red cuántica distribuida](#) de 4,600 kms entre la tierra y el espacio conseguida por China a la demostración de [teleportación cuántica](#) segura sobre 44 kms de distancia con una fiabilidad del 90% realizada en EE.UU. o el récord de capacidad de computación del ordenador cuántico reclamado recientemente tanto en los [EE.UU.](#) (por Google) como en [China](#).

La importancia de esta segunda revolución cuántica (la primera fue la del transistor y los semiconductores en los años 50/60) no ha sido ajena a muchos gobiernos que han puesto ya en marcha importantes iniciativas para apoyarla. La Unión Europea, por ejemplo, ha creado la llamada "[Quantum Flagship](#)" con una inversión aproximada de 1 billón de euros a gastar en un plazo de 10 años y que tiene como objetivos principales:

- i) consolidar y ampliar el liderazgo y la excelencia científica europea en este ámbito de investigación;
- ii) poner en marcha una industria europea competitiva en tecnologías cuánticas,
- iii) hacer de Europa una región dinámica y atractiva para la investigación innovadora, los negocios, y las inversiones en este campo.

En paralelo a este esfuerzo público e institucional se ha lanzado en abril de 2021 el [Consortio Europeo para la Industria Cuántica](#) (QuIC), que pretende poner las bases para desarrollar un ecosistema empresarial competitivo europeo en este campo, facilitando para ello:

- i) la interacción entre empresas interesadas en introducirse en el sector o que ya están en él,

ii) la interlocución de estas empresas con organismos y oficinas públicas europeas que desarrollan las políticas que afectan y condicionan el crecimiento de la implantación de tecnologías cuánticas,

iii) la identificación de los nichos y carencias existentes en el tejido empresarial europeo en lo que se refiere tanto a la disponibilidad de trabajadores especializados con formación adecuada como a la subsanación de defectos existentes en las cadenas actuales de suministro de componentes y otras tecnologías necesarias para la implantación de estas tecnologías en la sociedad.

Por su parte, Estados Unidos considera también que la ciencia y la tecnología de la información cuántica (QIST en sus siglas en inglés) son la mayor prioridad de su programa de ciencia y tecnología para la siguiente década, acompañándolo de una inversión sin precedentes de más de 1.200 millones de dólares que se engloban dentro de la [National Quantum Initiative](#). Esta iniciativa pretende asegurar para los Estados Unidos el liderazgo mundial en este ámbito dado su previsible impacto económico, así como su importancia para la seguridad y economía nacional. Iniciativas similares están siendo puestas en marcha por muchos otros países. Este es el caso, por ejemplo, del Reino Unido (de manera independiente a la Unión Europea, debido al Brexit), China, Canadá, Israel o Australia. Por último, son también muy significativas las inversiones de capital tipo privado comenzando quizá por las más conocidas de [Google](#) e [IBM](#), pero sin infravalorar muchas otras iniciativas financiadas por multinacionales tan conocidas como [Amazon](#), [Alibaba](#), [Huawei](#) y muchas otras grandes compañías nacionales. En España, son ya conocidos los esfuerzos en esta dirección por empresas tan importantes como [Telefónica](#), [Airbus](#) ó [ATOS](#), [Iberia](#) o [Repsol](#), entre otras.

El interés por las tecnologías cuánticas ha alcanzado a algunos de los sectores más críticos para la sociedad moderna, empujado sin duda por las muchas posibilidades que ofrecen, entre otras, la computación y las comunicaciones cuánticas. La **computación cuántica** puede llegar a ofrecer una ventaja enorme para atacar ciertos tipos de problemas entre los que destaca la factorización de números muy grandes, lo que tendría una gran importancia para temas de ciberseguridad. Otros temas, como la posibilidad de generar **números realmente aleatorios** de forma cuántica, podrían llegar a ser centrales a campos como la criptografía. Conceptos como el **entrelazado cuántico** permitirían establecer comunicaciones más seguras gracias a las nuevas posibilidades que abre para compartir claves en una red de comunicaciones. Por otro lado, se han propuesto algoritmos que, corriendo en un computador cuántico, podrían tener el potencial de **romper los protocolos de criptografía** basados en claves públicas (como el RSA) en los que se basa la gran mayoría de la industria del comercio electrónico, negocio que mueve alrededor de cinco trillones anualmente. No es por tanto extraño el gran interés que se ha despertado en estas tecnologías en los últimos cuatro o cinco años en sectores como el militar, el de las telecomunicaciones, el sector bancario, de inversión y de auditoría empresarial, el comercio electrónico o el sector aeroespacial, solo por mencionar algunos de los más importantes. De hecho, muchos de ellos han dirigido la atención de sus departamentos de I+D a estudiar, examinar e incluso contribuir a la investigación y desarrollo de estas tecnologías, así como de las maneras en que se podrían implementar en sus sectores de negocio en un futuro no muy lejano. Sin embargo, la mayoría de los actores importantes del sector privado reconocen que, en el momento actual, el mayor cuello de botella a superar por la incipiente industria cuántica es la falta de talento humano con la formación adecuada. Es decir, la falta de personal tecnológicamente cualificado que pueda desarrollar, por ejemplo, actividades

tan simples, aparentemente, como la implantación de las nuevas tecnologías cuánticas sobre las infraestructuras ya existentes, o actividades más complejas como las relacionadas con la investigación y la transferencia que permitan adaptar o desarrollar tecnologías basadas en principios cuánticos de especial interés para sus sectores de negocio, ya sea en solitario, en consorcio con otras empresas o en colaboración con centros de investigación públicos o privados.

Las universidades y los centros educativos superiores de todo el mundo son conscientes de esta situación y, a consecuencia de ello, están empezando a diseñar y lanzar programas de máster y de doctorado en este ámbito con un perfil que, sin abandonar la orientación investigadora tradicional del campo cuántico, tenga también fuertes componentes tecnológicas e ingenieriles. Este movimiento estratégico supone un cambio de filosofía significativo respecto de los programas preexistentes en el campo de las ciencias cuánticas, que tienen casi exclusivamente un carácter académico y que están dirigidos a estudiantes de ciencias físicas que se encaminan primordialmente a la investigación básica. Los nuevos programas no abandonan el espíritu investigador de los precedentes ya que, al fin y al cabo, las tecnologías cuánticas no son aún tecnologías maduras y bien establecidas, sino que están en constante crecimiento y desarrollo. Lo que buscan es, en cambio, el formar a físicos e ingenieros de un espectro más amplio y dotarlos con capacidades suficientes para enfrentarse a problemas de investigación más aplicada que persiguen identificar nuevas soluciones tecnológicas, adaptar soluciones preexistentes a nuevos contextos de interés, o la transferencia general de tecnología cuántica al mundo empresarial. Estamos, por tanto, en medio de una transición en toda regla desde la ciencia cuántica pura ("*Quantum Science*") a la Ingeniería Cuántica ("*Quantum Engineering*") a través de la investigación, el desarrollo y la implantación de las Tecnologías Cuánticas ("*Quantum Technologies*"). Estos nuevos programas deben dotar al estudiante con el conocimiento esencial del mundo cuántico que sea necesario para entender el funcionamiento de las tecnologías ya existentes y posibilitar la creación de otras nuevas, pero también se han de ocupar de proveerles de lo necesario para que puedan contribuir significativamente a su implantación eficiente en nuestra sociedad. Ejemplos típicos son el desarrollo de sistemas capaces de albergar computadoras cuánticas con capacidad de cálculo sin precedentes, pero también de su uso para afrontar nuevos problemas; el estudio de tecnologías de comunicación cuántica que garanticen la transmisión segura y la encriptación inviolable de la información basadas en algoritmos y principios cuánticos pero que puedan integrarse con tecnologías e infraestructuras ya existentes; o la creación y el desarrollo de nuevos sensores cuánticos de altísima precisión sensibles, por ejemplo, a pequeñísimas variaciones de campos magnéticos o gravitatorios, y su posible uso en industrias como la aeroespacial o la del transporte.

En el entorno político y económico actual, y teniendo en cuenta la situación anteriormente descrita, parece claro que la creación de un título de **Máster en Tecnología e Ingeniería Cuánticas** es tanto pertinente como interesante en la Comunidad de Madrid, que es la primera región española en gasto en I+D. Aunque los presupuestos en I+D son aún bastante inferiores respecto a los de los años anteriores a la reciente crisis económica y sanitaria, se han invertido en la Comunidad de Madrid más de 3.500 millones de Euros en I+D en 2016, lo que supone más del 25% de la inversión total de España en este campo y un 1.66% del PIB de la comunidad madrileña (<https://www.comunidad.madrid/inversion/innova/madrid-cifras>). De hecho, en Madrid se ubica un número importante de empresas e industrias, muchas de ellas multinacionales, con fuerte actividad en I+D. Éstas se centran sobre todo en torno a las tecnologías de la información y las comunicaciones, en la industria farmacéutica, sanitaria y biotecnológica, en la fabricación de instrumentos científicos, de

sensores de precisión y de productos electrónicos, así como en las industrias química, mecánica, eléctrica, energética, automovilística, aeroespacial y ferroviaria (<https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UDCObservEconomico/ObservatorioIndustrial/Publicaciones/A%C3%B1o%202010/InformeAnual2010.pdf>). La Comunidad de Madrid es también sede de muchos centros de investigación públicos que trabajan en el desarrollo de estas tecnologías (como el CSIC, el CIEMAT, el Centro Nacional de Metrología o el INTA), así como de universidades con programas de doctorado internacionalmente reconocidos en estos campos. Por tanto, parece claro que la Comunidad de Madrid es uno de los lugares que más podría beneficiarse en España de poder disponer de egresados con el perfil aquí propuesto, que podrían incorporarse a muchas de estas empresas y centros de investigación madrileños.

Estimamos que la demanda esperable para un título de estas características será notablemente alta en la Comunidad de Madrid. Las Tecnologías Cuánticas son un tema de gran actualidad y alcance mediático, y donde existe una gran demanda potencial de personal cualificado por un tejido empresarial que está comenzando a formarse, y también por centros públicos y privados de investigación que trabajan en el campo cuántico, no sólo a nivel fundamental, sino también en sus aplicaciones. Es importante ser consciente, sin embargo, de que el objetivo de un título como éste no debe ser el conseguir al mayor número posible estudiantes marginalmente buenos para cursarlo, sino el atraer a un número suficientemente alto de estudiantes muy brillantes, con alta creatividad y capacidad, y con interés por la ciencia y la tecnología, que puedan asimilar sus contenidos con rapidez y profundidad, para estar así en condiciones de perseguir una futura carrera profesional en un campo tan competitivo. Las tecnologías cuánticas están basadas en conceptos de gran abstracción que requieren de muy buenos fundamentos en temas básicos de física moderna y matemática. Su desarrollo y aplicación en sectores tecnológicos requiere, además, de un conocimiento suficiente, por parte de los estudiantes, de fundamentos básicos de comunicación, computación, redes o sensores, por mencionar unos cuantos. No existe un título de grado en España en estos momentos que dote a sus titulados de todos estos mimbres. El más cercano sería, posiblemente, el Grado en Ingeniería Física que ofrecen, en Madrid, la Universidad Carlos III y, en Barcelona, la Universidad Politécnica de Cataluña. Pero ni siquiera estos dos títulos cubren todos los fundamentos anteriormente listados. Es por ello que lo ideal sería el poblar el máster propuesto con algunos de los mejores titulados en grados del tipo de ciencias físicas, ingeniería física, ingeniería de telecomunicaciones o telemática e ingeniería electrónica, entre otros. Estos estudiantes conocen muy bien algunos de los elementos necesarios y, sobre todo, han demostrado tener capacidad excelente para aprender el resto rápidamente. Existe un número significativo de titulados de este tipo en la Comunidad de Madrid, por lo que pensamos que no habría ninguna dificultad en encontrar anualmente buenos candidatos para las 30 plazas que se propondrían para este máster. Además, la mayoría de los grados mencionados tienen notas de corte situadas entre las más altas de todos los títulos de grado ofrecidos en la Comunidad de Madrid (<https://notasdecorte.es/zona/madrid>), lo que garantiza la calidad y capacidad de estos estudiantes. Así, por ejemplo, la nota de corte para el curso 2020-21 del grado en Ingeniería Física que oferta la Universidad Carlos III de Madrid fue de 13.229 sobre 14; para su grado en Tecnologías Industriales fue 11.845 y para su grado en Tecnologías de Telecomunicaciones, 10,794; el grado de Física de la universidad Autónoma de Madrid tuvo una nota de corte de 13.075; el doble grado de Matemáticas-Física de la Universidad Complutense tuvo 13.875 y su grado de Física, 12,586; el grado de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid tuvo 12,400. Por último, podemos estimar la demanda

tomando como referencia los dos títulos de máster más cercanos al aquí propuesto que se ofertan actualmente en España. En concreto, el [Master en Ciencia y Tecnología Cuánticas](#) que ofrece la Universidad del País Vasco y el [Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Fotónica, Nanofotónica y Biofotónica de la Universidad Politécnica de Catalunya](#). El primer programa tiene un carácter más de investigación, con una duración de 60 ECTS, y ofrece veinte plazas. El segundo, con un carácter más interdisciplinar y similar al aquí propuesto, pero con un contenido más restringido que se enfoca sobre todo a la nanofotónica, tiene una duración de 120 ECTS y ofrece 25 plazas. Ambos programas han tenido demandas muy superiores a su oferta de plazas en los últimos años. Si tenemos en cuenta que la población de la Comunidad de Madrid es de unos 6.5 millones de personas, y que muchos estudiantes de comunidades limítrofes, como Castilla la Mancha, vienen también a universidades de la Comunidad de Madrid, el tamaño de la bolsa de estudiantes es comparable a los 7.5 millones de Cataluña, principal zona de atracción de estudiantes de la UPC. Cabría esperar, por tanto, un interés similar en Madrid al de Cataluña por un título de este tipo. El interés del estudiante catalán es tan grande que la Universidad de Barcelona ha puesto en marcha un nuevo [Master en Ciencia Cuántica y Tecnología](#) para el curso 21-22, de 60 ECTS y con 25 plazas. Su duración, menor que el aquí propuesto, se debe de nuevo a la elección de un enfoque más de investigación y un perfil de entrada de estudiantes más restringido.

Nos gustaría ahora discutir la idoneidad de la Universidad Carlos III para ofertar un título de este tipo. Pensamos que la universidad Carlos III de Madrid y, en concreto, su Escuela Politécnica Superior, está en una posición privilegiada para poder ofrecerlo. Primero, porque la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la UC3M lleva ofertando títulos de grado y máster de ingeniería desde su transición al Espacio Europeo de Educación Superior en el periodo 2008-2010. En la actualidad ya oferta un buen abanico de títulos que engloban desde las disciplinas más tradicionales (Ingenierías del ámbito Industrial, de Telecomunicaciones o Aeroespacial) a otras titulaciones más recientes de ámbitos en constante desarrollo como la Ingeniería Informática, Ingeniería de la Energía, Ingeniería Biomédica, Ingeniería de Datos o la Ingeniería Física. Muchos de estos títulos se imparten exclusivamente en inglés y tienen una recepción excelente en la Comunidad de Madrid. La creación de un nuevo título de máster en Tecnología e Ingeniería Cuántica con vocación ingenieril entraría, por tanto, dentro de los parámetros en los que la Escuela Politécnica se mueve con especial facilidad. En segundo lugar, la Universidad Carlos III tiene la ventaja de alojar a todos sus departamentos de ingeniería en un único campus situado en Leganés. Comparten espacio allí departamentos de un amplio espectro que van desde los más básicos como Física o Matemáticas, a departamentos puramente tecnológicos como Tecnología Electrónica, Teoría de la Señal y Comunicaciones, Telemática e Ingeniería Biomédica y Aeroespacial e incluyendo también departamentos de tipo mixto, como Informática o Ciencia e Ingeniería de Materiales. Se cubre, por tanto, de forma casi perfecta el espectro más amplio posible de capacidades relevantes para darle a un título de estas características la fuerte personalidad ingenieril y multidisciplinar que demandan muchas empresas de una forma que no puede hacer ninguna otra universidad pública o privada de la Comunidad de Madrid. Dado que el título se impartiría íntegramente en inglés, sería de gran atractivo para potenciales mercados fuera de España como el europeo, americano o el asiático, entre otros. Esto no sólo incrementaría la posible demanda, sino también aumentaría las posibilidades de movilidad europea e internacional de sus estudiantes españoles, que es un gran valor añadido como se ha comprobado en muchos de los otros títulos de grado y máster que se ofertan en la UC3M. Además, cabe mencionar que la UC3M dispone además en su plantilla de un número grande de investigadores de reconocido prestigio, ubicados tanto en sus

departamentos de ciencia básica como tecnológicos, que trabajan activamente en investigación y transferencia de tecnología en muchas de las áreas que se incluirían dentro del programa del título como es el caso, por ejemplo, de la computación e información cuántica, el desarrollo de nuevas tecnologías de telecomunicación, encriptación y seguridad, la nanoelectrónica, la nanofotónica, el desarrollo de materiales inteligentes y la creación de nuevos materiales cuánticos.

Concluimos la sección de presentación del título informando que se ha conseguido el apoyo y compromiso para contribuir de forma significativa a este máster de uno de los centros de investigación públicos más importantes de España, el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Este hecho es especialmente relevante ya que el CSIC cuenta con algunos de los investigadores y grupos de investigación de mayor prestigio del país en campos de las ciencias y tecnologías cuánticas como la óptica cuántica o la nanofotónica, especialmente relevantes para este título. No cabe duda que el contar con el CSIC refuerza enormemente la componente de investigación del título, que se complementa a la perfección con la orientación más tecnológica y aplicada de una escuela de ingeniería como la de la UC3M. Estos grupos del CSIC se alojan en institutos como el Instituto de Física Fundamental ([IFF](#)), el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid ([ICMM](#)), el Instituto de Micro- y Nanotecnología ([IMN-CMN](#)) o el Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón ([INMA](#)). El apoyo del CSIC al título no se limitará a su colaboración en el diseño del programa académico (uno de los miembros externos de la comisión que ha diseñado el programa, el Dr. **Juan José García Ripoll**, es Investigador Científico en el IFF), sino que se extenderá, si se llegase a implementar el título, a la participación de personal del CSIC en labores docentes en asignaturas obligatorias y optativas, así como en la supervisión de prácticas y en la dirección de trabajos fin de máster. Dicha colaboración se enmarcará en un acuerdo de colaboración recientemente firmado por el CSIC y la UC3M para estudios de grado, master y doctorado, y se detallará en un acuerdo específico para este título en el que ambas instituciones están trabajando en la actualidad. Si ya pensábamos que el título presentado era adecuado y convincente dentro del marco singular de la universidad Carlos III, es evidente que la participación del CSIC en el mismo potenciará enormemente su credibilidad y su calidad, contribuyendo así a incrementar el atractivo del programa tanto a nivel nacional como internacional.

- **Enseñanzas que se imparten en varias modalidades (presencial, semipresencial o a distancia).**

El título se impartirá únicamente en la modalidad presencial.

- **Títulos que habilitan para el ejercicio de una actividad profesional regulada**

No se aplica.

- **Especialidades**

No se aplica.

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

A día de hoy no existe en España un programa con perfil, enfoque y contenidos similares al aquí propuesto. Los programas actualmente en funcionamiento (o a punto de hacerlo) de mayor similitud serían:

- **Máster en Ciencia y Tecnologías Cuánticas de la Universidad del País Vasco** (<https://www.ehu.eus/es/web/master/master-ciencia-tecnologia-cuanticas>). A diferencia del que se propone aquí, éste es un programa de máster de 60 ECTS orientado sobre todo a la investigación como paso previo al acceso a los estudios de doctorado. Está dirigido sobre todo a estudiantes de Física, y sus dos principales trayectorias de salida son la investigación en Física Fundamental o en Información y Tecnología Cuántica.
- **Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Fotónica, Nanofotónica y Biofotónica** coordinado por la **Universidad de Aix-Marsella** y en el que participa, junto a otras universidades europeas, la **Universidad Politécnica de Cataluña** (UPC) (<https://www.upc.edu/en/masters/erasmus-mundus-photonics-engineering-nanophotonics-and-biophotonics-europhotonics>). Este programa de 120 ETCS tiene un perfil de admisión más parecido al aquí propuesto, ya que va dirigido a estudiantes tanto del ámbito de las Ciencias Físicas como la Ingeniería. Sin embargo, su orientación curricular es bastante más restringida al estar muy enfocada a los campos de la fotónica y la nanofotónica, tocando solo de lado otras tecnologías cuánticas.
- **Máster in Quantum Computing Technology** ofertado por la **Universidad Politécnica de Madrid** (UPM) con la colaboración de la empresa consultora **Accenture** (<https://quantum-explore.com/>). Este programa de nueva creación, a pesar de ser sólo de 60 ECTS, tiene un perfil de admisión más amplio que el aquí propuesto, ya que va dirigido a estudiantes de Informática, Matemáticas, Ciencias Físicas e la Ingeniería. Sin embargo, su orientación curricular es de nuevo bastante más restringida, al estar dirigida únicamente a la Computación Cuántica, tras un pequeño módulo introductorio de 1.5 ECTS con el que se pretende dotar a los estudiantes de los conocimientos básicos en mecánica cuántica, operadores y demás temas necesarios. El programa se empieza a ofertar en **enero de 2021**.
- **Máster in Quantum Science and Technology** ofertado por la **Universidad de Barcelona** (UB) con la colaboración de la **Universidad Politécnica de Barcelona**, la **Universidad Autónoma de Barcelona**, el **Instituto de Ciencias Fotónicas** y el **Barcelona Supercomputing Center**, entre otros (<https://quantummasterbarcelona.eu/>). Se trata de un programa de nueva creación con una duración 60 ECTS y que tiene un perfil de admisión más restringido que el aquí propuesto, que incluye sobre todo a graduados en Física e Ingenieros Físicos. Su principal orientación curricular es la investigación. El programa se empieza a ofertar en **septiembre de 2021**.

Principales referentes en el ámbito internacional.

Internacionalmente sí que es posible encontrar programas con enfoques mucho más similares al aquí propuesto, diseñados con un enfoque relativamente amplio y profundo sobre las tecnologías cuánticas y para un espectro de entrada más amplio, que incluye tanto a físicos como ingenieros, lo que lleva de forma natural a programas de más larga duración. Una característica común a todos estos programas es que son de muy recientemente creación. Dicha juventud es muestra de la pronta respuesta por parte de muchas instituciones de educación superior a las recientes políticas europeas de apoyo financiero al campo de las tecnologías cuánticas. Este es el caso, por ejemplo, de las ofertas de la ETH de Zurich (Suiza), de las universidades técnicas de Munich (Alemania) o de la ANU australiana que detallamos a continuación:

- **[Master in Quantum Engineering](#)** ofrecido por la prestigiosa ETH Zürich (Suiza). Se trata de un programa de dos años (120 ETCS) ofrecido conjuntamente por el departamento de Física y el departamento de Tecnología de la Información e Ingeniería Electrónica de dicha universidad. **Se ofrece por primera vez en el año académico 2019/2020.** Introduce a los estudiantes a la ingeniería cuántica, presentada como un nuevo campo a caballo entre la física cuántica, la ingeniería electrónica y la ingeniería de la información. El programa admite estudiantes con espectro amplio (físicos, ingenieros, ...) a los que forma en el conocimiento básico que necesitan antes de presentarles las tecnologías cuánticas en sí mismas. Durante el segundo año del programa se garantiza una fuerte interacción tanto con el mundo empresarial como de investigación del sector.
- **[Msc in Quantum Technology](#)** ofrecido por la Australian National University (Australia). Se trata de un programa de dos años (120 ETCS) dirigido a estudiantes de ciencias e ingeniería y que les introduce a los fenómenos cuánticos y sus aplicaciones tecnológicas. **Ofertado por primera vez en el año académico 2019/20.** Pretende, como el anterior, servir tanto como de acceso a la investigación básica como de puente al mundo empresarial tecnológico.
- **[Master of Science in Quantum Science and Technology](#)** ofrecido conjuntamente por dos de las mejores universidades alemanas: la **Ludwig Maximilian University of Munich (LMU)** y la **Technical University Munich (TUM)**. De nuevo se trata de un programa de dos años (120ETCS) dirigido a estudiantes de ciencias e ingeniería que se enfocarán o bien en los aspectos teóricos o en los experimentales de la Ciencia y Tecnología Cuántica. **Ofertado por primera vez en el año académico 2020/21.** Pretende servir tanto como de acceso a la investigación básica como de puente al mundo empresarial tecnológico.

Es posible encontrar otros programas similares que han aparecido recientemente tanto en Canadá (p.ej., el ofertado en la [Univ. de Waterloo](#)), en Estados Unidos (p.ej, el ofrecido por [UCLA](#)), en Japón o China. Algunos de ellos se concentran en aspectos particulares de las tecnologías cuánticas, con la reducción consiguiente en ECTS. Prueba final de la efervescencia reinante en este contexto son los varios títulos de esta índole que van a ofertarse por primera vez el año que viene en el Reino Unido:

- [Quantum Technologies Msc de la University College London](#) (Reino Unido). Se trata de un programa de un solo año (60 ECTS) dirigido a estudiantes con interés en tener una carrera futura en el campo de las tecnologías cuánticas. **Comenzará a ofertarse en septiembre de 2021.** Admiten a graduados de ciencias (física, matemáticas, informática e ingeniería) aunque se les supone algún conocimiento previo de mecánica cuántica. Dado lo variado de los perfiles de admisión y su corta longitud, la introducción a las tecnologías cuánticas ofrecida parece bastante superficial.
- [Quantum Technologies Msc](#) ofrecido por **University of Glasgow** (Reino Unido) Otro programa de un año (60 ECTS) similar al ofrecido por University College London. **Comienza a ofertarse en septiembre de 2021.**
- [Quantum Technologies Msc](#) ofrecido por **Sussex University** (Reino Unido). Otro programa de un año (60 ECTS) similar al ofrecido por University College London. **Comienza a ofertarse en septiembre de 2021.**

2.2 Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios*.

El procedimiento de creación y elaboración del Máster en Tecnología e Ingeniería Cuánticas objeto de esta memoria ha seguido las directrices aprobadas en su sesión del 26 de febrero de 2009 por el Consejo de Gobierno de la Universidad, resumidas a continuación:

1. La iniciativa de creación de un nuevo máster corresponde a los órganos de la Universidad previstos en los Estatutos. La propuesta deberá indicar: a) La denominación del título al que conducen los estudios; b) La rama de conocimiento al que quedará adscrito; c) su orientación como Máster de investigación, académico, profesional o mixto. La propuesta deberá contener un estudio preliminar en el que se analizarán los aspectos que se indican en el Apartado 2.

2. Con el fin de comprobar la adecuación de la propuesta a las líneas programáticas y estratégicas de la universidad, el Rector, asistido por el Consejo de Dirección y con el asesoramiento externo que considere pertinente, aprobará un informe ejecutivo preliminar en el que se valorarán los aspectos siguientes: a) Existencia de una demanda potencial de estudiantes no cubierta adecuadamente por otras universidades de nuestro entorno educativo; b) Capacidad de atracción de buenos estudiantes españoles e internacionales y que, en consecuencia, potencie la movilidad en el Espacio Europeo de Educación Superior. Las propuestas deberán especificar si los estudios van a impartirse en inglés; c) Contribución a la mejora o el refuerzo de las capacidades investigadoras o artísticas de las áreas de la Universidad; d) Los mecanismos establecidos para garantizar unas enseñanzas con un nivel de calidad homologable al de las mejores instituciones educativas europeas; e) Adecuación de la denominación del título propuesto y de la rama de conocimiento al que se adscribe, evitando la redundancia con estudios ya existentes en la Universidad.

3. El Rector elevará la propuesta de creación al Consejo de Gobierno para la aprobación, en su caso. La propuesta deberá incluir, además del informe ejecutivo preliminar, la composición de la Comisión y el calendario de trabajo para la elaboración del plan de estudios. La Comisión deberá estar integrada por, al menos, un 50% de personas externas a la Universidad que serán designadas en función de sus méritos investigadores y/o por los representantes de los sectores económicos y sociales relacionados con los estudios que se proponen. En los Másteres de orientación profesional, será imprescindible la representación de los sectores económicos y sociales.

4. Una vez concluido el plan de estudios y la memoria de verificación del mismo por la comisión encargada de su elaboración, el Vicerrector de Postgrado deberá someterlo a información pública de la comunidad universitaria por un plazo no inferior a un mes, de acuerdo con lo previsto en los Estatutos.

La primera iniciativa de creación del título de máster surgió por parte del Vicerrectorado de Estudios de la universidad Carlos III de Madrid, cuya vicerrectora (**Prof. Isabel Gutiérrez**) se puso en contacto con varios departamentos de la Escuela Politécnica Superior para sondear su interés en participar en la elaboración de dicho título. Entre estos departamentos se encontraban los de Física, Tecnología Electrónica, Matemáticas, Ing. Telemática, Teoría de la Señal y Comunicaciones, Informática, Ciencia y Tecnología de los Materiales e Ing. Química y Bioingeniería e Ingeniería Aeroespacial.

Una vez confirmado el interés se formó el **grupo de trabajo QTECH** con profesores de todos estos departamentos, dirigido por el **Prof. Raúl Sánchez**, director del Departamento de Física. Dicho grupo elaboró una memoria o estudio de viabilidad inicial sobre un posible título de máster en Tecnología e Ingeniería Cuánticas que fue presentada primero a los departamentos antes mencionados y que se hizo llegar al Vicerrectorado de Estudios para su aprobación por parte de la autoridad competente, tal y como establece la normativa de la universidad. El estudio de viabilidad fue presentado y aprobado ante el Consejo de Gobierno de la Universidad en la sesión del día 11 de febrero de 2021. Dicho documento incluía también la comisión encargada de elaborar el programa del título, que estaría constituida por cuatro miembros internos y cuatro externos.

Los **miembros internos** de la comisión fueron:

- Prof. **Raúl Sánchez (presidente de la comisión)**, Catedrático y Director del Dpto. de Física.
 - **Breve CV:** Raúl Sánchez es licenciado (1992) y doctor (1997) en CC. Físicas por la Universidad Complutense de Madrid. Ha impartido clases de Mecánica, Termodinámica, Electromagnetismo y Física Cuántica en varios grados de Ingeniería de la UC3M desde el año 2000, así como un gran número cursos de máster y doctorado en Física de Plasmas y Fusión Nuclear. Sirvió como Vicerrector de Grado de la UC3M desde 2011 a 2015. Es director del Departamento de Física desde febrero de 2019. Su investigación se enmarca en los campos de la Física de Plasmas, la Fusión Termonuclear por Confinamiento Magnético y la Física de Sistemas Complejos. Sus trabajos se han publicado en más de 120 artículos en revistas internacionales y ha impartido más de 30 charlas invitadas en conferencias internacionales. Entre otros reconocimientos, recibió el Premio

“Miguel Catalán en Ciencias” dado por la Comunidad de Madrid a investigadores menores de 40 años en 2009 y fue nombrado *Fellow* de la *American Physical Society* (APS) en 2017. Además de su puesto en la UC3M, es profesor honorario de la Universidad de Alaska desde 2006 y *Fellow* de la *ITER Scientist Network* asociada al experimento internacional del tokamak ITER desde 2016.

- Prof. **Pablo Acedo** (secretario de la comisión), Catedrático del Dpto. de Tecnología Electrónica.
 - **Breve CV:** Pablo Acedo es Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid (1993) y Doctor Ingeniero por la Universidad Carlos III de Madrid (2000). Sus principales líneas de investigación incluyen el desarrollo de fuentes ópticas multimodos (*Optical Frequency combs*) y sus aplicaciones en diversos campos como aplicaciones militares, medioambientales, industriales y biomédicas (metabolómica, ingeniería tisular); y el desarrollo de sistemas de instrumentación científica. En los últimos años es de destacar su actividad pionera en el desarrollo de sistemas de espectroscopía basados en arquitecturas electroópticas multiheterodinas (*Electro-optic Dual-Optical Frequency Combs*) donde es referencia internacional. Sus trabajos han dado lugar a más de 140 contribuciones en revistas de alto impacto y conferencias internacionales, incluyendo ponencias y seminarios invitados.

- Prof. **Francisco Valera**, Prof. Titular y Director del Dpto. de Ingeniería Telemática.
 - **Breve CV:** Francisco Valera es Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid (1998) y Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Carlos III de Madrid (2002) donde actualmente es Profesor Titular. Ha ocupado diferentes cargos académicos entre los que se encuentran Director del Master en Ingeniería Telemática, Director del Doctorado en Ingeniería Telemática, Director y Secretario del Departamento de Ingeniería Telemática, Subdirector de la Escuela Politécnica, Director de los Grados de la rama de telecomunicaciones (y anteriormente ingenierías técnicas). Con respecto a su actividad de investigación, ha estado involucrado en diferentes proyectos de investigación nacionales e internacionales relacionados con plataformas de experimentación, diseño de protocolos de red, redes de siguiente generación, sistemas multimedia y drones, donde ha realizado tareas de coordinador de proyecto, líder de paquetes de trabajo, investigador principal, etc. Alguno de los proyectos recientes en los que ha trabajado son H2020 5GRANGE, FP7 LEONE, FP7 Trilogy y Trilogy 2, 5GCity (proyecto nacional), FP6 MUSE, FP6 E-NEXT, FP6 E-NET, PREAMBULO. Francisco Valera ha publicado más de 60 artículos en revistas y congresos nacionales e internacionales y participa en diferentes comités técnicos y científicos.

- Prof. **Erik Torrontegui**, profesor del Dpto. de Física.
 - **Breve CV:** Erik Torrontegui es licenciado (2008) y doctor (2012) en CC. Físicas por la Universidad del País Vasco. Ha trabajado en la Universidad Hebrea de Jerusalén y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Su interés científico se centra en el desarrollo de nuevas tecnologías cuánticas con especial énfasis en el control óptimo, la óptica, termodinámica y fundamentos a escala cuántica, así como el lenguaje de máquinas cuántico. Sus más de 40 trabajos se han publicado en diferentes revistas internacionales de alto impacto, estableciendo hasta la fecha un índice H: 24 y número de citas superior a 2800.

Ha sido investigador principal en diferentes proyectos nacionales e internacionales relacionados con las tecnologías cuánticas y su trabajo ha sido expuesto en más de 15 congresos internacionales. En la actualidad es también es doctor vinculado al Instituto de Física Fundamental del CSIC.

Los **miembros externos** de la comisión fueron:

- **Dr. Juan José García Ripoll** del Instituto de Física Fundamental del CSIC
 - Breve CV: J. José García Ripoll se licenció (1997) y doctoró (2001) en CC. Físicas en la Universidad Complutense de Madrid. En ambos casos, logró el premio extraordinario de su promoción. Tras haber disfrutado una beca Ramón y Cajal entre 2006 y 2008, trabaja desde el 2008 en el Instituto de Física Fundamental del CSIC, donde es en la actualidad Investigador Científico (2017). Es el coordinador de la Plataforma para Tecnologías Cuánticas (QTEP) del CSIC y presidente del Grupo de Información Cuántica de la Real Sociedad Española de Física. Ha publicado alrededor de 150 artículos en revistas internacionales dentro del campo de las tecnologías cuánticas, en el que tiene un reconocido prestigio nacional e internacional.

- **Dr. Diego R. López (Telefónica, España).** Jefe de Exploración Tecnológica en la Unidad Global CTO, dentro de Telefónica I+D
 - Breve CV: Diego López se licenció en CC. Físicas por la Universidad de Granada (1985) y se doctoró en (2001) por la Universidad de Sevilla con una tesis sobre lógica difusa y su aplicación a problemas de control. Entre 2000 y 2011 fue responsable del área de Middleware de RedIRis, la Red Nacional Española de Investigación y Educación. Desde 2011, es el jefe de Exploración Tecnológica de la unidad Global CTO, dentro de Telefónica I+D. Como tal, define y coordina proyectos de investigación en las áreas de nuevas tecnologías e infraestructuras de redes, estando implicado directamente en actividades relacionadas con la virtualización de redes, optimización y análisis de tráfico, así como seguridad de infraestructuras. Es miembro del Grupo de Expertos de Alto Nivel en e-infraestructuras de Datos Científicos de la Comisión Europea (HLEG-SDI).

- **Prof. Gregory Rieker (University of Colorado at Boulder, USA).** Profesor de Ingeniería Mecánica y Director Asociado para Ingeniería de la **CUBit Quantum Initiative** en la Universidad de Colorado en Boulder, USA
 - Breve CV: Gregory Rieker se graduó en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Missouri en 2002, obtuvo su Master en Ingeniería por la Universidad de Stanford en 2004 y se doctoró en Ingeniería Mecánica por Stanford en 2009. Recibió el *National Science Foundation Career Award* en 2015, el *US Early Career Combustion Investigation Award* en 2019 y el *Colorado Governor's Award for High Impact Research* en 2019, entre muchos otros reconocimientos. En la actualidad, es profesor del departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Colorado en Boulder, y cofundador y CEO de la empresa LongPath Technologies, Inc., un spin-off resultante de sus actividades de investigación. Es autor de más de 50 publicaciones en revistas internacionales, habiendo impartido más de 40 charlas invitadas en conferencias y congresos, incluyendo dos charlas plenarias.

Actualmente, sirve como Director Asociado para la Ingeniería de la *CUBit Quantum Initiative*, que es el organismo que coordina las actividades en tecnologías cuánticas de la universidad de Colorado en Boulder.

- **Dr. Ginés Carrascal de las Heras (IBM, España).** – IBM Quantum Distinguished Ambassador. IBM Certified Architect – Cloud & Complex System Integration
 - Breve CV: Ginés Carrascal es licenciado en CC. Físicas por la Universidad de Salamanca (1999). Trabaja en la multinacional tecnológica IBM desde el año 2000 como arquitecto de sistemas, implicado en temas como arquitectura de sistemas complejos, APIs, servicios en la nube y tecnologías de JAVA y de red. Es en la actualidad *Quantum Distinguished Ambassador* de IBM. Ha sido profesor asociado del departamento de Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid y del departamento de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid.

Además de esta comisión, se ha contado con el asesoramiento cercano del **grupo de trabajo QTECH**, anteriormente mencionado, del que forman parte profesores representantes de todos los departamentos de la universidad Carlos III que participan en este título. Se ha pretendido concentrar así el conocimiento/experiencia/interés en el ámbito de las Tecnologías Cuánticas que existe en la Escuela Politécnica Superior. El grupo de trabajo QTECH ha realizado labores de apoyo a la comisión necesarias para la elaboración del título, reforzando así el carácter multidisciplinar y garantizará la calidad del mismo.

Miembros del grupo de trabajo QTECH (por orden alfabético):

- Prof. Marcelo **Bagnulo Braun** (Dpto. de Ingeniería Telemática)
- Prof. Juan Manuel **Estévez Tapiador** (Dpto. de Informática)
- Prof. Braulio **García Cámara** (Dpto. de Tecnología Electrónica)
- Prof. Luis Enrique **García Muñoz** (Dpto. Teoría de la Señal y Comunicaciones)
- Prof. Alberto **García Peñas** (Dpto. de Ciencia e Ing. de los Materiales e Ing. Química)
- Prof. Jesús **Iñarrea las Heras** (Dpto. de Física)
- Prof. Pedro **Isasi Viñuela** (Dpto. de Informática)
- Prof. José Luis **Jorcano Noval** (Dpto. de Ingeniería Biomédica e Ing. Aeroespacial)
- Prof. Anxo **Sánchez Sánchez** (Dpto. de Matemáticas)
- Prof. Alejandro **Várez Alvarez** (Dpto. de Ciencia e Ing. de los Materiales e Ing. Química)
- Prof. Gonzalo **Vázquez Vilar** (Dpto. Teoría de la Señal y Comunicaciones)
- Prof. Julio de **Vicente Majua** (Dpto. de Matemáticas)
- Prof. Iván **Vidal Fernández** (Dpto. de Ingeniería Telemática)

El método de trabajo que se ha seguido para la elaboración del programa propuesto para el título de máster y de la memoria asociada ha consistido en dividir las tareas necesarias entre

dos subcomisiones: una comisión interna formada por los cuatro profesores de la UC3M mencionada anteriormente y ampliada según las necesidades por algunos miembros del grupo QTECH; y una comisión global que incluye a todos los miembros (externos e internos) de la comisión.

La comisión interna se ha encargado de la redacción de los documentos pertinentes para preparar esta memoria, la elaboración de las fichas de las asignaturas y las labores necesarias para asegurarse de que el plan elaborado está en consonancia con la legalidad vigente y con las reglas de funcionamiento interno de la UC3M. El papel de la comisión global fue, inicialmente, el de definir los principios de diseño general del Grado, la identificación de los contenidos relevantes y la determinación tanto del orden como de la intensidad con los que deberían de incluirse en el programa. Todas estas ideas e instrucciones fueron plasmadas en los documentos que conforman esta memoria por los miembros de la comisión interna. Una vez finalizado este proceso, la labor de la comisión global pasó a ser la de revisar estos documentos para identificar carencias y/o errores y asegurarse de que se preservasen en el programa final el equilibrio adecuado entre contenidos de ciencia e ingeniería cuántica que garantizase la orientación marcadamente tecnológica e ingenieril del mismo.

En la práctica, la comisión global se ha reunido tres veces mediante teleconferencia debido a las condiciones de trabajo impuestas por la pandemia global del COVID-19. La primera al inicio de los trabajos (5 de marzo de 2021; 9 de marzo de 2021 con el Prof. Greg Rieker, debido a las diferencias horarias entre España y USA), la segunda a mitad del desarrollo de los mismos (22 y 23 de abril de 2021; 29 de abril con el Prof. Greg Rieker) y la tercera cerca al final de la fase de diseño del programa (8 de junio de 2021). Se han mantenido contactos telemáticos también con aquellos miembros externos que no han podido asistir a alguna de estas reuniones por motivos profesionales o geográficos, según ha sido necesario.

Por otro lado, la comisión interna se ha reunido semanalmente desde la puesta en marcha de este proceso tras su aprobación en Consejo de Gobierno (febrero de 2021) hasta que se completó toda la documentación (mayo de 2021). Además, se han mantenido dos reuniones del grupo de trabajo QTECH al completo con la comisión interna. La primera el 24 de noviembre de 2021 para discutir los principios generales del título; la segunda el 27 de abril de 2021 para discutir núcleo del programa y la oferta de optativas, entre otros temas. Estas reuniones se han complementado con muchas conversaciones con miembros individuales del grupo de apoyo durante el mes de mayo, según ha sido necesario, para ir perfilando optativas concretas e ir avanzado en el diseño del título.

Todas estas actividades se recogen en la Tabla II.

Actividad	Objetivos	Fecha/Frecuencia
1ª Reunión Grupo QTECH.	Discusión de los principios generales de diseño del título.	24 de noviembre de 2021
Reunión con la Vicerrectora de Estudios	Discusión de los principios generales de diseño del título y de la elaboración del estudio preliminar.	1 de diciembre de 2021
1ª Reunión Comisión Global	Discutir los principios generales de diseño del título.	5 de marzo de 2021 (García-Ripoll, López y Carvajal); 9 de marzo de 2021 (Rieker)

Reuniones semanales Comisión Interna	Discutir progreso en la elaboración de los documentos que conforman la memoria del título	Semanal. Comienzo: febrero de 2021 Final: mayo de 2021
2ª Reunión Comisión Global	Discusión primer año del programa.	22 de abril de 2021 (García-Ripoll); 23 de abril de 2021 (López y Carvajal); 29 de abril de 2021 (Rieker)
2ª Reunión Grupo QTECH.	Discusión primer año del programa y optatividad.	27 de abril de 2021
3ª Reunión Comisión Global	Evaluar el programa y la memoria elaborada.	8 junio de 2018 (García-Ripoll, Carvajal y Rieker)

Tabla II. Actividades de la comisión de creación del título

Finalmente, es también importante resaltar que los miembros internos de la comisión han recabado, cuando ha sido necesario, la ayuda de otros profesores e investigadores, tanto dentro del grupo QTECH como del resto de departamentos de la UC3M y también fuera de ésta. De esta forma se han podido recoger opiniones, sugerencias y ayuda a la hora de elaborar los programas de algunas de las asignaturas que forman el programa propuesto. En todos estos casos se ha recurrido a reconocidos expertos en los temas de interés, para poder así garantizar un programa para el grado más relevante, actual, coherente y de mayor calidad.

Siguiendo el procedimiento de aprobación de planes de estudios previstos en la normativa propia de la Universidad Carlos III de Madrid, la propuesta del Plan de Estudios del Máster Universitario en Tecnologías e Ingeniería Cuánticas / *Master in Quantum Technologies and Engineering* por la Universidad Carlos III de Madrid ha sido sometida a información pública de la comunidad universitaria por el plazo de 15 días, desde el 7 hasta el 21 de junio de 2021, sin que tampoco en esta fase se presentaran finalmente alegaciones o propuestas de modificación al respecto. La propuesta final también ha sido sometida a aprobación por el Consejo de Gobierno de la universidad y por el Consejo Social, garantía última del ajuste de todo el procedimiento a la normativa de la institución.

2.3 Diferenciación de títulos dentro de la misma Universidad*.

En la Universidad Carlos III de Madrid no existe ningún título de Máster orientado a las Tecnología e Ingeniería Cuánticas. Tampoco existe un título con la misma orientación ingenieril y tecnológica y similar amplitud de contenidos en la Comunidad de Madrid.

2.4 Perfil del Titulado

La Unión Europea ha categorizado el ámbito de tecnologías en cuatro pilares principales, que forman el núcleo central del programa de este máster: i) computación cuántica, ii) comunicaciones cuánticas, iii) metrología y sensores cuánticos y, iv) simulación de sistemas

cuánticos. Hasta ahora mucho del trabajo realizado se ha centrado en labores de investigación básica. Sin embargo, la implantación de estas tecnologías en nuestro día a día va a necesitar de nuevos perfiles profesionales que sean capaces, por un lado, de implementar estas tecnologías, pero también de contribuir a su creación y desarrollo. Además, serán también necesarios profesionales capaces de aconsejar y asesorar tanto a organismos públicos como privados sobre cuáles son las políticas más adecuadas para su implantación, y para validar la solvencia y validez de las soluciones que se propongan.

Es por ello fácil imaginar al menos tres perfiles diferentes que serán demandados en el espacio profesional en los próximos años, que han de añadirse al perfil ya bien establecido del **científico cuántico** que ha dominado el campo hasta el momento. Los tres perfiles profesionales podrían describirse con los términos **ingeniero cuántico**, **programador cuántico** y **consultor cuántico**. El **ingeniero cuántico** sería el responsable de identificar, diseñar e implantar soluciones eficientes basadas en tecnologías cuánticas a problemas concretos. Debe tener una comprensión profunda de las tecnologías cuánticas, pero también comprender lo suficiente de sus fundamentos como para poder estar en contacto con los desarrollos científicos más actuales. Necesita saber de ciencia cuántica, pero también de electrónica, fotónica y telecomunicaciones, entre otras cosas. Se trata de un perfil que puede hacer labores que van desde la investigación aplicada a la implantación y transferencia tecnológicas. El **programador cuántico**, por otro lado, sería el equivalente cuántico del actual programador de sistemas o desarrollador de aplicaciones cuánticas. Es un experto en **computación cuántica**. Conoce bien como desarrollar programas que funcionen sobre simuladores o procesadores cuánticos, y sabe aprovecharse de las peculiaridades del mundo cuántico para crear u optimizar algoritmos que se puedan aplicar a la situación de interés. Por último, el **consultor cuántico** tendría un conocimiento más amplio de la tecnología cuántica, pero también posee conocimientos de gestión empresarial y de sistemas de producción que le permiten valorar y validar aquellas soluciones basadas en tecnologías cuánticas que se propongan en el contexto empresarial. Por otro lado, también puede necesitar conocer la legislación relevante para poder aconsejar sobre nuevas políticas que permitan facilitar la implantación y uso de estas nuevas tecnologías de manera eficiente.

Dada la profundidad de su programa académico, su cuidado en dotar con sólidos fundamentos básicos a los estudiantes y su énfasis en familiarizarles con las aplicaciones tecnológicas más importantes, nos parece claro que el título de máster que aquí se propone proporcionará a sus egresados con una formación amplia y profunda en el contexto cuántico que, complementada con una optatividad bien elegida, les dotará de capacidades suficientes para poder realizar labores de investigación como **científicos cuánticos** pero también, si así lo de sean, presentarse cómodamente en el mercado laboral con al menos dos de los tres perfiles profesionales antes descritos: el **ingeniero cuántico** y el **programador cuántico**. A medio plazo podrían estar también capacitados para actuar como **consultores cuánticos**, aunque eso requeriría formación adicional en temas de gestión empresarial y/o política tecnológica que no se podría adquirir como parte de este programa.

3. Competencias

3.1 Competencias Básicas

Código	Denominación	Tipo
CB6	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación/To possess and understand concepts and ideas that provide a basis or opportunity to be original in the development and/or application of ideas, often in a research context	Básicas
CB7	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio/ That students know how to apply their acquired knowledge and problem-solving skills in new or unfamiliar environments within broader (or multidisciplinary) contexts related to their area of study.	Básicas
CB8	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios/ That students are able to integrate knowledge and face the complexity of making judgments based on information that, being incomplete or limited, includes reflections on the social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgments.	Básicas
CB9	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades/ That students know how to communicate their conclusions and the ultimate knowledge and reasons that support them to specialized and non-specialized audiences in a clear and unambiguous manner.	Básicas
CB10	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo/ That students possess the learning	Básicas

Código	Denominación	Tipo
	skills that will enable them to continue studying in a manner that will be largely self-directed or autonomous.	

3.2 Competencias Generales

Código	Denominación	Tipo
CG1	Conocimientos y habilidades adecuados para analizar y sintetizar problemas relacionados con las tecnologías cuánticas, resolverlos y comunicarlos de forma eficiente/ Adequate knowledge and skills to analyse and synthesize problems related to quantum technologies, to solve them and to communicate them efficiently.	Generales
CG2	Conocimiento de materias científicas y técnicas que capaciten para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones/ Knowledge of scientific and technical subjects that enable them to learn new methods and technologies, as well as to be highly versatile in adapting to new situations.	Generales
CG3	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y social de la actividad profesional. Capacidad de liderazgo, innovación y espíritu emprendedor/ Ability to solve problems with initiative, decision-making, creativity, and to communicate and transmit knowledge, skills and abilities, understanding the ethical and social responsibility of professional activity. Capacity for leadership, innovation and entrepreneurship.	Generales
CG4	Capacidad para la resolución de los problemas científicos y tecnológicos que puedan plantearse en el marco de las aplicaciones de las tecnologías cuánticas en diversos campos de la física y la ingeniería/ Ability to solve scientific and technological problems that may arise within the framework of the applications of quantum technologies in various fields of physics and engineering	Generales
CG5	Capacidad para la utilización de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la definición, planteamiento y resolución de problemas en el marco del ejercicio de su profesión/ Ability to use the theoretical and practical knowledge acquired in the	Generales

Código	Denominación	Tipo
	definition, approach and resolution of problems within the framework of the exercise of their profession.	
CG6	Capacidad para el desarrollo de nuevos productos y servicios basados en el uso y la explotación de las nuevas tecnologías cuánticas/ Ability to develop new products and services based on the use and exploitation of new quantum technologies.	Generales
CG7	Capacidad y conocimientos suficientes para poder acceder a planes de estudios afines a nivel de doctorado, tanto en el ámbito de la física como en las diversas ramas de la ingeniería./ Ability and knowledge to enable the enrolment in specialized studies at the PhD level, either in related fields of physics or in the various branches of engineering.	Generales

3.2 Competencias Específicas

Código	Denominación	Tipo
CE1	Conocimiento general de las ciencias y tecnologías cuánticas y su impacto en la sociedad futura tanto desde el punto de vista de la investigación como el de la empresa y mercado laboral/ General knowledge of quantum sciences and technologies and their impact on the future society from the points of view of research, business and the labor market.	Específicas
CE2	Capacidad de aplicar los conceptos de la mecánica cuántica y sus postulados a la resolución de problemas de interés tecnológico en sistemas cuánticos/ Ability to apply the concepts of quantum mechanics and its postulates to various quantum problems and systems of technological interest.	Específicas
CE3	Capacidad de usar los formalismos más importantes y las herramientas matemáticas más comunes usadas en mecánica cuántica/ Ability to use the main formalisms and more common mathematical tools from quantum mechanics.	Específicas
CE4	Capacidad de usar en situaciones prácticas de interés tecnológico conceptos de la óptica electromagnética, de la descripción semi-clásica de la interacción de la luz con la materia, y de las tecnologías de emisión de luz coherente (láseres) y de detección de luz/ Ability to apply in practical situations of technological interest concepts of electromagnetic optics, the semi-classical description of the light-matter	Específicas

Código	Denominación	Tipo
	interaction, and the technologies of coherent light emission (lasers) and light detection.	
CE5	Conocimiento de los fundamentos de la cuantización de la radiación libre, de la interacción de la materia con radiación cuantizada y de las principales aplicaciones tecnológicas basadas en la naturaleza cuántica de la luz/ Knowledge of the fundamentals of the quantization of free radiation, the interaction of matter with quantized radiation and the main technological applications based on the quantum nature of light.	Específicas
CE6	Conocimiento de los principios de la computación cuánticas y sus elementos básicos: qubits, puertas y circuitos, así como conocimiento y capacidad de manejo de diversos algoritmos cuánticos/ Knowledge of the principles of quantum computing and its basic elements: qubits, gates and circuits, as well as knowledge and ability to handle various quantum algorithms.	Específicas
CE7	Capacidad de generar códigos implementando algoritmos cuánticos sencillos, de identificar la clase de problemas que pueden resolver de forma ventajosa y de comprender las potenciales implementaciones de un computador cuántico/ Ability to generate codes that implement simple quantum algorithms, to identify the kind of problems that can be advantageously solved with them and to identify the potential physical implementations of a quantum computer.	Específicas
CE8	Capacidad de usar los principales tipos de sensores cuánticos e identificar el potencial impacto futuro de los mismos en la industria y la sociedad/ Knowledge and ability to use the main types of quantum sensors and to identify their potential future impact on industry and society.	Específicas
CE9	Capacidad para aplicar los fundamentos de la metrología cuántica a situaciones de interés tecnológico/ Ability to apply the fundamentals of quantum metrology in a technological context.	Específicas
CE10	Conocimiento y capacidad de aplicar los principios fundamentales de la teoría de la información cuántica a situaciones prácticas, incluyendo los conceptos de decisión cuántica, sus aplicaciones y sus limitaciones/ Knowledge and ability to apply in practical situations the fundamental principles of quantum information theory, including quantum decision concepts, their applications and limitations.	Específicas
CE11	Capacidad de diseñar, configurar e implementar sistemas de comunicaciones cuánticos, sobre canales tanto clásicos como cuánticos, así como conocimiento de las técnicas de modulación	Específicas

Código	Denominación	Tipo
	necesarias en cada caso/Ability to design, setup and deploy quantum communications systems over classical and quantum channels, as well as knowledge of the modulation techniques needed in each case.	
CE12	Conocimiento y dominio de los principios de funcionamiento de la Internet cuántica y su interacción e integración con la Internet tradicional/ Comprehension of the principles of operation of the quantum Internet and its interaction and integration with traditional Internet.	Específicas
CE13	Capacidad para aplicar soluciones ciberseguras a Internet, así como conocimiento de los aspectos adicionales proporcionados por la criptografía cuántica y sus principales aplicaciones/ Ability to apply cibersecure solutions to the Internet and knowledge of the additional aspects provided by quantum cryptography and its main applications.	Específicas
CE14	Ejercicio original a presentar y defender de forma individual ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnología e ingeniería cuánticas de naturaleza profesional o investigadora, en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas (Trabajo Fin de Máster)/ Original exercise to be presented and defended individually before a university tribunal, consisting of a project in the field of quantum technology and engineering of a professional or research nature, that synthesizes and integrates all the skills acquired in the program (Master's Thesis).	Específicas

4. Acceso y Admisión de Estudiantes

4.1 Sistemas de Información previa a la Matriculación

Información en página web

Cada máster dispone de un espacio web con información específica sobre el programa: el perfil de ingreso, los requisitos de admisión, el plan de estudios, los objetivos, y otras informaciones especialmente orientadas a las necesidades de los futuros estudiantes, incluidos los procesos de admisión y matriculación. En procesos de especial relevancia para el futuro estudiante como son la admisión y la matrícula, se dispone de una web específica para cada una de ellas donde puede obtenerse toda la información necesaria para completar los procesos en tiempo y forma. Para ello, se han elaborado calendarios específicos con los periodos clave para el estudiante, guías en pdf y tutoriales en video donde se muestra paso a paso el proceso que debe realizar en cada

momento, y los enlaces a las aplicaciones que permitirán a los futuros estudiantes completar el proceso de manera totalmente online. Todo ello se encuentra publicado en el site del Centro de Postgrado y con una actualización permanente por parte de los servicios administrativos gestores de la información. Como acciones puntuales la Universidad realiza campañas de información en su home durante el periodo de admisión y de matrícula, muy visibles para todo usuario que visite la web y que mejoran la accesibilidad a esta información.

Las páginas web de la Universidad Carlos III funcionan bajo el gestor de contenidos "oracle portal", lo que permite una fácil modificación, evita enlaces perdidos y ofrece un entorno uniforme en todas las páginas al nivel doble A de acuerdo con las Pautas de Accesibilidad de Contenidos Web, publicadas en mayo de 1999 por el grupo de trabajo WAI, perteneciente al W3C (*World Wide Web Consortium*). Esta información se puede encontrar en la siguiente dirección:

<http://www.uc3m.es/ss/Satellite/Postgrado/es/PortadaMiniSite/1371208861064/>

Sistemas de Atención presencial y no presencial

En determinadas ocasiones, existe una necesidad de información más detallada o una incidencia en la gestión del proceso que no puede ser resuelta mediante la propia información pública de nuestra web. Para estas situaciones el futuro estudiante puede hacer uso de los servicios de información presencial y no presencial de los que dispone la Universidad. Todos estos servicios facilitan en primera instancia una información de primer nivel y canalizan las demandas de información especializada, orientación y asesoramiento a la unidad correspondiente: dirección del programa o unidades administrativas de apoyo.

En este sentido, un servicio no presencial de primer nivel de información específica sobre másteres universitarios y los procesos asociados a estos estudios, lo suministra el servicio administrativo CASO (Centro de Atención y Soporte), mediante teléfono (91 6246000) o mediante correo electrónico. Este servicio de consulta se encuentra publicitado en todas las páginas web de los másteres, donde puede verse con facilidad el link de información adicional que lleva al formulario de contacto, donde el estudiante puede formular su consulta de manera rápida y ágil. También cuenta con un acceso directo en la cabecera, que permanece estable durante toda la navegación en el site de postgrado.

<http://www.uc3m.es/ss/Satellite/Postgrado/es/TextoMixta/1371209303576/Contacto>

Este primer nivel de información suministra información básica sobre los procesos de admisión, reserva de plaza, matrícula, así como información general sobre los estudios de másteres universitarios. En caso de que este servicio no pueda resolver la consulta formulada por el estudiante, ésta es derivada al gestor administrativo responsable del máster concreto en el que está interesado el alumno, mediante la herramienta informática de la que dispone la universidad para el registro, y seguimiento de las consultas, de manera que la misma quedará asignada a la persona correspondiente para su resolución. Este sistema permite en primer lugar centralizar las demandas de información de los futuros estudiantes, dando una respuesta rápida a las mismas además de canalizar, cuando es necesario, la consulta que no puede ser resuelta por el primer nivel al gestor adecuado.

Por otro lado, los estudiantes pueden dirigirse a las oficinas de información y atención a estudiantes de postgrado en todos los campus con horario continuado de 9:00 a 18:00 horas, donde recibirán una atención presencial y personalizada de por parte de las oficinas de

información de postgrado. Si fuera necesario, desde aquí se canalizaría la consulta o incidencia del estudiante al nivel específico que se requiera en cada caso, pudiendo ser el gestor administrativo del máster, las unidades de apoyo de postgrado o la dirección académica del máster si el trasfondo de la consulta fuera de tipo académico.

Como complemento, existen algunas cuentas de correo electrónico genéricas gestionadas por las unidades de apoyo de postgrado, donde también se atienden y contestan las dudas o incidencias que los estudiantes puedan plantear.

Campañas de difusión en ferias y redes sociales

Por otro lado, la Universidad participa en diversas ferias educativas dentro y fuera de España, de acuerdo con las directrices del Vicerrectorado de Estudiantes y Vida Universitaria y del Vicerrectorado de Relaciones Internacionales y realiza diferentes campañas de difusión de sus estudios en los medios de comunicación y redes sociales. En estas acciones colaboran los servicios universitarios Centro de Orientación a Estudiantes, Relaciones Internacionales, Servicio de Comunicación y del Servicio de Postgrado.

Sistemas de información específicos para los estudiantes con discapacidad que acceden a la universidad.

Los estudiantes con discapacidad reciben atención específica a sus necesidades especiales a través del Programa de Atención a Estudiantes con Discapacidad, mediante el cual atendemos de forma personalizada las necesidades específicas de estos estudiantes en cualquier aspecto de la vida universitaria: adaptaciones de materiales de estudio, ayudas técnicas, exámenes y actividades académicas, apoyo humano para desplazamientos, toma de apuntes, etc.

Para poder facilitar los recursos y servicios que la Universidad Carlos III de Madrid destina a los estudiantes con discapacidad, hay que inscribirse en este Programa.

Asimismo, estos pueden recibir la atención personal bien de manera presencial, bien por teléfono o correo electrónico. La dirección de este último es: orientacion.discapacidad@uc3m.es

El Programa de Tutorización para estudiantes con discapacidad permite la atención directa a las necesidades específicas de estos estudiantes. Su objetivo es garantizar el acceso e integración en igualdad de condiciones de todos los estudiantes y a su vez, colaborar en la construcción de una universidad más solidaria y mejor para todos. La información completa así como los contactos informativos y acceso a la inscripción en el programa se encuentran disponibles en la página web:

http://www.uc3m.es/ss/Satellite/ApoyoEstudiante/es/TextoMixta/1371215920222/Discapacidad_y_NEE

Sistemas de información específicos del Máster.

Además de los sistemas propios de la universidad Carlos III de Madrid, compartidos con el resto de programas de máster ofertados por la misma, los departamentos implicados en el desarrollo de este máster han dado publicidad a este mismo entre aquellas instituciones educativas, de investigación y empresas con las que mantenemos contactos y colaboraciones. Algunas de estas instituciones (como el CSIC) y empresas (como IBM o Telefónica) han participado en la comisión que ha diseñado el programa, con lo que poseen de un conocimiento profundo del mismo.

In addition to the Universidad Carlos III de Madrid's own systems, shared with the rest of the master's programs offered by the university, the departments involved in the development of this master's program have publicized it among the educational and research institutions and companies with which we maintain contacts and collaborations. Some of these institutions (such as CSIC) and companies (such as IBM or Telefónica) have participated in the commission that has designed the program, so they have a deep knowledge of it.

- **Perfil de Ingreso**

El máster esta primariamente orientado a las tecnologías cuánticas, tanto a su investigación y desarrollo como a su implantación. Por ello, el perfil de ingreso que se busca para este máster es el de alumnos y alumnas con un alto interés por la ciencia y las nuevas tecnologías, con buenas capacidades matemáticas y con alto nivel de carga de trabajo. El perfil buscado se extiende, por tanto, desde los graduados en ciencias Físicas hasta los ingenieros de las ramas de Telecomunicaciones y Telemática y del ámbito Industrial, sobre todo con orientación de Tecnología Electrónica y afines. En su justo medio se encuentran los ingenieros físicos que se gradúan en la actualidad en unas pocas universidades españolas, la universidad Carlos III entre ellas.

The master's degree is primarily oriented to quantum technologies, including their research, development and their implementation. Therefore, the entry profile sought for this master's degree is that of students with a high interest in science and new technologies, with good mathematical skills and a high level of workload. The profile sought, therefore, ranges from graduates in Physical Sciences to engineers in the fields of Telecommunications and Telematics and in the Industrial field, especially with an orientation towards Electronic Technology and related fields. In between are the physical engineers currently graduating from a few Spanish universities, including the Universidad Carlos III de Madrid.

- **Normativa de Permanencia y Matrícula**

La normativa de permanencia, dispensa de convocatoria y matrícula de la Universidad Carlos III de Madrid fue aprobada por el Consejo de Gobierno en sesión de 12 de abril de 2018. En dicha normativa se establece lo siguiente:

Artículo 1.- Resultados académicos en el primer curso. Los estudiantes matriculados en cualquier titulación la Universidad Carlos III de Madrid deberán obtener los siguientes resultados académicos para poder continuar sus estudios en la titulación que hayan iniciado:

1. En el primer año académico deberán aprobar al menos doce de los créditos asignados por el plan de estudios al primer curso de la titulación en la que estuvieran matriculados.

2. a) Los estudiantes dispondrán de dos años académicos consecutivos para aprobar el primer curso completo, con excepción de las titulaciones de la rama de ingeniería, en las que dispondrán de tres años académicos consecutivos para aprobar el primer curso completo.

b) Para los estudiantes de los Grados abiertos UC3M no se aplicará el apartado anterior. Estos estudiantes deberán superar un mínimo de 90 ECTS en dos años académicos consecutivos en el Grado abierto en Ciencias Sociales y Humanidades y en tres años académicos consecutivos en el Grado abierto en Ingeniería. Una vez superado el número mínimo de créditos anteriormente mencionado, el estudiante deberá acceder a un Grado de la rama correspondiente de conformidad con los requisitos establecidos en la normativa de la Universidad.

3. Los estudiantes cursen estudios a tiempo parcial de acuerdo con la previsión contenida en el anexo I del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, deberán superar al menos una asignatura en su primer año académico. A los efectos previstos en el apartado 2 de este artículo, cada curso académico de matrícula a tiempo parcial se computará como medio curso.

Artículo 2. Número de convocatorias.-

Los estudiantes matriculados en cualquier titulación de la Universidad Carlos III de Madrid, dispondrán de cuatro convocatorias para la superación de las asignaturas matriculadas, con excepción de los estudiantes de las titulaciones de la rama de ingeniería que dispondrán de seis convocatorias para su superación.

Los estudiantes que no superen una asignatura optativa en las convocatorias establecidas en el apartado anterior, podrán cursar otra distinta entre las alternativas ofrecidas por la universidad, disponiendo para superar cada nueva asignatura elegida del número de convocatorias indicadas en el apartado anterior.

4.2 Requisitos de Acceso y Criterios de Admisión

- **Requisitos de Acceso**

De conformidad con el art. 18 del 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 el alumno o alumna que quiera cursar este máster debe tener buena base de matemáticas y física, un conocimiento general sobre el mundo tecnológico y buenos fundamentos de programación y algoritmia. Ha de tener un perfil creativo y curioso, con gran iniciativa personal y motivado para soportar una alta carga de trabajo y un aprendizaje continuo.

El acceso será cualquiera de los siguientes, sin orden de preferencia:

- Alumnos de grados de Ingeniería Física;
- Alumnos de grados de Ciencias Físicas;
- Alumnos de grados de la rama de Ingeniería de Telecomunicaciones;
- Alumnos de grados de la rama de Ingeniería Industrial con una fuerte componente de Tecnología Electrónica u otros ámbitos afines.

In accordance with art. 18 of Royal Decree 822/2021, the student who wants to study this master's degree must have a good background in mathematics and physics, a general knowledge

of the technological world and good fundamentals of programming and algorithms. They must have a creative and curious profile, with great personal initiative and motivated to support a high workload and continuous learning.

The access will be any of the following, in no order of preference:

- *Students of Engineering Physics degrees;*
- *Students of Physical Sciences degrees;*
- *Students of Telecommunications Engineering degrees;*
- *Students of Industrial Engineering degrees with a strong component of Electronic Technology or other related fields.*

Requisitos de idioma:

Aquellos alumnos cuya lengua materna no sea el inglés deberán de acreditar un nivel de conocimiento, hablado y escrito, igual o superior al B2 según el marco europeo de referencia de las lenguas FCE (First Certificate in English). Estos conocimientos pueden acreditarse con los resultados de los exámenes TOEFL o IELTS, el Certificado de Inglés de la Universidad Carlos III de Madrid, o el Cambridge ESOL. Se requieren las siguientes puntuaciones mínimas:

- TOEFL (examen en papel): puntuación de 500
- TOEFL (examen de Internet): puntuación de 70
- IELTS: puntuación media de 6,0
- Cambridge ESOL: Certificado de Inglés (FCE)
- Marco Común Europeo (Idiomas): Nivel B2

<http://www.uc3m.es/ss/Satellite/Postgrado/es/TextoMixta/1371209089246/>

Those students whose mother tongue is not English must prove a level of knowledge, spoken and written, equal or superior to B2 according to the European Framework of Reference for Languages FCE (First Certificate in English). This knowledge can be accredited with the results of the TOEFL or IELTS exams, the Certificate of English of the Universidad Carlos III de Madrid, or the Cambridge ESOL. The following minimum scores are required:

- *TOEFL (paper-based test): score of 500.*
- *TOEFL (Internet test): score of 70*
- *IELTS: average score of 6.0*
- *Cambridge ESOL: Certificate in English (FCE)*
- *Common European Framework (Languages): Level B2*

<http://www.uc3m.es/ss/Satellite/Postgrado/es/TextoMixta/1371209089246/>

- **Criterios de Admisión**

El proceso de admisión comenzará con el envío de la solicitud de admisión por parte del alumno a través de la plataforma online de la Universidad Carlos III de Madrid, en las fechas y periodos aprobados y publicados para cada curso académico.

Recibida la solicitud, el personal administrativo revisará la misma a los efectos de verificar el correcto envío de la documentación necesaria, que estará publicada en la página web de la titulación, contactando con el alumno en caso de necesidad de subsanación de algún documento, o validando la candidatura en caso de estar completa. En este sentido, será necesario que se haya acreditado el cumplimiento de los niveles mínimos de idiomas para el acceso a los estudios de máster universitario, en función del idioma de impartición del título, y la lengua materna del solicitante.

La solicitud de admisión validada, pasará a la dirección del Máster que valorará la candidatura en base a los criterios y ponderaciones descritos a continuación, comunicando al alumno su admisión al Máster, la denegación de admisión motivada o la inclusión en una lista de espera provisional.

Toda la información sobre el proceso de admisión, guías de apoyo y accesos a las aplicaciones online, se encuentran publicadas en la siguiente url:

[http://www.uc3m.es/portal/page/portal/postgrado_mast_doct/Admision/Masteres Universitarios](http://www.uc3m.es/portal/page/portal/postgrado_mast_doct/Admision/Masteres_Universitarios)

CRITERIOS DE ADMISIÓN	PONDERACIÓN
Expediente académico de los estudios del acceso	5
Nivel de conocimiento de otros idiomas superior al mínimo requerido*	1
Calificaciones obtenidas en materias esenciales para cursar el máster	2
Motivación, interés y cartas de recomendación	1
Otros	1

*nivel de idioma mínimo requerido: B2 según Marco Europeo.

4.3 Apoyo y orientación a estudiantes una vez matriculados

La Universidad Carlos III realiza un acto de bienvenida dirigido a los estudiantes de nuevo ingreso en los másteres universitarios, en el que se lleva a cabo una presentación de la Universidad y de los estudios de postgrado, así como visitas guiadas por los campus universitarios.

Los Directores Académicos de los másteres con el apoyo del personal del Centro de Postgrado, realizan diversas acciones informativas específicas para cada programa sobre las características

de los mismos y también sobre los servicios de apoyo directo a la docencia (bibliotecas, aulas informáticas, etc.) y el resto de servicios que la universidad pone a disposición de los estudiantes: deporte, cultura, alojamientos, entre otros.

La universidad cuenta además con los siguientes servicios específicos de apoyo y orientación a los estudiantes:

Orientación psicopedagógica - asesoría de técnicas de estudio: existe un servicio de atención personalizada al estudiante con el objetivo de optimizar sus hábitos y técnicas de estudio y por tanto su rendimiento académico.

Programa de mejora personal: cursos de formación y talleres en grupo sobre diferentes temáticas psicosociales. Su objetivo es el de contribuir a la mejora y al desarrollo personal del individuo, incrementando sus potencialidades y en última instancia, su grado de bienestar. El abanico de cursos incluye los siguientes: "Psicología y desarrollo personal", "Argumentar, debatir y convencer", "Educación, aprendizaje y modificación de conducta", "Creatividad y solución de problemas", "Técnicas de autoayuda", "Taller de autoestima", "Habilidades sociales", "Entrenamiento en relajación", "Trabajo en equipo", "Gestión del tiempo", "Comunicación eficaz", "Hablar en público" y "Técnicas para superar el miedo y la ansiedad".

Orientación psicológica - terapia individual: tratamiento clínico de los diferentes problemas y trastornos psicológicos (principalmente trastornos del estado de ánimo, ansiedad, pequeñas obsesiones, afrontamiento de pérdidas, falta de habilidades sociales, problemas de relación, etc.).

Prevención psico-educativa: este programa tiene por objetivo el desarrollo y difusión de materiales informativos (folletos y Web) con carácter preventivo y educativo (por ejemplo: ansiedad al hablar en público, consejos para el estudio, gestión del tiempo, depresión, estrés, relación de pareja, superación de las rupturas, trastornos de la alimentación, consumo y abuso de sustancias, mejora de la autoestima, sexualidad, etc.). Se pretende así facilitar la detección precoz de los trastornos, prevenirlos, acercar la psicología a la comunidad universitaria y motivar la petición de ayuda.

Una vez matriculados, los estudiantes obtienen su cuenta de correo electrónico y pueden acceder a la Secretaría virtual de estudiantes de postgrado con información académica específica sobre diferentes trámites y procesos académicos, así como información personalizada sobre horarios, calificaciones, situación de la beca, etc.

Oficinas de Postgrado: a través de los servicios del Centro de Postgrado, se atienden las necesidades de los estudiantes, de modo telefónico, por correo electrónico o presencialmente en las Oficinas de Postgrado de los Campus. Además, resuelven los trámites administrativos relacionados con su vida académica (matrícula, becas, certificados, se informa y orienta sobre todos los procesos relacionados con los estudios del Máster (como horarios, becas, calendario de exámenes, etc.)

Los estudiantes tienen acceso al portal virtual de apoyo a la docencia para las asignaturas matriculadas: programas, materiales docentes, contacto con los profesores, entre otros. De igual manera, estos tienen acceso a un servicio de tutoría proporcionado por los profesores que imparten cada una de las asignaturas. A este respecto cabe subrayar que los profesores deben publicar en la herramienta virtual de soporte a la docencia los horarios semanales de atención a los estudiantes.

Finalmente, es preciso mencionar que a través de la Fundación UC3M (Servicio de Orientación y Planificación Profesional) se ofrecen diferentes servicios de orientación y se realizan acciones encaminadas a la inserción laboral y profesional de los estudiantes.

Apoyo y orientación específicos para los estudiantes con discapacidad que acceden a la universidad.

Los estudiantes con discapacidad reciben atención específica a sus necesidades especiales a través del Programa de Atención a Estudiantes con Discapacidad, mediante el cual atendemos de forma personalizada las necesidades específicas de estos estudiantes en cualquier aspecto de la vida universitaria: adaptaciones de materiales de estudio, ayudas técnicas, exámenes y actividades académicas, apoyo humano para desplazamientos, toma de apuntes, etc.

Para poder facilitar los recursos y servicios que la Universidad Carlos III de Madrid destina a los estudiantes con discapacidad, hay que inscribirse en este Programa.

Asimismo, estos pueden recibir la atención personal bien de manera presencial, bien por teléfono o correo electrónico. La dirección de este último es: orientacion.discapacidad@uc3m.es

GUÍA DE SERVICIOS PARA ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD

1. Apoyo al estudio

- **Prioridad en la elección de grupos y optativas**

Prioridad en la elección de asignaturas optativas, cursos de humanidades y en la asignación de grupos y horarios.

Para ello debes dirigirte a los [Puntos de información de campus](#).

- **Adaptación de exámenes**

Adaptaciones personalizadas en función de la prueba de evaluación y la discapacidad del estudiante.

Ampliación del tiempo para realizar las pruebas: según los criterios establecidos en la normativa de las Pruebas de Acceso a la Universidad, basados en la Orden Pre/1822/2006.

Adaptaciones del formato o modelo de examen: escritos/orales, sistemas de comunicación alternativos (sistema de lecto-escritura Braille o Lengua de Signos), texto con formato adaptado, adaptación de representaciones gráficas, texto en soporte digital.

Medios materiales y técnicos: préstamo de ordenador portátil, software específico, Braille Hablado, atril, flexo, papel pautado, mobiliario adaptado, etc.

Medios humanos: intérprete de Lengua de Signos o guía- intérprete, asistente personal y apoyo del profesorado.

- **Adaptación de materiales de estudio**

Adaptaciones necesarias para que los estudiantes con déficit visual puedan acceder al material de estudio

La ONCE también proporciona a los estudiantes adaptaciones en Braille, formatos digitales específicos, relieve y audio.

- **Intérprete de Lengua de Signos**

Para clases, tutorías o actividades solicitadas por los estudiantes con sordera usuarios de dicha lengua.

- **Adaptación del puesto de estudio**

- Mobiliario en aulas: sillas especiales, mesas.
- Reserva de sitio en aulas docentes, aulas informáticas y Bibliotecas.
- Puestos adaptados en aulas informáticas para usuarios en silla de ruedas y para usuarios con deficiencia visual: impresora braille, escáner, programas Jaws, Omnipage y Zoomtext.
- Recursos informáticos específicos en las aulas de informática, solicitándolo al PIED.
- Recursos técnicos- apoyo técnico especializado: te orientamos sobre los recursos informáticos más adecuados a tus necesidades.
- Préstamo y/o instalación en dependencias universitarias. El banco de productos de apoyo dispone actualmente de:
 - Ordenadores portátiles
 - Programas informáticos para el acceso al ordenador de personas con discapacidad visual: lector de pantalla Jaws y Magnificador Zoomtext.
 - Programa de reconocimiento de voz Dragon Naturally Speaking.
 - Brazo articulado para soporte de ratón o teclado.
 - Teclado con carcasa.
 - Ratones adaptados diversos (bola, joystick, touchpad).
 - Lupas TV
 - Máquina Perkins.
 - Equipos de Frecuencia Modulada.
 - Bucle magnético portátil.
 - Silla de ruedas manual (préstamo para emergencias).

- **Servicios especiales en Biblioteca**

La Biblioteca ofrece a sus usuarios con discapacidad un servicio personalizado a fin de facilitar su uso y el acceso a todos los recursos que ofrece. [Servicios por tipo de usuario](#)

2. Apoyo personal

- **Asistencia personal**

Para estudiantes con grandes dificultades de movilidad. Apoyo en el aula en aquellas actividades y tareas en las que el estudiante tenga especial dificultad y/o imposibilidad de realizar de forma autónoma.

- **Programa Compañeros**

Tiene como objetivo integrar al estudiante nuevo a través del acompañamiento y la tutorización por parte de alumnos veteranos y facilitar así su integración académica y social en la Universidad.

[Más información](#)

- Otros apoyos
 - Gestión de voluntariado para apoyo en desplazamientos, toma de apuntes y participación en la vida universitaria.
 - [Servicio de Orientación Psicológica y Psicopedagógica UC3M](#)

3. Inserción profesional

El [Programa Capacita2](#), del Servicio de Orientación & Empleo de la Fundación Universidad Carlos III de Madrid, ofrece información y orientación específica para la inserción profesional y las prácticas de Grado de universitarios con alguna discapacidad.

[Proyecto Unidos de Fundación Adecco](#) para estudiantes con discapacidad.

Curso 2015/2016

[Más información](#)

4.4 Sistemas de Transferencia y reconocimiento de créditos

La Universidad Carlos III de Madrid ha implantado los procedimientos de transferencia y reconocimiento de créditos adaptados a lo dispuesto en el Real Decreto 1393/2007.

[NORMATIVA REGULADORA DE LOS PROCEDIMIENTOS DE RECONOCIMIENTO, CONVALIDACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CRÉDITOS, APROBADA POR EL CONSEJO DE GOBIERNO EN SESIÓN DE 25 DE FEBRERO DE 2010.](#)

El RD 1393/2007, de 30 de octubre regula en su artículo 6 el reconocimiento y transferencia de créditos, estableciendo prescripciones adicionales en su artículo 13 para los estudios de Grado.

La nueva ordenación de las enseñanzas universitarias ha establecido unos sistemas de acceso a la Universidad que facilitan la incorporación de estudiantes procedentes de otros países del Espacio Europeo de Educación Superior y de otras áreas geográficas, marcando con ello una nueva estrategia en el contexto global de la educación superior.

No cabe duda de que uno de los objetivos fundamentales de la nueva ordenación de las enseñanzas universitarias es fomentar la movilidad de los estudiantes, tanto dentro de Europa como con otras partes del mundo, así como la movilidad entre las universidades españolas y el cambio de titulación dentro de la misma universidad, especialmente en el inicio de la formación universitaria.

Por todo ello, se han regulado los procesos de reconocimiento y de transferencia de créditos con el objetivo de que la movilidad de los estudiantes, que constituye uno de los pilares

principales del actual sistema universitario, pueda tener lugar de forma efectiva en la Universidad Carlos III de Madrid.

En el proceso de elaboración de esta norma han participado los Decanatos de las Facultades y la Dirección de la Escuela Politécnica Superior, así como la Delegación de Estudiantes, dándose cumplimiento al trámite previsto en el artículo 40, en relación con la Disposición Adicional Tercera de los Estatutos de la Universidad Carlos III de Madrid.

Reconocimiento de créditos cursados en otras titulaciones y/o universidades españolas o extranjeras en los estudios de Grado.

Art. 1.- Presentación de solicitudes.

Las solicitudes de reconocimiento y convalidación de créditos superados en otras enseñanzas universitarias oficiales se dirigirán al Decano o Director del Centro en el que el estudiante haya sido admitido en los plazos y de acuerdo con los procedimientos fijados por la Universidad.

La solicitud deberá acompañarse de la siguiente documentación:

Certificación académica de la Universidad en la que consten las asignaturas o materias superadas con indicación de su carácter y las calificaciones obtenidas. En el caso de tratarse de materias de formación básica deberá acreditarse la rama de conocimiento a la que están adscritas.

Programas oficiales de las materias o asignaturas superadas.

Cuando el estudiante solicite la convalidación de asignaturas o materias cursadas en universidades extranjeras, la certificación académica de la Universidad deberá presentarse debidamente legalizada de conformidad con la normativa que resulte de aplicación. El Director académico de la titulación podrá admitir los documentos en inglés. Los documentos en otros idiomas deberán presentarse en todo caso con traducción oficial al castellano.

Los estudiantes de la Universidad Carlos III que cambien de titulación no deberán presentar ningún documento por disponer de ellos la administración universitaria, que procederá a su comprobación de oficio.

Art. 2.- Resolución de las solicitudes de reconocimiento y convalidación.

El Decano o Director del Centro en el que el estudiante inicie sus estudios, o Vicedecano o Subdirector en quien delegue, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 77 y 79.2 f) de los Estatutos, resolverá el reconocimiento o convalidación de los créditos superados en otra titulación y/o Universidad de acuerdo con procedimientos establecidos por la Universidad.

En las resoluciones de reconocimiento y convalidación deberá valorarse el expediente universitario del alumno en su conjunto, debiéndose tener en cuenta la adecuación entre las competencias y conocimientos asociados a las materias cursadas por el estudiante y los previstos en el plan de estudios, no siendo necesaria la equivalencia total de contenidos ni de carga lectiva por asignatura, materia o módulo.

El Centro podrá constituir comisiones de apoyo a los responsables académicos de las distintas titulaciones para valorar la adecuación de los conocimientos y competencias asociados a las materias superadas por el solicitante con las materias del plan de estudios. Formarán parte de estas comisiones profesores de los Departamentos que impartan docencia en los Grados

correspondientes. El Centro podrá atribuir esta función a las Comisiones Académicas de Titulación.

Art. 3.- Plazos de resolución.

Las solicitudes de reconocimiento y convalidación presentadas por los alumnos admitidos en la Universidad con la documentación exigida en el artículo 1 se resolverán en los siguientes plazos:

Solicitudes presentadas hasta el 30 de junio, antes del 5 de septiembre.

Solicitudes presentadas hasta el 31 de julio, antes del 30 de septiembre.

Solicitudes presentadas hasta el 30 de septiembre, antes del 30 de octubre.

Art. 4.- Reconocimiento de formación básica

Los créditos de formación básica superados en otros estudios universitarios serán reconocidos, en todo caso, en la titulación a la que acceda el estudiante, de conformidad con lo establecido en el artículo 13 del Real Decreto 1393/2007.

El Vicedecano o Subdirector determinará las asignaturas de formación básica del correspondiente plan de estudios que no deberá cursar el estudiante. El total de créditos de estas asignaturas deberá ser equivalente a los créditos de formación básica reconocidos.

Reconocimiento de créditos cursados en programas de Movilidad

Art. 5.- Los convenios de movilidad suscritos entre la Universidad Carlos III y las Universidades extranjeras deberán posibilitar el reconocimiento de 30 ECTS por cuatrimestre a los estudiantes de la Universidad Carlos que participen en el programa de movilidad correspondiente.

El coordinador de cada programa de movilidad autorizará el contrato de estudios teniendo en cuenta principalmente y de forma global la adecuación de las materias a cursar en la Universidad de destino con las competencias y conocimientos asociados al título de la Universidad Carlos III de Madrid.

De conformidad con las directrices generales fijadas por la Universidad, los responsables académicos de las titulaciones y los responsables académicos de programas de intercambio de los diferentes Centros adoptarán las medidas que consideren necesarias para asegurar el reconocimiento del número de créditos establecido en el párrafo primero, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado segundo del artículo 2.

En el supuesto de que alguno de los convenios suscritos para una o varias titulaciones no permita el reconocimiento de un mínimo de 30 créditos por cuatrimestre, el Centro deberá comunicarlo al Vicerrectorado de Relaciones Internacionales para la eliminación, en su caso, de las plazas de movilidad vinculadas a dicho convenio de la oferta del siguiente curso académico.

Reconocimiento y convalidación de créditos cursados en otras titulaciones y/o universidades españolas o extranjeras en los estudios de Postgrado

Art. 6.- Los Directores de los Programas de Postgrado elevarán al Vicerrectorado de Postgrado para su resolución las propuestas de reconocimiento o convalidación de créditos superados en otra titulación y/o Universidad a los estudiantes admitidos en sus programas que lo hubieran solicitado de acuerdo con los procedimientos establecidos por la Universidad.

Las resoluciones de reconocimiento deberán valorar el expediente universitario del alumno en su conjunto, así como los conocimientos y competencias asociados a las materias superadas, de conformidad con lo establecido en el párrafo segundo del artículo 2.

Transferencia de créditos.

Art. 7.- Los créditos superados por los estudiantes en sus anteriores estudios que no hayan sido objeto de reconocimiento se transferirán a su expediente académico de acuerdo con los procedimientos establecidos al efecto siempre que los estudios anteriores no hubieran conducido a la obtención de un título.

El 15 de junio de 2015 la Vicerrectora de estudios firmó una resolución por la que se delega la competencia para resolver los reconocimientos y las transferencias de créditos de los estudios de Postgrado en los directores de los másteres universitarios

RESOLUCIÓN DE LA VICERRECTORA DE ESTUDIOS DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID POR LA QUE SE DELEGA EN LOS DIRECTORES DE LOS MÁSTERES UNIVERSITARIOS LA COMPETENCIA PARA RESOLVER LOS RECONOCIMIENTOS Y LAS TRANSFERENCIAS DE CRÉDITOS DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO.

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 13 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común y al objeto de agilizar la resolución de las solicitudes presentadas para reconocimientos y transferencias de crédito,

RESUELVO:

Primero. Delegar en los Directores de Másteres Universitarios la competencia para resolver los reconocimientos y las transferencias de créditos de los estudios de Postgrado en la Universidad en sus respectivos programas.

Segundo. La presente delegación surtirá efectos desde el momento de su dictado.

PROCEDIMIENTO DE RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS

El alumno deberá cumplir el siguiente procedimiento para que recibir el reconocimiento de créditos:

a. El estudiante debe solicitar el reconocimiento de créditos acompañando la documentación acreditativa de las asignaturas superadas y los programas oficiales de las mismas. En el supuesto de que solicitara el reconocimiento de determinada experiencia profesional en los términos previstos en la normativa aplicable, deberá presentar un certificado de las entidades en las que hubiera realizado su actividad profesional en el que se especifiquen de las actividades laborales desarrolladas con indicación de la fecha de inicio y finalización de las mismas.

b. Una resolución motivada del Director del Máster evaluará la adecuación entre las competencias y conocimientos asociados a las materias superadas en estudios oficiales de postgrado, los adquiridos en las actividades laborales o profesionales desarrolladas por el solicitante o en asignaturas superadas en estudios no oficiales, y los previstos en el plan de estudios. El Director del Máster podrá recabar el asesoramiento de la Comisión Académica del

Máster o del Departamento que tenga asignada la docencia de la asignatura cuyo reconocimiento se solicita.

c. La incorporación de la asignatura reconocida al expediente del estudiante con la calificación obtenida en el Centro de procedencia salvo que se trate de asignaturas superadas en másteres no oficiales o de experiencia profesional, para las que no se incorporará calificación alguna figurando en el expediente como reconocidas.

No se permite la incorporación de reconocimientos de créditos superiores a 13 créditos ECTS por asignaturas superadas en másteres no oficiales.

PROCEDIMIENTO DE TRANSFERENCIA DE CRÉDITOS

Los créditos cursados en enseñanzas que no hayan conducido a la obtención de un título oficial se transferirán al expediente académico del alumno, que deberá solicitarlo adjuntando el correspondiente certificado académico y documento en el que se acredite que no ha finalizado los estudios cuya transferencia solicita.

Dichos créditos se transfieren al expediente académico previa resolución de la Dirección del programa.

Sistema de transferencia y reconocimiento de créditos		
Concepto	Mínimo	Máximo
Reconocimiento de créditos cursados en enseñanzas superiores oficiales no universitarias	0	0
Reconocimiento de créditos cursados en títulos propios	0	15%
Reconocimiento de créditos cursados por acreditación de experiencia laboral y profesional	0	0

4.5 Complementos Formativos

No se contemplan complementos formativos.

5. Planificación de las Enseñanzas

5.1 Descripción general del plan de estudios

a) Descripción general del plan de estudios

El plan de estudios del máster se ha diseñado para optimizar la comprensión de los contenidos y, al mismo tiempo, cubrir las necesidades formativas que se demandan tanto en institutos de

investigación como en las empresas de este sector tecnológico emergente. Se ha diseñado de acuerdo a las recomendaciones de un grupo de expertos nacionales e internacionales, con representación tanto de reconocidos institutos de investigación (CSIC en España, NIST en Colorado, USA) como de algunas de las mayores empresas multinacionales con intereses en el sector (IBM, Telefónica). Todos estos expertos aglutinan muchos años de experiencia trabajando tanto en la investigación de estas tecnologías como en la implantación de soluciones tecnológicas en nuestra sociedad moderna.

Los contenidos del plan de estudios están divididos en diez módulos (materias), la mayoría de las cuales podrían cursarse de forma casi independiente, y que se combinan de forma que resulten en un plan de estudios en el que los estudiantes adquieren una colección muy amplia de conocimientos, tanto científicos como de ingeniería, en lo que se refiere a las emergentes tecnologías cuánticas.

Estas materias son:

1.- **1.- Introducción a las tecnologías cuánticas y su metodología.**- Incluye una amplia panorámica de la ciencia y tecnología cuánticas abordada desde el ámbito de la ingeniería, con especial énfasis en las implicaciones e impacto que tendrá en nuestra sociedad futura, vistas desde la perspectiva tanto de la universidad y el mundo investigador, como de la empresa, el mercado laboral y la sociedad. También se tratarán temas referidos a la metodología propia de este ámbito, incluyendo temas tales como la ética investigadora, la transferencia tecnológica, la comercialización de una idea o concepto, la divulgación de resultados, la búsqueda de financiación o los pasos a seguir para construir una carrera profesional y/o investigadora tras acabar el título

2.- **Física cuántica.**- Esta materia presenta una visión con suficiente profundidad para las necesidades del ingeniero y/o tecnólogo de los fundamentos y conceptos de la ciencia cuántica, de su formalismo matemático y de sus implicaciones más importantes para aplicaciones tecnológicas.

3.- **Óptica cuántica.**- Esta materia se ocupa de dotar a los estudiantes de una visión amplia de la naturaleza cuántica de la luz, su interacción con la materia y de sus posibles usos para el desarrollo de aplicaciones tecnológicas.

4.- **Computación cuántica.**- En esta materia se presenta el paradigma de computación cuántico, enfatizando sus diferencias con el paradigma clásico, y detallando cómo puede usarse para resolver problemas más complejos, de manera más eficiente. Además de discutir los algoritmos cuánticos más importantes, se tratarán también los nuevos problemas que conlleva, como la necesidad de corregir errores de forma eficaz o evitar la pérdida de la coherencia cuántica, así como las posibles realizaciones materiales de un ordenador cuántico.

5. **Sensores cuánticos y metrología cuántica.**- Se cubre en esta materia el uso de la teoría cuántica para facilitar la realización de medidas de altísima resolución y sensibilidad de parámetros físicos usando para ello conceptos cuánticos, entre otros, como el entrelazado "*entanglement*") cuántico y la compresión de estados ("*squeezing*").

6. **Información y comunicaciones cuánticas.**- Esta materia describe los cambios en el concepto de información cuando se refiere a sistemas cuánticos, así como su procesamiento y

transmisión a través de canales cuánticos y sistemas de comunicaciones cuánticos completos, cuya caracterización y principales propiedades también se detallan.

7. **Internet cuántica y criptografía cuántica.**- Se cubre en esta materia el concepto de internet cuántica entendido como la integración de la infraestructura actual de comunicaciones de la red Internet con los modernos sistemas de redes cuánticas con el soporte fundamental de tecnologías de criptografía cuántica que permitan la distribución segura y fiable de información en sistemas de redes con interconexión masiva entre nodos.

8. **Optativas.**- Esta materia engloba una bolsa generosa de asignaturas (veinte asignaturas de 3ECTS, entre las que el estudiante tiene que escoger 18 ECTS para cursar) que profundizarán en aspectos concretos, fundamentales y/o aplicados, de algunos de los temas ya tratados en el primer año, o presentarán nuevas vías aplicación de ideas cuánticas a sectores empresariales y/o ingenieriles.

9. **Prácticas externas.**- Los estudiantes que así lo deseen podrán elegir realizar prácticas externas en empresas privadas o en centros de investigación públicos o privados para introducirse a labores de investigación, desarrollo de soluciones tecnológicas y aplicaciones y puesta en marcha de las mismas en el contexto de las tecnologías cuánticas en entornos industriales y/o tecnológicos.

10. **Trabajo Fin de Máster.**- El TFM estará orientado a la solución de problemas concretos con un énfasis especial en la investigación, el desarrollo o la aplicación práctica de las tecnologías cuánticas, así como de su interacción con infraestructuras y sistemas clásicos ya existentes. Se realizará en el tercer cuatrimestre.

CUADRO 2 – OPCIÓN A

ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS POR MATERIAS MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍA e INGENIERÍA CUÁNTICAS					
MATERIA	ASIGNATURA	EC TS	Tipo	Curso	Cu atr
Introducción a las Tecnologías Cuánticas y su Metodología / Introduction to quantum technologies and methodologies	Tecnologías e ingeniería cuánticas / <i>Quantum technologies and engineering</i>	6	0	1	1
	TOTAL ECTS MATERIA	6			
Física Cuántica/ Quantum Physics	Mecánica cuántica matricial/ <i>Matrix quantum mechanics</i>	3	0	1	1
	Mecánica cuántica de ondas/ <i>Wave quantum mechanics</i>	3	0	1	1
	TOTAL ECTS MATERIA	6			
Optica Cuántica/ Quantum optics	Óptica electromagnética y fotónica/ <i>Electromagnetic optics and photonics</i>	3	0	1	1
	Óptica cuántica/ <i>Quantum optics</i>	6	0	1	2
	TOTAL ECTS MATERIA	9			
Computación Cuántica/ Quantum computing	Computación cuántica/ <i>Quantum computing</i>	6	0	1	1
	Laboratorio de computación cuántica/ <i>Laboratory on quantum computing</i>	6	0	1	2
	TOTAL ECTS MATERIA	12			
Sensores cuánticos y metrología cuántica/ Quantum sensing and Quantum metrology	Sensores y sistemas clásicos de instrumentación / <i>Sensors and classical measurement instrumentation systems.</i>	3	0	1	1
	Sensores cuánticos/ <i>Quantum sensing</i>	3	0	1	2
	Metrología cuántica/ <i>Quantum metrology</i>	3	0	1	2
	TOTAL ECTS MATERIA	9			
Información y comunicaciones cuánticas/ Quantum information and communications	Información y comunicaciones pre-cuánticas/ <i>Pre-quantum information and communication</i>	3	0	1	1
	Información y comunicaciones cuánticas/ <i>Quantum information and communication</i>	6	0	1	2
	TOTAL ECTS MATERIA	9			
Internet cuántica y criptografía cuántica/ Quantum	Sistemas de redes de ordenadores seguros/ <i>Secure computer network systems</i>	3	0	1	1
	Internet cuántica y criptografía cuántica/ <i>Quantum internet and quantum cryptography</i>	6	0	1	2

<i>internet and quantum cryptography</i>	TOTAL ECTS MATERIA	9			
Optativas/ Electives (se escogen 18 ECTS)	Asignatura	3	OP	2	1
	Control Cuántico/ <i>Quantum control</i>	3	OP	2	1
	Matemáticas para mecánica cuántica/ <i>Mathematics for quantum mechanics</i>	3	OP	2	1
	Fundamentos matemáticos de la información y tecnologías cuánticas/ <i>Mathematical foundation for quantum information and technologies</i>	3	OP	2	1
	Teoría de la información de longitud finita para sistemas cuánticos/ <i>Finite-length information theory for quantum systems</i>	3	OP	2	1
	Redes neuronales cuánticas/ <i>Quantum neural networks</i>	3	OP	2	1
	Aprendizaje automático cuántico/ <i>Quantum machine learning</i>	3	OP	2	1
	Lógica cuántica y procesamiento de información/ <i>Quantum logic and information processing</i>	3	OP	2	1
	Radars cuánticos/ <i>Quantum radars</i>	3	OP	2	1
	Materiales cuánticos/ <i>Quantum materials</i>	3	OP	2	1
	Transporte cuántico y nanodispositivos/ <i>Quantum transport and nanodevices</i>	3	OP	2	1
	Dispositivos nanoelectrónicos/ <i>Nanoelectronic devices</i>	3	OP	2	1
	Detectores ópticos cuánticos/ <i>Quantum optical detectors</i>	3	OP	2	1
	Sistemas cuánticos abiertos/ <i>Quantum open systems</i>	3	OP	2	1
	Teoría de perturbaciones dependiente del tiempo/ <i>Time-dependent perturbation theory</i>	3	OP	2	1
	Métodos numéricos para mecánica cuántica/ <i>Numerical methods for quantum mechanics</i>	3	OP	2	1
	Implementaciones de estado sólido de tecnologías cuánticas/ <i>Solid-state implementation of quantum technologies</i>	3	OP	2	1
	Nanofotónica cuántica/ <i>Quantum nanophotonics</i>	3	OP	2	1
	Fenómenos emergentes en materia cuántica/ <i>Emergent phenomena in quantum matter</i>	3	OP	2	1
	Aplicaciones de la computación cuántica a sectores industriales y económicos/ <i>Applications of quantum computer to industrial and economic sectors</i>	3	OP	2	1

	Tecnologías cuánticas e ingeniería aeroespacial/ Quantum technologies and aerospace engineering	3	OP	2	1
	TOTAL ECTS MATERIA	18			
Prácticas externas/ Internships	Prácticas externas/ <i>Internships</i>	12	OP	2	1
	TOTAL ECTS MATERIA	12			
TRABAJO FIN DE MÁSTER/ MASTER THESIS	Trabajo fin de máster/ <i>Master thesis</i>	12	TFM	2	1
	TOTAL ECTS MATERIA	12			

b) Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida

La Universidad Carlos III de Madrid participa en el programa [Erasmus+ MÁSTER](#), que tiene como objetivos reforzar la calidad de los estudiantes y la modernización e internacionalización de las Instituciones que participan en él. De esta forma, los estudiantes de másteres universitarios tienen la oportunidad de realizar una movilidad internacional en alguna de las prestigiosas universidades europeas con las que la UC3M tiene acuerdos, y bajo alguna de las modalidades que se ofertan en la convocatoria anual.

En este sentido cada año se publican y ofertan más de 135 plazas en 52 universidades de 10 países diferentes, a las que pueden optar los estudiantes matriculados en cada curso académico. Las modalidades de movilidad ofertadas incluyen asimismo destinos para cursar asignaturas con reconocimiento de créditos ECTS en sus respectivos planes de estudio, pero también la posibilidad de cursar créditos adicionales bajo la modalidad de Complemento Internacional. Esta segunda opción ha sido muy bien acogida por los estudiantes de Máster que, como consecuencia de la limitada duración de sus estudios, habitualmente 1 año, no son tan activos a la hora de realizar movilidad internacional como los estudiantes de Grado. Esta opción está permitiendo ampliar las posibilidades de cursar una movilidad internacional a los estudiantes de Másteres universitarios.

Dichas convocatorias se publican en el mes de diciembre de cada curso académico y se tramitan y resuelven a través del Vicerrectorado de Internacionalización y Universidad Europea de la UC3M.

Bajo la supervisión de la Dirección del Máster existirá un coordinador y tutor de los estudios en programas de movilidad que orientará los contratos de estudios y realizará el seguimiento de los cambios y del cumplimiento de los mismos. Asimismo, las asignaturas incluidas en los contratos de estudios autorizadas por el tutor serán objeto de reconocimiento académico incluyéndose en el expediente del alumno. De igual manera, los estudiantes de másteres universitarios pueden participar en el programa "*Erasmus placement*" reconociéndose la estancia de prácticas en su expediente académico con el carácter previsto en el plan de estudios o como formación complementaria.

Además de estas convocatorias generales, la dirección del programa junto con la Comisión Académica del Máster serán los encargados de promover la firma de nuevos acuerdos con

universidades extranjeras que permitan ampliar las plazas de movilidad ofertadas, y de proponer la realización de Convenios de Doble Titulación Internacional.

c) Procedimientos de coordinación docente horizontal y vertical del plan de estudios

Mecanismos de coordinación docente

La coordinación docente del **Máster Universitario en Tecnología e Ingeniería Cuántica** es responsabilidad del Director del Máster. Corresponde al Director 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.

La Universidad Carlos III de Madrid dispone de un Sistema de Garantía Interna de la Calidad (SGIC). Dicho sistema ha sido diseñado por la Universidad conforme a los criterios y directrices recogidas en los documentos "Directrices, definición y documentación de Sistemas de Garantía Interna de Calidad de la formación universitaria" y "Guía de Evaluación del diseño del Sistema de Garantía Interna de Calidad de la formación universitaria" proporcionados por la ANECA (Programa AUDIT convocatoria 2007/08). Este diseño está formalmente establecido y es públicamente disponible. La ANECA emitió en febrero de 2009 una valoración POSITIVA del diseño del SGIC-UC3M. Este diseño se ha implantado por primera vez en el curso 2008/09. Este mismo diseño es el que se implantará para este título, siguiendo el ejemplo del resto de programas de máster implantados en la universidad en la última década.

Además de la Comisión Académica de titulación, la Universidad dispone de un instrumento normativo de regulación de los mecanismos de coordinación docente, aprobado por el Consejo de Dirección ampliado de 28 de enero de 2015. En esta "**Guía de Coordinación Docente de las Titulaciones de la UC3M**", se clarifica el papel de las figuras académicas que forman parte del organigrama docente responsable de impartir docencia en las asignaturas que conforman cualquiera de las titulaciones que se imparten en la universidad: el responsable académico ó Director de la Titulación, el Coordinador Horizontal de Asignatura (en el caso de que exista), el Coordinador de Asignatura, el Profesor de Grupo Magistral ó Agregado, el Profesor de Grupo Reducido y el Profesor de Laboratorio.

De esta forma, se establecen las diferentes figuras académicas y responsables de la coordinación docente en la titulación, delimitando el papel de cada una de ellas, y confluyendo en todo caso en las sesiones de análisis y seguimiento que se efectúan a través de la Comisión Académica del Máster. Se indican a continuación las principales referencias que tendrán responsabilidad docente en el máster:

El **Director de Titulación** es el responsable académico de la misma. Es la persona responsable de coordinar todas aquellas acciones que sean necesarias durante los posibles procesos de reverificación o acreditación (nacional o internacional) a los que tenga que someterse la titulación. Es también responsable de asegurar la adecuación de los contenidos de los programas de las asignaturas del título a los compromisos adquiridos en la memoria

de verificación del mismo. Debe velar por la coordinación docente del título tanto verticalmente, entre los distintos cursos del mismo, como horizontalmente, entre las diferentes asignaturas de un mismo curso. Se asesorará y auxiliará por una Comisión Académica para el ejercicio de sus competencias, establecidas en el artículo 80.2 de los Estatutos de la universidad, y presidirá dicha Comisión. Su criterio prevalece sobre el de cualquier otra figura del organigrama docente de la titulación. A nivel de cada asignatura del título existen distintas figuras académicas que tienen responsabilidad sobre la misma. Se establece a continuación su papel, así como el orden de prelación entre ellas en caso de conflictos o desacuerdos.

Coordinador de Asignatura: Es responsable de la coordinación de una asignatura en una titulación. En caso de no existir un Coordinador Horizontal de Asignatura, asume todas las funciones de éste. Salvo en casos excepcionales, habrá de ser un profesor doctor a tiempo completo del Departamento que imparta la asignatura y, siempre que sea posible, un profesor permanente. Será nombrado por el Departamento. Se encargará de actualizar la información pública de la asignatura a través de la ficha REINA, y de asegurar que el programa impartido sea el mismo en todos los grupos existentes, así como de que sea consistente con el que aparece en la memoria de verificación del título. Regulará el proceso de evaluación, asegurándose de la equivalencia en formato y dificultad del mismo entre los distintos grupos, tanto en su parte de evaluación continua (incluyendo laboratorios) como en el examen final, si lo hubiere. Su criterio será prevalente en el ámbito de la asignatura, salvo que exista un Coordinador Horizontal para la misma. De cara a los posibles procesos de verificación y acreditación a que se someta el título en el que se enmarca la asignatura, será la persona responsable de coordinar los procesos que fueran necesarios y que se refieran a la asignatura.

Profesor de Grupo Reducido: Imparte la clase de grupo reducido. Asumirá los criterios, en cuanto a contenidos y proceso de evaluación, establecidos por el coordinador de la asignatura. Seguirá las instrucciones del profesor de su grupo agregado para sincronizar de forma adecuada la marcha de ambos grupos. Es el responsable de llevar a cabo la evaluación continua. Apoyará al coordinador de la asignatura en la preparación de evidencias e informes necesarios para los posibles procesos de acreditación de la titulación, siguiendo las indicaciones de éste.

Dentro del SGIC de la Universidad Carlos III de Madrid, la Comisión Académica de la Titulación, está definida como el órgano que realiza el seguimiento, analiza, revisa, evalúa la calidad de la titulación y las necesidades de mejora y aprueba la Memoria Académica de Titulación.

La Comisión Académica del Master en Tecnologías Cuánticas estará formada por el Director del Máster, que preside sus reuniones, dos subdirectores, uno de la Universidad Carlos III de Madrid nombrado por el Director y un segundo nombrado por parte del CSIC, que coordinarán la gestión de las necesidades del máster con sus dos socios principales, y por un número a determinar por el Director de representantes de los Departamentos y del resto de Instituciones que impartan una cantidad de docencia significativa (al menos un 5% de los créditos) 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 cada curso.
- Supervisar el correcto cumplimiento de los objetivos académicos del programa tal y como se describen en la memoria de verificación.
- Gestionar todos los aspectos de transferencia y reconocimiento de créditos de acuerdo con la normativa de la Universidad.
- Recoger, evaluar y gestionar las necesidades, quejas y propuestas de alumnos, docentes y resto de miembros implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la titulación.
- Llevar a cabo el seguimiento y realizar las acciones necesarias para poner en práctica los planes de mejora aprobados con anterioridad.

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.

5.2 Estructura del plan de estudios

ACTIVIDADES FORMATIVAS DEL PLAN DE ESTUDIOS REFERIDAS A MATERIAS	
AF1	Clase teórica
AF2	Clases prácticas
AF3	Prácticas de laboratorio
AF4	Trabajo en grupo
AF5	Trabajo individual del estudiante
AF6	Exámenes parciales y finales
AF7	Prácticas en Empresa/Centros de Investigación
AF8	Informe final prácticas en empresa
AF9	Seguimiento del TFM
AF10	Evaluación final del TFM

METODOLOGÍAS DOCENTES FORMATIVAS DEL PLAN REFERIDAS A MATERIAS	
MD1	<i>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.</i>
MD2	<i>Lectura crítica de textos recomendados por el profesor de la asignatura: artículos, informes, manuales y/o artículos académicos, bien para su posterior discusión en clase, bien para ampliar y consolidar los conocimientos de la asignatura.</i>
MD3	<i>Resolución de casos prácticos, problemas, etc.... planteados por el profesor de manera individual o en grupo</i>
MD4	<i>Exposición y discusión en clase, bajo la moderación del profesor de temas relacionados con el contenido de la materia, así como de casos prácticos</i>
MD5	Elaboración de trabajos e informes de manera individual o en grupo
MD6	Prácticas externas tanto en empresas como en laboratorios de reconocido prestigio

SISTEMAS DE EVALUACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS REFERIDOS A MATERIAS	
SE1	Participación en clase
SE2	Trabajos individuales o en grupo realizados durante el curso

SE3	Examen final
SE4	Informe de tutor externo en PE
SE5	Memoria de PE realizada por el estudiante
SE6	Informe del tutor de TFM
SE7	Memoria final del TFM
SE8	Presentación y defensa pública individual del TFM

1.- Tabla de competencias y materias

TABLA DE COMPETENCIAS POR MATERIAS										
COMPETENCIAS	MATERIAS									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M9
CB6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CB7									X	X
CB8									X	X
CB9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CB10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CG1	X	X								X
CG2		X	X	X	X	X	X	X		
CG3									X	X
CG4		X	X	X	X	X	X	X	X	X
CG5						X	X	X	X	X
CG6	X	X	X	X	X	X	x	X	X	X
CG7	X	X	X	X	X	X	X	X		X
CE1	X							X	X	
CE2		X						X		
CE3		X						X		
CE4			X					X		
CE5			X					X		
CE6				X				X		
CE7				X				X		
CE8					X			X		
CE9					X			X		
CE10						X		X		
CE11						X		X		

CE12							X	X		
CE13							X	X		
CE14										X

2.- Tabla de metodologías y materias

TABLA DE METODOLOGÍAS DOCENTES										
METODOLOGÍA S DOCENTE	MATERIAS									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M9
MD1	X	X	X	X	X	X	X	X		
MD2	X						X	X		X
MD3		X	X	X	X	X	X	X		X
MD4	X	X	X	X	X	X	X	X		X
MD5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MD6									X	

3.- Tabla de sistemas de evaluación y materias

TABLA DE SISTEMAS DE EVALUACIÓN POR MATERIAS										
SISTEMAS EVALUACIÓN	MATERIAS									
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M9
SE1	X	X	X	X	X	X	X	X		
SE2	X	X	X	X	X	X	X	X		
SE3		X	X	X	X	X	X	X		
SE4									X	
SE5									X	
SE6										X
SE7										X
SE8										X

MATERIA 1	
Denominación: Introducción a las Tecnologías Cuánticas y su Metodología /Introduction to quantum technologies and methodologies	
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia (obligatoria/optativa/mixto/trabajo fin de máster/etc.)
6	Obligatoria/Compulsory
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios	
Esta materia está compuesta por 1 asignatura que se imparte en el 1er. cuatrimestre del 1er. Curso/This subject contains one course that is offered in the first semester of the first year.	
Competencias que el estudiante adquiere con esta materia	
CB6, CB9, CB10, CG1, CG6, CG7, CE1	
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante	
<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento del estado del arte de la ciencia y tecnologías cuánticas/ Familiarity with the current state-of-the-art of quantum science and quantum technologies - Conocimiento del impacto esperado de las tecnologías cuánticas en medio y largo plazo , así como de los problemas tecnológicos que aún quedan por resolver para que se puedan implantar de manera masiva/ Comprehension of the potential impact that quantum technologies may have on the near to midterm, as well as awareness of the technological hurdles that still need to be solved for their successful deployment. - Conocimiento de las interrelaciones existentes entre la ciencia cuántica y las distintas tecnologías cuánticas/ Awareness of the intimate relationships that exist between quantum science and quantum technologies. - Capacidad de identificar las demandas y necesidades principales de las empresas del mundo tecnológico en cuanto a empleabilidad en el sector de las tecnologías cuánticas/Ability to identify the main requirements that companies will demand from prospective employees in the quantum technology sector. - Conocimiento de las principales metodologías de investigación en el campo de las tecnologías cuánticas/Comprehension of the main research methodologies in the field of quantum technologies. - Conocimiento de las principales implicaciones éticas en la implantación de tecnologías cuánticas/Comprehension of the most important ethical issues of deploying quantum technologies. 	
Actividades formativas de la materia indicando su contenido en horas y % de presencialidad	

Código actividad	Nº Horas totales	Nº Horas Presenciales (2)	% Presencialidad Estudiante (3)
AF1	21	21	100
AF2	21	21	100
AF4	33	18	50
AF5	75	0	0
TOTAL MATERIA	150	60	40%

Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia

MD1, MD2, MD4, MD5

Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima

Sistemas de evaluación	Ponderación mínima (%)	Ponderación Máxima (%)
SE1	0	20
SE2	80	100

Listado de Asignaturas de la materia

Asignatura	Créditos	Cuatrim	Carácter	Idioma
Tecnologías e Ingeniería cuánticas / <i>Quantum technologies and engineering</i>	6	1	O	Inglés

Descripción de contenidos

Temas comunes a las asignaturas:

No aplica al haber una única asignatura.

Temas específicos de cada asignatura:

Tecnologías e Ingeniería Cuánticas.-

- Evolución histórica de las tecnologías cuánticas
- Revolución Cuántica 2.0
- Tecnologías cuánticas aplicadas a la computación
- Tecnologías cuánticas aplicadas a la comunicación

- Tecnologías cuánticas aplicadas a la información y criptografía
- Tecnologías cuánticas aplicadas a la metrología
- Tecnologías cuánticas aplicadas al desarrollo de nuevos sensores
- Tecnologías cuánticas aplicadas al desarrollo de nuevos materiales
- Tecnologías cuánticas aplicadas al mundo financiero
- Tecnologías cuánticas aplicadas al espacio
- Aspectos éticos de las tecnologías cuánticas
- Metodologías de investigación en el campo de las tecnologías cuánticas

Contents common to all courses:

It does not apply, since there is only one course.

Contents specific to each course:

Quantum Technologies and Engineering.-

- *Historical evolution of quantum technologies*
- *Quantum Revolution 2.0*
- *Quantum Technologies and computation*
- *Quantum Technologies and communications*
- *Quantum Technologies applied to information and cryptography*
- *Quantum Technologies and metrology*
- *Quantum Technologies and sensing*
- *Quantum Technologies and new materials*
- *Quantum Technologies and finance*
- *Quantum Technologies and space*
- *Ethical aspects of Quantum Technologies*
- *Research methodologies in the field of Quantum Technologies.*

Lenguas en que se impartirá la materia

Inglés/English

Observaciones

Esta asignatura pretende dar una presentación global a los contenidos y objetivos del máster, ayudando a que los estudiantes se motiven, perfilen sus preferencias de cara a optativas del segundo año, y adquieran una visión actualizada, multidisciplinar y completa del mundo de las tecnologías cuánticas, cubriendo desde las metodologías de investigación (métodos, divulgación, financiación, transferencia, carrera profesional, ...) a la implantación de las tecnologías en la sociedad y sus consecuencias éticas y económicas. Se organiza para ello la asignatura como un conjunto de actividades de tres horas que se celebran durante el curso, de uno de dos tipos posibles. En el primer tipo de actividad, se dará primero una presentación de hora y media por parte de uno de los docentes del máster sobre alguno de los temas anteriormente listados, que será seguida por un debate/coloquio con los estudiantes de hora y media de duración. En el segundo tipo de actividad se traerá a un experto externo al máster, proveniente del mundo de la investigación, la administración, la industria tecnológica o de la empresa,

que dará una clase/seminario en la que expondrá una visión no académica del mismo tema, seguida de una hora y media de debate/coloquio. La evaluación de la asignatura se realizará mediante trabajos en grupo, trabajos individuales y exposiciones.

This course aims at providing a global view of the contents and objectives of the master program. It pretends to help them to get motivated, to define their preferences in view of the electives they must choose on their third semester and to acquire a view of the world of quantum technologies which is, at the same time, realistic, multidisciplinary and complete. This view would cover aspects such as the research methodology specific to the field (methods, outreach activities, funds searching, technology deployment, career paths,...), as well as the ethical and social implications of the deployment of these technologies in our society. The course is organized in terms of 3-hour activities of two possible types. The first type of activity consists of a 1.5-hour class given by a member of the teaching team in which any of the listed topics will be presented, followed by a 1.5-hour open discussion with the students about it. The second type of activity is another 1.5-hour seminar but given this time by a non-university expert, coming from either a research institution, the administration, a high-tech company or industry. The idea is that this person will provide with an alternate, non-academic view of the same topic. The seminar will be followed by a 1.5-hour debate in which the students will be able to interact fluently with the speaker. The assessment of the course will be made by means of group projects, individual work and public exposition of their projects.

MATERIA 2	
Denominación: Física Cuántica/Quantum Physics	
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia (obligatoria/optativa/mixto/trabajo fin de máster/etc.)
6	Obligatoria/Compulsory
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios	
<p>Esta materia está compuesta por 2 asignaturas que se imparten en el 1er. cuatrimestre del 1er. Curso/This subject contains two courses that are both offered in the first semester of the first year.</p>	
Competencias que el estudiante adquiere con esta materia	
<p><i>CB6, CB9, CB10, CG1, CG2, CG4, CG6, CG7, CE2, CE3</i></p>	
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante	
<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad para usar el formalismo matemático matricial y diferencial de la mecánica cuántica en situaciones aplicadas/Ability to apply the matrix and differential formulations of quantum mechanics to practical problems. - Conocimiento y comprensión de los procesos de preparación y medida de estados cuánticos/Comprehension of the main procedures used to prepare and characterize quantum systems. - Comprensión profunda del concepto de entrelazamiento cuántico/Comprehension of quantum entanglement. - Capacidad de aplicar la ecuación de Schrödinger a problemas prácticos, sobre todo en una dimensión/Ability to apply Schrödinger's equation to a wide variety of one dimensional systems. - Capacidad de manejar los operadores momento angular y spin/Ability to use operators such as the angular momentum and the spin - Conocimiento del modelo cuántico del átomo de hidrógeno / Comprehension of the Hydrogen Atom quantum model. - Capacidad de usar la teoría de bandas, el teorema de Bloch y el modelo de Kronig-Penney/Ability to use quantum band theory, the Bloch theorem and Kronig-Penney model. - Capacidad de relacionar las propiedades eléctricas y magnéticas de los sólidos con su estructura electrónica/Ability to predict the electric and magnetic properties of solid matter from their electronic structure. 	
Actividades formativas de la materia indicando su contenido en horas y % de presencialidad	

Código actividad	Nº Horas totales	Nº Horas Presenciales (2)	% Presencialidad Estudiante (3)
AF1	24	24	100
AF2	24	24	100
AF4	9	9	100
AF5	90	0	0
AF6	3	3	100
TOTAL MATERIA	150	60	40%

Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia

MD1, MD3, MD4, MD5

Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima

Sistemas de evaluación	Ponderación mínima (%)	Ponderación Máxima (%)
SE1	0	5
SE2	35	40
SE3	60	60

Listado de Asignaturas de la materia

Asignatura	Créditos	Cuatrim	Carácter	Idioma
Mecánica cuántica matricial/ <i>Matrix quantum mechanics</i>	3	1	O	Inglés
Mecánica cuántica de ondas/ <i>Wave quantum mechanics</i>	3	1	O	Inglés

Descripción de contenidos

Temas comunes a las asignaturas:

- Postulados de la mecánica cuántica
- Estado cuántico. Espacio de estados.
- Magnitudes y operadores. Autovalores y autoestados.
- Proceso de medida.
- Entrelazamiento cuántico.

Temas específicos de cada asignatura:

Mecánica cuántica matricial:

- Espacios vectoriales de dimension finita. Bras y Kets. Producto escalar. Base del espacio. Ortogonalidad, ortonormalidad y completitud. Descomposiciones y proyecciones.
- Operadores. Representaciones de operadores en una base del espacio vectorial. Autovalores y autovectores. Operador adjunto. Operadores hermíticos, unitarios y normales. Proyectores. Conmutadores. Productor tensorial.
- Postulados de la mecánica cuántica. Espacio de estados. Operadores y magnitudes físicas. Medida y observables cuánticos. Evolución temporal del estado cuántico.
- Estados puros y estados mezcla. Ejemplos de estados cuánticos bidimensionales: qubits; estados de Bell. Entrelazado cuántico.

Mecánica cuántica de ondas

- Ecuación de Schrödinger. Función de onda. Interpretación probabilística.
- Magnitudes físicas y operadores en forma diferencial. Autovalores y autoestados. Base del espacio de estados. Relación con la formulación matricial.
- Evolución temporal del estado cuántico.
- Problemas independientes del tiempo. Estados ligados y no ligados. Partículas libres.
- Sistemas unidimensionales: oscilador armónico; barreras y pozos cuánticos. Efecto túnel.
- Sistemas periódicos. Teorema de Bloch. Modelo de Kronig-Penney. Teoría de bandas para sólidos. Electrones y huecos.
- Metales y aislantes. Semiconductores.
- Superconductividad.

Contents common to all courses:

- *Postulates of Quantum Mechanics.*
- *Quantum state. Space of quantum states.*
- *Physical magnitudes and operators. Eigenvalues and Eigenstates.*
- *Quantum measurement.*
- *Quantum entanglement.*

Contents specific to each course:

Matrix quantum mechanics:

- *Finite vector spaces. Bras and kets. Inner product. Basis of the space. Orthogonality, orthonormality and completeness. Decompositions.*
- *Operators. Representations of operators on a space basis. Eigenvalues and eigenvectors. Adjoint operator. Hermitian, unitary and normal operator. Projector operators, Commutators. Tensor products*
- *Postulates of quantum mechanics. Space of states. Operators and physical observables. Quantum measurement and uncertainties. Evolution of the quantum state.*
- *Pure and mixed states. Examples of 2D quantum states: qubits; Bell states. Quantum entanglement.*

Wave quantum mechanics:

- *Schrodinger's equation. Wave function. Probabilistic interpretation.*
- *Physical magnitudes and operators in differential form. Eigenvalues and eigenstates. Basis of the space of states. Relation to matrix formulation.*
- *Time evolution of the wave function.*

- *Time independent problems. Bound and scattering states. Free quantum particle.*
- *One dimensional systems: harmonic oscillator; quantum barriers and wells. Quantum tunneling.*
- *Periodic systems. Bloch theorem. Kronig-Penney model. Band theory of solids. Holes and electrons.*
- *Metals and insulators. Semiconductors.*
- *Superconductivity.*

Lenguas en que se impartirá la materia

Inglés/English

Observaciones

--

MATERIA 3	
Denominación: Optica Cuántica/Quantum optics	
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia (obligatoria/optativa/mixto/trabajo fin de máster/etc.)
9	Obligatoria/Compulsory
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios	
Esta materia está compuesta por 2 asignaturas que se imparten en el 1er. y 2do. cuatrimestre del 1er. Curso/This subject is made of two courses, one offered in the first semester, the other in the second semester, of the first year.	
Competencias que el estudiante adquiere con esta materia	
CB6, CB9, CB10, CG2, CG4, CG6, CG7, CE4, CE5	
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante	
<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de aplicar a problemas prácticos las propiedades ondulatorias de la radiación electromagnética: superposición, reflexión, refracción, polarización, interferencia y difracción/Ability to apply to practical problems the main wave properties of electromagnetic radiation: superposition, reflection, refraction, polarization, interference and diffraction. - Capacidad de aplicar a problemas prácticos los resultados principales referidos a la propagación de ondas electromagnéticas en espacio libre, en guías de ondas y fibras ópticas/ Ability to apply in practical situations the main results pertaining to the propagation of electromagnetic waves in free space, waveguides and optic fibers. - Conocimiento del funcionamiento de los láseres y sus principales aplicaciones/Comprehension of lasers, their inner working and main principal applications. - Conocimiento de los principios de la detección de luz y los principales tipos de detectores y sus aplicaciones/Knowledge of the principles of light detection and light detectors and its uses. - Conocimiento cuantitativo de la descripción semiclásica de la interacción de la luz con la materia/Quantitative knowlegde of the semi-classical model of light-matter interaction. - Conocimiento de la cuantización de la radiación libre y de su interacción con la materia/Knowledge of the quantization of light and its interaction with matter. - Conocimiento de las principales aplicaciones tecnológicas basadas en la naturaleza cuántica de la luz /Knowledge of the main technological applications of quantized light. 	
Actividades formativas de la materia indicando su contenido en horas y % de presencialidad	

Código actividad	Nº Horas totales	Nº Horas Presenciales (2)	% Presencialidad Estudiante (3)
AF1	32	32	100
AF2	32	32	100
AF3	8	8	100
AF4	12	12	100
AF5	135	0	0
AF6	6	6	100
TOTAL MATERIA	225	90	40

Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia

MD1, MD3, MD4, MD5

Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima

Sistemas de evaluación	Ponderación mínima (%)	Ponderación Máxima (%)
SE1	0	5
SE2	35	40
SE3	60	60

Listado de Asignaturas de la materia

Asignatura	Créditos	Cuatrim	Carácter	Idioma
Óptica electromagnética y fotónica/ <i>Electromagnetic optics and photonics</i>	3	1	O	Inglés
Óptica cuántica/ <i>Quantum optics</i>	6	2	O	Inglés

Descripción de contenidos

Temas comunes a las asignaturas:

- Ecuaciones de Maxwell.
- Ondas electromagnéticas.
- Láseres.

Temas específicos de cada asignatura:

Óptica electromagnética y fotónica:

- Ondas electromagnéticas: superposición, reflexión, refracción, difracción, interferencia, polarización.
- Propagación de la luz en el vacío.
- Propagación de la luz en guías de onda y fibra ópticas.
- Modelo semi-clásico de interacción luz-materia. Absorción y emisión estimulada y espontánea.
- Láseres. Propiedades de la emisión laser: coherencia espectral y espacial. Tipos de laser (gas, estado sólido, semiconductor, cascada cuántica, fibra óptica). Láseres pulsados.
- Fotodetectores. Respuesta y ruido. Límites de detección. Detección heterodina.
- Fotodiodos, fotomultiplicadores, CCDs, contadores de fotones.

Óptica cuántica:

- Control de átomos con luz: transiciones atómicas, vectores y estados de Bloch.
- Fotones y tecnologías cuánticas: fotones en cavidades y libres; estados cuantizados de luz (estados Fock y coherentes); estados comprimidos; metrología cuántica con estados fotónicos.
- Interacción de átomos y qubits con luz cuantizada: modelo de Jaynes-Cummings; interacción en el espacio libre; ruido cuántico; decaimiento radiativo; generación de estados de la luz por átomos (emisión láser y de fotón único).
- Introducción a sistemas ópticos cuánticos: electrodinámica cuántica de cavidades y circuitos. Iones atrapados.
- Computación cuántica con sistemas ópticos: puertas controladas por modos fotónicos; computación cuántica con iones atrapados; computación cuántica con estados fotónicos.
- Aplicaciones de óptica cuántica: comunicación cuántica por un solo fotón; transparencia inducida electromagnéticamente; pinzas ópticas y atrapamiento óptico; redes cuánticas de conjuntos atómicos.

Contents common to all courses:

- *Maxwell's equations.*
- *Electromagnetic waves.*
- *Lasers.*

Contents specific to each course:

Electromagnetic optics and photonics:

- *Electromagnetic waves: superposition, reflection, refraction, diffraction, interference and polarization.*
- *Propagation of EM waves in free space, waveguides and optical fibers.*
- *Semi-classical model for light-matter interaction. Absorption, Spontaneous emission and stimulated emission.*
- *Lasers. Properties of laser light: spectral and spatial coherence. Laser types (gas, solid state, semiconductor, quantum cascade, optical fiber, etc). Pulsed lasers.*
- *Photodetectors. Responsivity and noise. Detection limits. Heterodyne detection.*
- *photodiodes, photomultipliers, CCDs, photon counters.*

Quantum optics:

- *Control of atoms with light: atomic transitions; Bloch vectors and states.*
- *Photons for quantum technologies: photons in cavities and free space; quantum states of light (Fock and coherent states); squeezed states; quantum metrology with photon states.*

<ul style="list-style-type: none"> - <i>Interaction of atoms and qubits with quantum light: Jaynes-Cummings model; interaction of atoms with photons in free space; quantum noise; radiative decay; generation of quantum states of light by atoms (laser and single-photon emission)</i> - <i>Introduction to quantum optical systems: quantum electrodynamics (QED) for cavities and circuits. Trapped ions.</i> - <i>Quantum computation with quantum optical systems: quantum gates mediated by photonic modes; trapped ion quantum computing; quantum computing with photon states.</i> - <i>Application of quantum optics: single photon for quantum communications; electromagnetically induced transparency; optical tweezers and optical trapping; atomic ensembles for quantum networks.</i>
Lenguas en que se impartirá la materia
Inglés/English
Observaciones

MATERIA 4	
Denominación: Computación Cuántica/Quantum Computing	
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia (obligatoria/optativa/mixto/trabajo fin de máster/etc.)
12	Obligatoria/Compulsory
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios	
Esta materia está compuesta por 2 asignaturas que se imparten, respectivamente, en el 1er. y 2do. cuatrimestre del 1er. Curso/This subject contains 2 courses offered, respectively, in the first and second semester of the first year.	
Competencias que el estudiante adquiere con esta materia	
CB6, CB9, CB10, CG2, CG4, CG6, CG7, CE6, CE7	
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante	
<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento de las diferencias entre computación clásica y cuántica/Knowledge of the differences between classical and quantum computing. - Conocimiento de los principios de la computación cuántica y capacidad de manejo de sus elementos básicos para resolver problemas algorítmicos: qubits y multiqubits, puertas y circuitos cuánticos, algoritmos cuánticos/ Comprehension of the main principles of quantum computing. Ability to use its basic elements to solve algorithmic problems: qubits and multiqubits, quantum gates and circuits, quantum algorithms. - Conocer el papel que juega el paralelismo cuántico en mejorar la eficiencia de algoritmos cuánticos. Capacidad de aplicarlo ventajosamente en problemas concretos./Knowledge of the rope played by quantum paralelism in improving the efficiency of quantum algorithms. Ability to benefit from it in specific problems. - Conocimiento y capacidad para usar algoritmos cuánticos básicos/Knowledge and ability to use basic quantum algorithms. - Capacidad de generar código que implemente algoritmos cuánticos sencillos /Ability to generate code that implements basic quantum algorithms. - Capacidad de identificar las clases de problemas que se puede esperar sean resolubles de forma ventajosa en computadores cuánticos/Ability to identify the class of problems that might benefit from being solved on quantum computers. - Conocimiento de los requisitos básicos y las opciones más prometedoras para la implementación práctica de computadores cuánticos/Knowledge of the main requisites to build quantum computer and the most promising physical implementations. 	
Actividades formativas de la materia indicando su contenido en horas y % de presencialidad	

Código actividad	Nº Horas totales	Nº Horas Presenciales (2)	% Presencialidad Estudiante (3)
AF1	30	30	100
AF2	40	40	100
AF3	26	26	100
AF4	18	18	100
AF5	180	0	0
AF6	6	6	100
TOTAL MATERIA	300	120	40

Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia

MD1, MD3, MD4, MD5

Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima

Sistemas de evaluación	Ponderación mínima (%)	Ponderación Máxima (%)
SE1	0	5
SE2	35	40
SE3	60	60

Listado de Asignaturas de la materia

Asignatura	Créditos	Cuatrim	Carácter	Idioma
Computación Cuántica/ <i>Quantum computing</i>	6	1	O	Inglés
Laboratorio de Computación Cuántica/ <i>Laboratory on quantum computing</i>	6	2	O	Inglés

Descripción de contenidos

Temas comunes a las asignaturas:

- Elementos de computación cuántica: qubits y multiqubits.
- Puertas y circuitos cuánticos.
- Algoritmos cuánticos.

Temas específicos de cada asignatura:

Computación cuántica:

- Elementos de computación clásica: bits y memoria, circuitos, cables y puertas (1-bit, 2-bit, n-bits). Complejidad (NP vs P).
- Elementos de computación cuántica: qubits y multiqubits. Teorema de no-clonación. Estados entrelazados. Estados y desigualdades de Bell.
- Puertas cuánticas (Hadamard, Pauli, CNOT, SWAP, etc.)
- Circuitos cuánticos.
- Teorema de Solovay-Kitaev
- Algoritmos cuánticos. Algoritmos de Deutsch y Deutsch-Joza. Algoritmo de búsqueda Grover. Algoritmo de factorización de Shor. Transformada de Fourier cuántica.
- Simulación de sistemas cuánticos.
- Posibles implementaciones del futuro computador cuántico (iones atrapados, superconductores, redes de puntos cuánticos, cavidades ópticas QED, etc.)

Laboratorio de computación cuántica:

- Introducción a Python y a IBM Qiskit.
- Creación de código para resolver distintos proyectos de computación cuántica. Entre los problemas a atacar (lista no exclusiva ni ordenada) se encuentran: 1) desigualdades de Bell; 2) generación cuántica de números aleatorios; 3) codificado superdenso; 4) teleportación cuántica; 5) algoritmo de búsqueda de Grover; 6) algoritmo de factorización de Shor; 7) algoritmo HHL para sistemas lineales; 8) transformada de Fourier cuántica; 9) distribución cuántica de llaves.

Contents common to all courses:

- *Elements of quantum computation: qubits and multiqubits.*
- *Quantum gates and circuits.*
- *Quantum algorithms.*

Contents specific to each course:

Quantum computing:

- *Elements of classical computing: bits and memory, circuits, wires and gates (1-bit, 2-bit, n-bits). Complexity (NP vs P).*
- *Elements of quantum computation: qubits and multiqubits. No-cloning theorem. Entangled states. Bell states and Bell's inequalities.*
- *Quantum gates (Hadamard, Pauli, CNOT, SWAP, etc.)*
- *Quantum circuits.*
- *Solovay-Kitaev theorem.*
- *Quantum algorithms. Deutsch and Deutsch-Joza algorithms. Grover's search algorithm. Quantum Fourier transform. Shor's factorization algorithm.*
- *Simulation of quantum systems.*
- *Possible implementations of a future quantum computer (trapped ions, superconductors, quantum dot arrays, optical cavities QED, etc.)*

Laboratory on quantum computing:

- Introduction to Python and IBM Qiskit.

- Generation of code to address several important problems in quantum computation. Among these problems students will study (non-exclusive list): 1) Bell inequalities; 2) quantum generation of random numbers; 3) superdense coding; 4) quantum teleportation; 5) Grover's search algorithm; 6) Shor's integer factorization algorithm; 7) HHL algorithm for linear systems; 8) quantum Fourier transform; 9) quantum key distribution.

Lenguas en que se impartirá la materia

Inglés/English

Observaciones

MATERIA 5																																	
Denominación: Sensores cuánticos y metrología cuántica/Quantum sensing and quantum metrology																																	
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia (obligatoria/optativa/mixto/trabajo fin de máster/etc.)																																
9	Obligatoria/Compulsory																																
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios																																	
Esta materia está compuesta por 3 asignaturas que se imparten, una en el 1er. y dos en el 2do. cuatrimestre del 1er. Curso/This subject contains three courses offered in the first and second semester of the first year.																																	
Competencias que el estudiante adquiere con esta materia																																	
CB6, CB9, CB10, CG2, CG4, CG6, CG7, CE8, CE9																																	
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante																																	
<ul style="list-style-type: none"> - Comprensión, conocimiento y capacidad de estimación de los límites impuestos por la física clásica y cuántica de la instrumentación electrónica y de la adquisición de datos / Comprehension of and ability to estimate the classical and quantum limits of electronic instrumentation and data acquisition . - Conocimiento de los fundamentos de la metrología cuántica, su marco de aplicación y los principales problemas y retos que plantea/Knowledge of the principles of quantum metrology, its application range and the main problems and challenges it faces. - Conocimiento de los principales sensores cuánticos y sus campos de aplicación/ Comprehension of the most important quantum sensors and their field of application. 																																	
Actividades formativas de la materia indicando su contenido en horas y % de presencialidad																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código actividad</th> <th>Nº Horas totales</th> <th>Nº Horas Presenciales (2)</th> <th>% Presencialidad Estudiante (3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AF1</td> <td>32</td> <td>32</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>AF2</td> <td>32</td> <td>32</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>AF3</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>AF4</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>AF5</td> <td>135</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>AF6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>TOTAL MATERIA</td> <td>225</td> <td>90</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>		Código actividad	Nº Horas totales	Nº Horas Presenciales (2)	% Presencialidad Estudiante (3)	AF1	32	32	100	AF2	32	32	100	AF3	8	8	100	AF4	12	12	100	AF5	135	0	0	AF6	6	6	100	TOTAL MATERIA	225	90	40
Código actividad	Nº Horas totales	Nº Horas Presenciales (2)	% Presencialidad Estudiante (3)																														
AF1	32	32	100																														
AF2	32	32	100																														
AF3	8	8	100																														
AF4	12	12	100																														
AF5	135	0	0																														
AF6	6	6	100																														
TOTAL MATERIA	225	90	40																														
Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia																																	

MD1, MD3, MD4, MD5

Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima

Sistemas de evaluación	Ponderación mínima (%)	Ponderación Máxima (%)
SE1	0	5
SE2	35	40
SE3	60	60

Listado de Asignaturas de la materia

Asignatura	Créditos	Cuatrim	Carácter	Idioma
Sensores y sistemas clásicos de instrumentación/ <i>Sensors and classical measurement instrumentation systems</i>	3	1	O	Inglés
Metrología cuántica/ <i>Quantum metrology</i>	3	2	O	Inglés
Sensores cuánticos/ <i>Quantum sensing</i>	3	2	O	Inglés

Descripción de contenidos

Temas comunes a las asignaturas:

- Sensores e instrumentos de medida.
- Límites físicos (clásicos y cuánticos) de los procesos de medida.

Temas específicos de cada asignatura:

Sensores y Sistemas Clásicos de instrumentación.-

- Revisión de los componentes fundamentales de un sistema de instrumentación de medida: sensores, acondicionamiento de la señal, muestreo, adquisición de datos.
- Límites clásicos impuestos por la Física en la resolución y precisión de medidas. Influencia de los esquemas de acondicionamiento y adquisición de datos en la resolución y precisión de las medidas: ruido termodinámico (térmico) y ruido de cuantización (shot).
- Sistemas de instrumentación avanzados

Metrología cuántica.-

- Fundamentos: proceso de estimación y estimadores. Información de Fisher y límite de Cramer-Rao clásicos y cuánticos. Límite cuántico standard, entrelazado y límite de Heisenberg. Comparación con los límites clásicos.
- Problema de estimación de fase. Esquemas para la generación de estados cuánticos sensibles a la fase (estados coherentes, estados comprimidos ("squeezed"), etc.)
- Protocolos de estimación adaptativa. Metrología cuántica multiparamétrica.

- Metrología cuántica y los estándares de medida. Definición del segundo: relojes atómicos. Definición del voltio: unión Josephson. Definición del amperio: efecto túnel cuántico.

Sensores cuánticos.-

- Introducción y ejemplos de sensores cuánticos.
- Relojes cuánticos y aplicaciones: geodesia, navegación, etc.
- Medidas cuánticas de campos eléctricos y magnéticos, medidas de temperatura y presión.
- Sensores cuánticos superconductores. Medida de campos magnéticos con SQUID. Contaje de fotones con SNSPD.

Contents common to all courses:

- *Sensors and measurement instrumentation*
- *Quantum and classical limits associated to measurement processes.*

Contents specific to each course:

Sensors and Classical Instrumentation Systems

- *Review of components of measurement instrumentation systems: sensors, data conditioning, sampling, data acquisition.*
- *Classical limits of measurement resolution and precision. Influence of conditioning and data acquisition schemes on measurement resolution and precision: thermodynamic (thermal) and quantization (shot) noises.*
- *Advanced instrumentation systems.*

Quantum Metrology.-

- *Fundamentals: Estimation process and estimators. Classical and quantum Fisher information and Cramer-Rao. Standard quantum limit, entanglement and Heisenberg limit.*
- *Phase estimation problem. Schemes for the generation of phase sensitive quantum states (coherent states, squeezed states, etc.)*
- *Adaptative estimation protocols. Multiparameter quantum metrology.*
- *Quantum metrology and measure standards. Definition of second: atomic clocks. Definition of volt: Josephson junctions. Definition of ampere: quantum tunneling.*

Quantum sensing.-

- *Introduction and examples of quantum sensors.*
- *Atomic clocks and applications to geodesics, navigation, etc.*
- *Quantum measurement of electric and magnetic fields. Quantum measurement of temperature and pressure.*
- *Superconducting quantum sensors. Measurement of magnetic fields with SQUIDs. Photon counting with SNSPD.*

Lenguas en que se impartirá la materia

Inglés/English

Observaciones

--

MATERIA 6	
Denominación: Información y comunicaciones cuánticas/ <i>Quantum information and communications</i>	
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia (obligatoria/optativa/mixto/trabajo fin de máster/etc.)
9	Obligatoria/Compulsory
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios	
Esta materia está compuesta por 2 asignaturas que se imparte/n respectivamente en el 1er. y 2do. cuatrimestre del 1er. Curso/Subject composed of two courses that are offered, respectively, in the first and second semester of the first year.	
Competencias que el estudiante adquiere con esta materia	
<i>CB6, CB9, CB10, CG2, CG4, CG5, CG6, CG7, CE10, CE11</i>	
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante	
<ul style="list-style-type: none"> - Comprensión de los límites intrínsecos a los sistemas de comunicaciones y teoría de la información clásica/Comprehension of the intrinsic limits of classical communication systems and information theory. - Comprensión y conocimiento de la evolución experimentada por las técnicas de modulación, codificación y decodificación de información en el paso de sistemas pre-cuánticos a cuánticos/Comprehension of the temporal progression of the techniques used for modulating, coding and decoding data as pre-quantum systems evolve towards quantum systems. - Comprensión y conocimiento de los principios de las comunicaciones cuánticas: información cuántica, canales cuánticos, técnicas de transmisión / Comprehension of the principles of quantum communications: quantum information, quantum channels and techniques of transmission. - Comprensión y conocimiento de los principios de las comunicaciones cuánticas: información cuántica, canales cuánticos, técnicas de transmisión / Knowledge and understanding of the principles of quantum communications: quantum information, quantum channels and techniques of transmission. - Comprensión y conocimiento de la teoría de la decisión cuántica, sus aplicaciones y sus limitaciones /Knowledge and understanding of quantum decision theory, its applications and limitations. - Capacidad de analizar y diseñar técnicas de modulación para sistemas de comunicaciones cuánticos./ Ability to analyze and design modulation techniques for quantum communication systems. 	
Actividades formativas de la materia indicando su contenido en horas y % de presencialidad	

Código actividad	Nº Horas totales	Nº Horas Presenciales (2)	% Presencialidad Estudiante (3)
AF1	31	31	100
AF2	31	31	100
AF3	10	10	100
AF4	12	12	100
AF5	135	0	0
AF6	6	6	100
TOTAL MATERIA	225	90	40

Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia

MD1, MD3, MD4, MD5

Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima

Sistemas de evaluación	Ponderación mínima (%)	Ponderación Máxima (%)
SE1	0	5
SE2	35	40
SE3	60	60

Listado de Asignaturas de la materia

Asignatura	Créditos	Cuatrim	Carácter	Idioma
Información y Comunicaciones pre-cuánticas/ <i>Pre-quantum information and communication</i>	3	1	O	Inglés
Información y Comunicaciones cuánticas/ <i>Quantum information and communication</i>	6	2	O	Inglés

Descripción de contenidos

Temas comunes a las asignaturas:

- Teoría de la información
- Teoría de la comunicación
- Sistemas de comunicaciones
- Efecto del ruido en sistemas de comunicaciones

Temas específicos de cada asignatura:

Información y Comunicaciones pre-cuánticas

- Evolución histórica de los elementos fundamentales y el modelado probabilístico de sistemas de comunicaciones pre-cuánticos
- Nueva teoría de la información: medidas de información, límites de la teoría de Shannon, información cuántica.
- Evolución de las técnicas de modulación, codificación y decodificación de sistemas pre-cuánticos a cuánticos.

Información y Comunicaciones cuánticas.-

- Información cuántica y sus medidas (entropía conjunta e información mutua).
- Canales cuánticos. Ruido cuántico. Representación de Kraus de canales cuánticos.
- Transmisión de información clásica en canales cuánticos. Capacidad de Holevo.
- Transmisión de información cuántica sobre canales cuánticos. Capacidad cuántica. Entrelazamiento. Corrección de errores cuánticos.
- Sistemas de comunicaciones cuánticos. Sistemas de comunicación óptica (detección óptica, contaje de fotones).
- Teoría de decisión cuántica. Análisis y optimización de un sistema de comunicaciones cuántico con estados puros. Medidas SRM ("squared-root measurements").
- Modulaciones cuánticas (OOK, BPSK, QAM, PSK y PPM). Comunicaciones cuánticas con estados comprimidos ("squeezed states").

Contents common to all courses:

- *Information theory*
- *Communication theory*
- *Communication systems*
- *Noise and communication systems*

Contents specific to each course:

Pre-quantum information and communication.-

- Evolution of the elements and probabilistic modeling of pre-quantum communication systems.
- Modern information theory: information measures, limits of Shannon's theory and quantum information.
- Evolution from pre-quantum to quantum communication systems of techniques for data modulation, coding and decoding.

Quantum information and communication.-

- Quantum information measures (joint entropy and mutual information).
- Quantum channels. Quantum noise. Kraus representation of quantum channels.

- Transmission of classical information over quantum channels. Holevo's capacity.
- Transmission of quantum information over quantum channels. Quantum capacity. Entanglement. Quantum error correction.
- Quantum communication systems. Optical communication systems (optical detection, photon counting).
- Quantum decision theory. Analysis and optimization of a quantum communication system with pure states. Squared-root measurements (SRM). Quantum modulations (OOK, BPSK, QAM, PSK and PPM). Quantum communications with squeezed states.

Lenguas en que se impartirá la materia

Inglés/English

Observaciones

MATERIA 7	
Denominación: Internet cuántica y criptografía cuántica/Quantum internet and quantum cryptography	
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia (obligatoria/optativa/mixto/trabajo fin de máster/etc.)
9	Obligatoria/Compulsory
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios	
Esta materia está compuesta por 2 asignaturas que se imparten respectivamente en el 1er. y 2do. cuatrimestre del 1er. Curso/The subject contains two courses that are offered, respectively, in the first and second semester of the first year.	
Competencias que el estudiante adquiere con esta materia	
CB6, CB9, CB10, CG2, CG4, CG5, CG6, CG7, CE12, CE13	
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante	
<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de determinar las limitaciones de un sistema de redes de ordenadores tradicional y sus líneas de evolución/Ability to determine the limitations of traditional computer network systems and its future evolution lines. - Conocimiento del funcionamiento de la Internet cuántica y su interacción con las redes de comunicaciones tradicionales/ Comprehension of the workings of quantum internet and its interaction with classical communication networks. - Capacidad de configurar y desplegar soluciones de ciberseguridad tradicionales, sus limitaciones y sus líneas de evolución/Ability to setup and deploy traditional cybersecure solutions, their limitations and evolution lines. - Comprensión de los servicios proporcionados por la criptografía cuántica y sus principales aplicaciones/ Comprehension of the main advantages of offered by quantum cryptography and its main applications. 	
Actividades formativas de la materia indicando su contenido en horas y % de presencialidad	

Código actividad	Nº Horas totales	Nº Horas Presenciales (2)	% Presencialidad Estudiante (3)
AF1	32	32	100
AF2	31	31	100
AF3	9	9	100
AF4	12	12	100
AF5	135	0	0
AF6	6	6	100
TOTAL MATERIA	225	90	40

Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia

MD1, MD2, MD3, MD4, MD5

Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima

Sistemas de evaluación	Ponderación mínima (%)	Ponderación Máxima (%)
SE1	0	5
SE2	35	40
SE3	60	60

Listado de Asignaturas de la materia

Asignatura	Créditos	Cuatrim	Carácter	Idioma
Sistemas de redes de ordenadores seguros/ <i>Secure computer network systems</i>	3	1	O	Inglés
Internet cuántica y criptografía cuántica <i>Quantum internet and quantum cryptography</i>	6	2	O	Inglés

Descripción de contenidos

Temas comunes a las asignaturas:

- Sistemas de redes de comunicaciones e Internet
- Evolución de arquitecturas de sistemas de protocolos
- Evolución de la ciberseguridad en redes de comunicaciones

Temas específicos de cada asignatura:

Sistemas de Redes de Ordenadores Seguros.-

- Arquitectura y protocolos de los sistemas de redes de ordenadores
- Despliegue y configuración de un sistema de redes de ordenadores
- Riesgos de seguridad en sistemas de redes de ordenadores
- Despliegue de soluciones ciberseguras
- Ciberseguridad en redes de ordenadores

Internet cuántica y criptografía cuántica.-

- Fundamentos cuánticos de la Internet cuántica
- Redes cuánticas: sistemas finales, líneas de comunicación, conmutadores y encaminadores
- Arquitectura de protocolos en redes cuánticas
- Internet cuántica
- Fundamentos y aplicaciones de la criptografía cuántica: distribución de claves
- Criptografía post cuántica
- Aplicaciones de la Internet cuántica

Contents common to all courses:

- *Communication networks systems and Internet*
- *Evolution of the architecture of protocol systems*
- *Evolution of cybersecurity in communication networks*

Contents specific to each course:

Secure Computer Network Systems.-

- *Systems and protocols of computer network systems*
- *Deployment and setup of computer network systems*
- *Security risks in computer network systems*
- *Deployment of cybersecure solutions*
- *Cybersecurity in computer network systems*

Quantum Internet and Quantum Cryptography

- *Quantum foundations of the Quantum Internet*
- *Quantum networks: end systems, communication lines, switches and routers*
- *Protocol architecture in quantum networks*
- *Quantum Internet*
- *Fundamentals and applications of quantum cryptography: key distribution*
- *Post-quantum cryptography*
- *Applications of the quantum Internet*

Lenguas en que se impartirá la materia

Inglés/English

Observaciones

MATERIA 8	
Denominación: Optativas/<i>Electives</i>	
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia (obligatoria/optativa/mixto/trabajo fin de máster/etc.)
18	Optativa/ <i>Elective</i>
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios	
Esta materia está compuesta por 20 asignaturas de 3ECTS que se imparten en el 1er. cuatrimestre del 2do curso. El estudiante debe cursar solamente las necesarias para alcanzar 18 ECTS / This subject contains 20 3ECTS courses that are offered in the first semester of the second year. Students need to enroll in as many as required to complete 18 ECTS.	
Competencias que el estudiante adquiere con esta materia	
<i>CB6, CB9, CB10, CG2, CG4, CG5, CG6, CG7, CE1, CE2, CE3, CE4, CE5, CE6, CE7, CE8, CE9, CE10, CE11, CE12, CE13.</i>	
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante	
<p>Al tratarse de una materia compuesta de asignaturas optativas, los estudiantes solo cursarán una fracción de los contenidos ofrecidos (entre un tercio y un décimo, dependiendo de si eligen hacer prácticas externas o no). Independientemente de cuales sean las asignaturas elegidas, los estudiantes adquirirán los siguientes resultados de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento de los campos tecnológicos en los que se espera que las tecnologías tengan mayor impacto en el futuro cercano - capacidad de reconocer el impacto sobre la sociedad actual de las tecnologías cuánticas, tanto a nivel económico, social, ambiental y de calidad de vida - capacidad para evaluar la idoneidad de las distintas tecnologías cuánticas para resolver problemas tecnológicos. - conocimiento del entorno empresarial tecnológico que está a la cabeza del esfuerzo para implantar estas tecnologías. - capacidad de realizar actividades de investigación y desarrollo, al menos a nivel introductorio, en el campo de las tecnologías cuánticas <p>Since this subject is uniquely composed of elective courses, students will naturally enroll in just a fraction of all offered courses (between one third and one tenth, the latter if they choose to enroll in an external internship). In any case, students will achieve the following learning outcomes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Knowledge of the areas in quantum technologies that are expected to have a large impact in our future society 	

- Ability to assess the current impact of quantum technologies in the social, economic, industrial and environmental aspects of our society
- Ability to evaluate the usefulness of the various quantum technologies to address technological problems
- Knowledge of the industrial and technological sector that are heading the effort to develop and deploy these technologies.
- Ability to engage in development and research activities in quantum technologies, at least at an introductory level.

Actividades formativas de la materia indicando su contenido en horas y % de presencialidad

Código actividad	Nº Horas totales	Nº Horas Presenciales (2)	% Presencialidad Estudiante (3)
AF1	64	64	100
AF2	62	62	100
AF3	14	14	100
AF4	22	22	100
AF5	270	0	0
AF6	18	18	100
TOTAL MATERIA	450	180	40

Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia

MD1, MD2, MD3, MD4, MD5

Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima

Sistemas de evaluación	Ponderación mínima (%)	Ponderación Máxima (%)
SE1	0	5
SE2	35	25
SE3	60	60

Listado de Asignaturas de la materia

Asignatura	Créditos	Cuatrim	Carácter	Idioma
Control Cuántico/ <i>Quantum control</i>	3	OP	2	1

Matemáticas para mecánica cuántica/ <i>Mathematics for quantum mechanics</i>	3	OP	2	1
Fundamentos matemáticos de la información y tecnologías cuánticas/ <i>Mathematical foundations of quantum information and technologies</i>	3	OP	2	1
Teoría de la información de longitud finita para sistemas cuánticos/ <i>Finite-length information theory for quantum systems</i>	3	OP	2	1
Redes neuronales cuánticas/ <i>Quantum neural networks</i>	3	OP	2	1
Aprendizaje automático cuántico/ <i>Quantum machine learning</i>	3	OP	2	1
Lógica cuántica y procesamiento de información/ <i>Quantum logic and information processing</i>	3	OP	2	1
Radars cuánticos/ <i>Quantum radar</i>	3	OP	2	1
Materiales cuánticos/ <i>Quantum materials</i>	3	OP	2	1
Transporte cuántico y nanodispositivos/ <i>Quantum transport and nanodevices</i>	3	OP	2	1
Dispositivos nanoelectrónicos/ <i>Nanoelectronic devices</i>	3	OP	2	1
Detectores ópticos cuánticos/ <i>Quantum optical detectors</i>	3	OP	2	1
Sistemas cuánticos abiertos/ <i>Open quantum systems</i>	3	OP	2	1
Teoría de perturbaciones dependiente del tiempo/ <i>Time-dependent perturbation theory</i>	3	OP	2	1
Métodos numéricos para mecánica cuántica/ <i>Numerical methods for quantum mechanics</i>	3	OP	2	1
Implementaciones de estado sólido de tecnologías cuánticas/ <i>Solid-state implementations of quantum technologies</i>	3	OP	2	1
Nanofotónica cuántica/ <i>Quantum nanophotonics</i>	3	OP	2	1
Fenómenos emergentes en materia cuántica/ <i>Emergent phenomena in quantum matter</i>	3	OP	2	1
Aplicaciones de la computación cuántica a sectores industriales y económicos/ <i>Applications of quantum computing to industrial and economic sectors</i>	3	OP	2	1
Tecnologías cuánticas e ingeniería aeroespacial/ <i>Quantum technologies and aerospace engineering</i>	3	OP	2	1
Descripción de contenidos				
Temas comunes a las asignaturas: No aplica. Se agrupan juntas al ser optativas.				

Temas específicos de cada asignatura:

Control cuántico.- Teoría de control. Sistemas de control bilineales. Métodos variacionales. Control con ligaduras. Control estado-a-estado. Adiabaticidad. Control de subespacios. Control paramétrico. Método de Krotov. Aplicaciones: control molecular; RMN, trampas iónicas.

Matemáticas para mecánica cuántica.- Espacios de Hilbert. Operadores y estados. Relaciones de conmutación y anticonmutación. Dimensiones finitas e infinitas. Medida y espectro. Simetrías. Evolución temporal de sistemas cuánticos. Ecuación de Schrödinger.

Fundamentos matemáticos de Información y Tecnologías Cuánticas.- Estados cuánticos y medida. Matriz de densidad. Evolución cuántica. Canales cuánticos. Entrelazado cuántico y no-localidad.

Teoría de la información de longitud finita en sistemas cuánticos.- Límites de rendimiento: codificación aleatoria; teoría de decisión óptima. Análisis asintótico: problema de codificación de canales; desviaciones grandes y exponentes de error; teorema central del límite y tasas de codificación de segundo orden. Evaluación de límites de rendimiento. Aplicaciones: canales con ruido Gaussiano y canales ópticos.

Redes neuronales cuánticas.- introducción a las redes neuronales: perceptrones multicapa y propagación inversa. Modelos híbridos clásico-cuánticos: circuitos cuánticos paramétricos; funciones de pérdida y tareas de aprendizaje; optimización paramétrica. Redes neuronales cuánticas: modelos cuánticos para el perceptron; propagación inversa en redes cuánticas; tareas de aprendizaje clásicas y cuánticas.

Aprendizaje automático cuántico.- Fundamentos de aprendizaje automático. Tratamiento de grandes conjuntos de datos. Aprendizaje supervisado: regresión clásica y cuántica (HHL); máquinas de soporte vectorial clásicas y cuánticas ("kernels"); redes neuronales clásicas y cuánticas. Aprendizaje no-supervisado: reducción de dimensiones clásica y cuántica (descomposición en valores principales & autocodificadores); agrupaciones. Aprendizaje reforzado clásico y cuántico.

Lógica cuántica y el procesado de información.- Fundamentos de lógica cuántica. Aplicaciones al procesado de información. Implementación en computadores cuánticos.

Radares cuánticos.- Teoría del radar clásico: ecuaciones básicas; papel del ruido; interferencias de radar; sección eficaz de radar. Teoría del radar cuántico: sensibilidad y resistencia a la interferencia; sensores cuánticos de "standoff"; realizaciones físicas del radar cuántico; sección eficaz del radar cuántico.

Materiales cuánticos.- Magnetismo. Materiales multi-ferroicos. Sistemas de spin. Superconductividad. Técnicas experimentales de caracterización de sistemas cuánticos. Materiales cuánticos más importantes (óxidos complejos, sistemas moleculares y orgánicos; superconductores basados en hierro, etc.)

Transporte cuántico y nanodispositivos.- descripción semi-clásica del transporte electrónico. Ecuación de difusión-deriva en el límite de pequeños desplazamientos libres. Cierres de máxima entropía. Aplicación a sistemas de baja dimensión: grafeno y nanotiras de grafeno. Transporte cuántico, ecuaciones de Wigner y funciones de Green fuera del equilibrio.

Dispositivos nanoelectrónicos.- Dispositivos nanoelectrónicos y mecánica cuántica. Técnicas de fabricación. Dispositivos nanoelectrónicos basados en nanotubos de carbón. Electrónica basada en grafeno. Lógica nanoeléctrica y procesado de información. Sensores nanoelectrónicos y redes de sensores. Electrónica molecular.

Detectores ópticos cuánticos.- Pozos cuánticos y detectores de cascada cuánticos. Fotodetectores basados en puntos cuánticos para radiación infrarroja y ultravioleta. Células solares de punto cuántico. Integración de detectores cuánticos en circuitos fotónicos. Metasuperficies y detectores cuánticos. Papel de las nanoestructuras para aumentar la eficiencia de detectores y celdas solares.

Sistemas cuánticos abiertos.- Disipación markoviana. Termodinámica cuántica (calor, trabajo, temperatura, termalización y entropía). Leyes y principios de la termodinámica cuántica. Máquinas térmicas: ciclos de Otto y Diesel. Refrigeradores y motores cuánticos. Implementación física.

Teoría de perturbaciones dependientes del tiempo.- Perturbaciones constantes y sinusoidales. Acoplamiento entre estados discretos: fórmula de Rabi. Interacción de un átomo con una onda electromagnética. Acoplamiento con estados del espectro continuo. Regla de oro de Fermi.

Métodos numéricos para mecánica cuántica.- Propagadores de Schrödinger: Runge-Kutta, métodos de "splitting"; Chebyshev; métodos variacionales. Estado de producto de matrices. Grupo de renormalización para la matriz de densidad. Monte Carlo. Aprendizaje automático.

Implementaciones de estado sólido de tecnologías cuánticas.- Puntos cuánticos. Semiconductores. Circuitos cuánticos superconductores. Moléculas magnéticas. Sistemas híbridos.

Nanofotónica cuántica.- Fotónica no-lineal. Técnicas de nanofabricación. Interferometría clásica y cuántica. Circuitos fotónicos integrados. Resonadores ópticos y cavidades fotónicas. Optomecánica. Plasmónica y metamateriales. Centros de color y

emisores de fotón único. QED macroscópica. Nanofotónica cuántica en una y dos dimensiones.

Fenómenos emergentes en materia cuántica.- Introducción a las correlaciones altas: líquidos de Fermi y de no-Fermi; Modelos de Hubbard y física de Mott; separación de carga de spin y líquidos de Luttinger; efecto Kondo; fases de simetría rota; materiales con altas correlaciones. Materiales topológicos cuánticos: grafeno y materiales de Dirac; aislantes topológicos y semimetales; superconductividad topológica. Desorden y localización. Aplicaciones de materia cuántica.

Aplicaciones de la computación cuántica a contextos industriales y económicos.- Optimización clásica y cuántica: aplicaciones a finanzas (seguimiento de índices, optimización de portafolios, etc.); aplicaciones a logística (empaquetado, distribución,..). Algoritmos clásicos y cuánticos para la simulación estadística: aplicación a la simulación de activos financieros y productos derivados.; estimación de riesgos. Algoritmos cuánticos para optimización, simulación y aprendizaje automático.

Tecnologías cuánticas e ingeniería aeroespacial.- Introducción al entorno del espacio y los sistemas espaciales (montaje, integración, pruebas). Sistemas de comunicación cuántica aeroespacial: emisores y receptores. Montaje y técnicas experimentales de sistemas aeroespaciales cuánticos: adquisición, apuntado y seguimiento en el espacio; distribución cuántica de llaves, entrelazado y teleportación.

Contents common to all courses:

Does not apply. These courses are grouped together only because of their elective nature.

Contents specific to each course:

Quantum control.- Control theory. Bilinear control systems. State-to-state control. Adiabaticity. Variational methods. Subspace control. Parametric control. Krotov method. Applications: molecular control; RMN, ion traps.

Mathematics for quantum mechanics.- Hilbert spaces. Operators and states. Commutation and anti-commutation relations. Finite vs infinite dimensions. Measurement and spectrum. Symmetries. Temporal evolution of quantum systems. Schrödinger's equation.

Mathematical foundations of Quantum Information and Technologies.- Quantum states and measurement. Density matrix. Quantum evolution. Quantum channels. Quantum entanglement. Nonlocality.

Finite length information theory for quantum systems.- Performance bounds: random coding; optimal decision theory. Asymptotic analysis: channel coding problem; large deviations and error exponents; central limit theorem and second order coding rates.

Quantum neural networks.- Introduction to neural networks: multilayer perceptrons and reverse propagation. Classical-quantum hybrid models: parametric quantum circuits; loss functions and learning tasks; classical neural networks for parameter optimization. Quantum neural networks (QNN): quantum models for perceptrons; backpropagation; QNN for classical and quantum learning tasks.

Quantum machine learning.- Basics of machine learning. Large data sets. Supervised learning: classical and quantum (HHL algorithm) regression; classical and quantum vector support machines (kernel methods); classical and quantum neural networks. Unsupervised learning: classical and quantum dimensionality reduction (principal value decomposition; autoencoders); clustering. Classical and quantum reinforcement learning.

Quantum logic for information processing.- Fundamentals of quantum logic. Applications to information processing. Implementations on quantum computers.

Quantum radar.- Classical radar theory: concepts, basic equations; role of noise; radar jamming; radar cross section. Quantum radar theory: jamming robustness and sensitivity; standoff quantum sensors; physical realization of a quantum radar; quantum radar cross section.

Quantum materials.- Magnetism. Multiferroics. Spin systems. Superconductivity. Experimental techniques for the characterization of quantum systems. Quantum materials (complex oxides, organic and molecular systems; iron-based superconductors,...)

Quantum transport and nanodevices.- semiclassical model for electronic transport. Drift-diffusion equation for small mean free path. Maximum entropy closures. Application to low dimensional systems: graphene and graphene nanoribbons. Quantum transport via Wigner equations and non-equilibrium Green functions.

Nanoelectronic devices.- Nanoelectronic devices and quantum mechanics. Fabrication techniques. Nanoelectronic devices based on carbon nanotubes. Graphene electronics. Nanoelectronic logic and information processing. Nanoelectronic sensors and sensor arrays. Molecular electronics.

Quantum optical detectors.- Quantum well and quantum cascade detectors. Photodetectors based on quantum dots for IR and UV detection. Quantum dot solar cells. Integration of quantum detectors in photonic circuits. Metasurfaces for quantum

detectros. Use of nanostructures to boost efficiency of quantum detectors and solar cells.

Quantum open systems.- Markovian dissipation. Quantum thermodynamics (heat, work, temperature, thermalization and entropy). Laws and principles of quantum thermodynamics. Thermal machines: Otto and Diesel cycles. Quantum refrigerators and engines. Physical implementation.

Time-dependent perturbation theory.- Constant and sinusoidal perturbations. Coupling between discrete states: Rabi's formula. Interaction of an atom with an electromagnetic wave. Coupling with continuum spectrum states: Fermi's Golden rule.

Numerical methods for quantum mechanics.- Schrodinger's propagators: Runge-Kutta; split operator method; Chebyshev; variational methods. Matrix product state (MPS). Density matrix renormalization group (DMRG). Monte Carlo. Machine learning.

Solid-state implementation of quantum technologies.- Quantum dots. Semiconductors. Quantum superconductor circuits. Magnetic molecules. Hybrid systems.

Quantum nanophotonics.- Nonlinear photonics. Nanofabrication techniques. Classical and quantum interferometry. Integrated photonic circuits. Optical resonators and photonic cavities. Optomechanics. Plasmonics and metamaterials. Color centers and single photon emitters. Macroscopic QED. Quantum nanophotonics in one and two dimensions.

Emergent phenomena in quantum matter.- introduction to strong correlations: Fermi vs. non-Fermi liquids; Hubbard models and Mott physics; spin-charge separation and Luttinger liquids; Kondo effect; materials with strong correlations. Topological quantum matter: graphene and Dirac materials; topological insulators and semimetals; topological superconductivity. Disorder and localization. Applications of quantum matter.

Applications of quantum computing to economic and industrial sectors.- classical and quantum optimization: applications to finance (index tracking, portfolio optimization,...); applications to logistics (routing, packaging, ...). Classical and quantum algorithms for statistical simulations: applications to the simulation of financial assets and derivative products. Risk assessment. Quantum algorithms for optimization, simulation and machine learning.

Quantum Technologies and Aerospace Engineering.- Introduction to the space environment and space systems (setup, integration and testing). Aerospace quantum telecommunication systems (emitters and receivers). Setup and experimental techniques of quantum aerospace systems: acquisition, pointing and tracking (APT) in space; quantum key distribution, entanglement and teleportation.

Lenguas en que se impartirá la materia
Inglés/English
Observaciones
<p>Se han diseñado 20 asignaturas optativas de 3 ECTS. Puede parecer un número excesivo, dado que los estudiantes solo tienen que cursar asignaturas hasta completar 18 ECTS. El motivo de incluir tantas asignaturas es poder ofrecer optativas que permitan a los estudiantes profundizar, dentro de las tecnologías cuánticas, en las áreas que sean de su interés: computación, sensores, óptica cuántica, materiales, etc. Para evitar tanto desbordar a los departamentos como tener asignaturas muy poco pobladas de alumnos, se confeccionará una oferta de optativas reducida que variará año a año, teniendo en cuenta para ello los intereses mayoritarios de la cohorte de entrada del año anterior/There are 20 possible elective courses. This might seem like an excessive number at first sight, since students only need to enroll in six of them to complete the required 18 ECTS. The reason for including that many courses in the curriculum is that we feel that students should be able to choose courses in as many areas of their interest as possible within quantum technologies, such as computation, sensing, quantum optics, materials and so on. To avoid the excessive overburdening of departments and professors, students will be asked each year about their preferences and that information used to select a reasonably-sized subset of these courses that reflects the interests of the students of that year. As a result, the list of courses offered may (and will) change from one year to another.</p>

MATERIA 10	
Denominación: Prácticas Externas/Internships	
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia (obligatoria/optativa/mixto/trabajo fin de máster/etc.)
12	Optativa/Elective
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios	
<p>Esta materia incluye únicamente las prácticas externas de 12ECTS que se pueden realizar tanto en empresas privadas como en centros públicos o privados de investigación en el 1er. cuatrimestre del 2do curso. El estudiante que elija esta opción, si así lo desea, deberá cursar solamente 6 ECTS de las optativas incluidas en la Materia 8/<i>This subject is made of the external internship (12 ECTS) that students can enroll in, if desired, to be carried out either in private companies or in public/private research centers during the first quarter of the second year. Students that take this option will only need to complete 6 ECTS of elective courses from Subject 8.</i></p>	
Competencias que el estudiante adquiere con esta materia	
<p><i>CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG3, CG4, CG5, CG6, CE1</i></p>	
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante	
<p>Al tratarse de una materia optativa, no todos los estudiantes la cursarán. Los resultados de aprendizaje obtenidos por los estudiantes que lo hagan son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - conocimiento del entorno empresarial tecnológico que está a la cabeza del esfuerzo para implantar estas tecnologías. - capacidad de realizar actividades de investigación y desarrollo, al menos a nivel introductorio, en el campo de las tecnologías cuánticas , en el entorno profesional. <p>Since this subject is elective, not every student will enroll in it. In they do, students will achieve the following learning outcomes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Knowledge of the industrial and technological sector that are heading the effort to develop and deploy these technologies. - Ability to engage in development and research activities in quantum technologies, at least at an introductory level, in a professional environment 	
Actividades formativas de la materia indicando su contenido en horas y % de presencialidad	

Código actividad	Nº Horas totales	Nº Horas Presenciales (2)	% Presencialidad Estudiante (3)
AF7	298	298	100
AF8	2	2	0
TOTAL MATERIA	300	300	100

Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia

MD5, MD6

Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima

Sistemas de evaluación	Ponderación mínima (%)	Ponderación Máxima (%)
SE4	40	60
SE5	40	60

Listado de Asignaturas de la materia

Asignatura	Créditos	Cuatrim	Carácter	Idioma
Prácticas externas/ <i>Internships</i>	12	3	OP	Castellano/Inglés

Descripción de contenidos

Temas comunes a las asignaturas:

No aplica al ser una asignatura única.

Temas específicos de cada asignatura:

Prácticas externas.-

Prácticas llevadas a cabo por los estudiantes en empresas privadas o en centros de investigación públicos o privados de reconocido prestigio en temas relacionados con las tecnologías cuánticas, tanto en lo que tiene que ver con su investigación, diseño, desarrollo o implantación.

Contents common to all courses:

Does not apply since there is only one course.

Contents specific to each course:

Internships.- student can enroll in an internship to be done in either a private company or a public/private research laboratory working in the field of quantum technologies. During them, students may be involved in research, design, development or deployment of quantum technologies in various sectors of industrial and/or economic interest.

Lenguas en que se impartirá la materia
Español o inglés, dependiendo del idioma de trabajo en la empresa o centro de investigación en donde se realice / <i>Spanish or English, depending on the working language of the company or research centre where it will be carried out.</i>
Observaciones
<p>La gestión de la adjudicación, seguimiento y evaluación de estas prácticas seguirá el modelo implantado en la universidad para todos los programas. EL orden de adjudicación se basa principalmente en los méritos curriculares de los estudiantes durante el primer curso del programa para establecer la preferencia en su asignación. Cada estudiante tendrá asignado un tutor externo en el centro donde se realicen las prácticas y un tutor académico de la UC3M, que se encargará de resolver las cuestiones que puedan surgir durante las mismas, así como de la evaluación de la memoria final del estudiante / Internships will be assigned, surveyed and evaluated following the system that is already implemented at UC3M for all programs. The order of assignment is based using the academic performance of interested students during the first year of the program to establish preference. Each student will be assigned a tutor at the place of work and an academic tutor at UC3M. The academic tutor will be responsible of dealing with any situation that might appear during the internship, as well as of the evaluation of the final student report.</p> <p>Competencia que se adquiere con la realización de esta asignatura optativa: Capacidad realizar actividades de investigación, desarrollo y/o puesta en marcha de las mismas en el ámbito de las tecnologías cuánticas en entornos empresariales y de investigación / Ability to carry out activities related to research, development and/or deployment of technical solutions within the field of quantum technologies in industrial and research environments.</p>

MATERIA 9																							
Denominación: Trabajo Fin de Master / Master Thesis																							
Número de créditos ECTS	Carácter de la materia (obligatoria/optativa/mixto/trabajo fin de máster/etc.)																						
12	Obligatoria/Compulsory																						
Duración y ubicación temporal dentro del plan de estudios																							
Esta materia se imparte en el 1er cuatrimestre del segundo año./This subject is offered in the first quarter of the second year.																							
Competencias que el estudiante adquiere con esta materia																							
<i>CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CG1, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CE14</i>																							
Resultados de aprendizaje que adquiere el estudiante																							
<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de aplicar el conocimiento, competencias y las técnicas aprendidas en las diferentes asignaturas del Máster a un problema concreto/Ability to apply the knowledge, competencies and technical abilities learnt during the program to an specific technological problema. - Capacidad para presentar sus resultados y conclusiones de una manera clara y efectiva/Ability to present results and conclusions in a concise and convincing manner. 																							
Actividades formativas de la materia indicando su contenido en horas y % de presencialidad																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código actividad</th> <th>Nº Horas totales</th> <th>Nº Horas Presenciales (2)</th> <th>% Presencialidad Estudiante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AF5</td> <td>288</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>AF9</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>AF10</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>TOTAL MATERIA</td> <td>300</td> <td>12</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table>				Código actividad	Nº Horas totales	Nº Horas Presenciales (2)	% Presencialidad Estudiante	AF5	288	0	0%	AF9	10	10	100%	AF10	2	2	100%	TOTAL MATERIA	300	12	4%
Código actividad	Nº Horas totales	Nº Horas Presenciales (2)	% Presencialidad Estudiante																				
AF5	288	0	0%																				
AF9	10	10	100%																				
AF10	2	2	100%																				
TOTAL MATERIA	300	12	4%																				
Metodologías docentes que se utilizarán en esta materia																							
<i>MD2, MD3, MD4, MD5</i>																							

Sistemas de evaluación y calificación. Indicar su ponderación máxima y mínima

Sistemas de evaluación	Ponderación mínima (%)	Ponderación Máxima (%)
SE6	10	20
SE7	40	60
SE8	20	30

Listado de Asignaturas de la materia

Asignatura	Créditos	Cuatrim	Carácter	Idioma
Trabajo Fin de Master / Master Thesis	12	1	O	Inglés

Descripción de contenidos

El trabajo de Fin de Máster será realizado por el estudiante de forma individual y se organizará en torno a una aplicación o desarrollo específico de una tecnología cuántica en el contexto de un problema o desafío científico o ingenieril.

Se organizará anualmente una oferta suficientemente amplia de TFMs en el ámbito de las tecnologías cuánticas a realizar en los departamentos de la UC3M involucrados en el mismo, en el CSIC, así como en aquellas empresas o centros de investigación que establezcan una relación formal con el máster a este efecto. Lo/as alumno/as de segundo año del master podrán solicitar aquellos TFMs que más se alineen con su interés particular, siendo adjudicados los mismos en razón del expediente académico obtenido en el primer curso. Será posible también la realización de TFMs fuera de este esquema de adjudicación previa aprobación del/a director/a de la titulación de un proyecto del ámbito de las tecnologías cuánticas diseñado y pre-acordado por un/a alumno/a junto a un/a tutor/a.

Una vez adjudicado el TFM, se proporcionará al alumno/a orientación y seguimiento del mismo.

Entre las tareas que comprende esta actividad por parte del estudiante se contemplan:

- Recopilación y análisis de información relativa al Trabajo Fin de Máster
- Desarrollo del Trabajo Fin de Máster
- Elaboración de la Memoria
- Defensa individual del Trabajo Fin de Máster

The Master's Thesis is organized around a specific application or development of a quantum technology carried out by the student individually in the context of a scientific or engineering problem or challenge.

A list containing a sufficiently large number of projects deemed suitable for a Master Thesis will be collected and made known to the students every year. These projects could be carried out either in any of the UC3M Departments involved in the program, at CSIC or at private companies or research centers that agree with the program directorship to serve as hosts. Students will be able to elect among these projects according to their preferences and interest. Projects will finally be awarded in the order dictated by the students' academic performance of the previous year. In addition, specific projects proposed by a student-tutor tandem may also be allowed if specifically approved by the director of the program. All students will be provided with guidance and follow-up sessions throughout the Master Thesis.

Among the tasks to carry out by the student it is included:

- *Compilation and analysis of information related to the Master's Thesis*
- *Development of Master's Thesis*
- *Preparation of the Final Document*
- *Individual defense of the Master's Thesis*

Lenguas en que se impartirá la materia

Inglés/English

Observaciones

La defensa del TFM se realizará de forma individual en sesión pública ante un tribunal. El tribunal tendrá en cuenta la memoria preparada por el estudiante, su presentación pública y el informe realizado por su tutor para determinar la nota final./The defense of the TFM will be carried out individually in public and in front of a committee. The committee will consider the student's Master thesis, the public presentation and the tutor's report to give the final grade.

6. Personal Académico

6.1 Personal académico disponible

A continuación se indica la estructura del profesorado de la Universidad Carlos III de Madrid por categorías, con un mayor detalle del profesorado adscrito a los departamentos universitarios de las áreas implicadas en el desarrollo del Plan de Estudios.

ESTRUCTURA PROFESORADO DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID*

CATEGORÍA	DATOS (% Muj.)	DEFINICIÓN
PDI TOTAL	2.081 (677+1404)	Nº de personal docente e investigador total. (Desagregado por sexo M y V)
CATEDRÁTICOS	179 (41+138)	Nº de funcionarios del cuerpo de catedráticos de universidad (Desagregado por sexo M y V)
TITULARES	418 (175+243)	Nº de funcionarios e interinos del cuerpo de titulares de universidad. (Desagregado por sexo M y V)
TITULARES DE UNIVERSIDAD	424 (167+257)	Nº de funcionarios del cuerpo de titulares de universidad (Desagregado por sexo M y V)
TITULARES DE UNIV. INTERINOS	1 (0+1)	Nº de funcionarios interinos del cuerpo de titulares de universidad (Desagregado por sexo M y V)
PROFESORES EMÉRITOS	13 (0+13)	Nº de profesores eméritos (Desagregado por sexo M y V)
CONTRATADOS DOCTOR	15 (2+13)	Nº de profesores contratados doctores (Desagregado por sexo M y V)
VISITANTES	244 (95+149)	Nº de profesores visitantes (Desagregado por sexo M y V)
AYUDANTE DOCTOR	66 (25+41)	Nº de profesores ayudantes doctor (Desagregado por sexo M y V)
ASOCIADOS TOTALES	731 (201+530)	Nº total de profesores asociados (Desagregado por sexo M y V)
AYUDANTE	43 (19+24)	Nº de profesores ayudantes (Desagregado por sexo M y V)
PERSONAL INVESTIGADOR EN FORMACIÓN	260 (79+181)	Nº de personas pertenecientes al colectivo PDI que están en formación. (Desagregado por sexo M y V)
OTRO PDI	104 (41+63)	Nº de profesores de los programas Juan de la Cierva, Ramón y Cajal, etc. (Desagregado por sexo M y V)
ASOCIADOS EQUIVALENTES	532,03 (152,46+379,57)	Nº de profesores asociados equivalentes a 12 horas (Desagregado por sexo M y V)
PDI DE LA UNIÓN EUROPEA	100 (31+69)	Nº de personal docente e investigador equivalente cuya nacionalidad es algún país de la UE sin incluir España (Desagregado por sexo M y V)
PDI NO UNIÓN EUROPEA	123 (47+76)	Nº de personal docente e investigador equivalente extranjero (Desagregado por sexo M y V)
PROFESORES DOCTORES	1.284 (448+836)	Nº de profesores doctores (Desagregado por sexo M y V)

*Datos a 31 de diciembre de 2019 incluidos en la Memoria Económica y de Gestión 2019, aprobada por Consejo de Gobierno en sesión de fecha 15-06-2020 y por el Consejo Social en fecha 22-06-2020

DISTRIBUCIÓN DE LA DOCENCIA DE POSTGRADO POR DEPARTAMENTO Y CRÉDITOS IMPARTIDOS POR DOCTORES

DEPARTAMENTO	CARGA DOCENTE POSTGRADO		
	CREDS. POSTGRADO	CREDS. POSTGRADO DOCTOR	%CREDS. DOCTOR POSTGRADO
ANALISIS SOCIAL	18,00	9,00	50,0%
BIBLIOTECONOMIA Y DOCUMENTACION	87,00	78,00	89,7%
BIOINGENIERIA E INGENIERIA AEROESPACIAL	112,92	86,70	76,8%
CIENCIA E ING.DE MATERIALES E ING. QCA.	99,85	87,85	88,0%
CIENCIAS SOCIALES	71,00	68,00	95,8%
DERECHO INTERN., ECLES. Y Fª. Dº.	104,92	104,92	100,0%
DERECHO PENAL, PROCESAL E HISTORIA DEL D.	219,14	163,84	74,8%
DERECHO PRIVADO	181,59	178,04	98,0%
DERECHO PUBLICO DEL ESTADO	191,63	177,70	92,7%
DERECHO SOCIAL E INTERNACIONAL PRIVADO	117,76	115,26	97,9%
ECONOMIA	247,18	230,50	93,3%
ECONOMIA DE LA EMPRESA	428,86	377,65	88,1%
ESTADISTICA	147,21	146,21	99,3%
FISICA	54,00	54,00	100,0%
HUMANIDADES: FILOSOFIA, LENGUAJE Y LITERA	150,00	147,00	98,0%
HUMANIDADES: HISTORIA, GEOGRAFIA Y ARTE	137,03	113,03	82,5%
INFORMATICA	205,59	185,52	90,2%
INGENIERIA DE SISTEMAS Y AUTOMATICA	119,16	106,97	89,8%
INGENIERIA ELECTRICA	76,20	52,20	68,5%
INGENIERIA MECANICA	197,00	151,71	77,0%
INGENIERIA TELEMATICA	138,83	113,65	81,9%
INGENIERIA TERMICA Y DE FLUIDOS	78,68	78,23	99,4%
INST. BARTOLOME DE LAS CASAS	2,59	2,59	100,0%
INSTITUTO FRANCISCO DE VITORIA	14,00	14,00	100,0%
INSTITUTO GREGORIO MILLAN BARBANY	1,50	1,50	100,0%
INSTITUTO JUAN MARCH DE CC. SOCIALES	5,00	5,00	100,0%
INSTITUTO MIXTO UCIIIM-BANCO SANTANDER	3,96	3,96	100,0%
MATEMATICAS	73,50	70,50	95,9%
MECANICA DE MEDIOS CONT. Y T. ESTRUCTURA	59,00	35,00	59,3%
PERIODISMO Y COMUNICACION AUDIOVISUAL	161,28	158,88	98,5%
TECNOLOGIA ELECTRONICA	129,06	118,66	91,9%
TEORIA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES	153,68	138,17	89,9%
Total Departamentos UC3M	3787	3374	89%

DEPARTAMENTOS PARTICIPANTES EN EL PLAN DE ESTUDIOS

MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS E INGENIERÍA CUÁNTICAS	
Departamento de Física	20%
Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales	3%
Departamento de Matemáticas	6%
Departamento de Ingeniería Telemática	6%
Departamento de Tecnología Electrónica	20%
Departamento de Informática	3%
Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones	19%
Departamento de Ingeniería Biomédica e Ingeniería Aeroespacial	3%
CSIC	20%
Total de la participación	100%

ESTRUCTURA DEL PROFESORADO PARTICIPANTE EN EL PLAN DE ESTUDIOS

PROFESORADO DEDICADO AL TÍTULO					
CATEGORIAS	Total (%)	Doctores (%)	Horas dedicación al Título	% de horas de dedicación al título	Horas dedicación semanal
CATEDRÁTICO	17	100	300	23%	7,5
PROF. TITULAR	28	100	400	30%	9,5
PROF. NO PERMANENTE	18	100	360	27%	8,5
EXTERNO/CSIC	37	100	260	20%	6,5

Coordinación de asignaturas: Cada asignatura del Máster dispondrá de un coordinador, que deberá ser en cualquier caso un profesor de la Universidad Carlos III de Madrid con carácter permanente, y que, con independencia de que imparta o no docencia en la asignatura, se encargará de coordinar los contenidos de la misma en el caso de que ésta se imparta por personal del CSIC ó 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 evaluación de la asignatura.

Tutorización de los TFM: Para la coordinación de la asignatura de TFM se asignará uno o más profesores. Las funciones del coordinador o coordinadores de la asignatura de TFM consistirán, principalmente, en velar por la adecuación de los temas de los trabajos a los objetivos del Máster y la asignación de los mismos a los profesores que vayan a tutorizarlos, así como por el correcto funcionamiento del proceso de tutorización y la organización de los tribunales y actos de evaluación y defensa de los mismos. Las tareas de tutorización de los TFM requerirán un mínimo de diez horas por TFM por parte del profesor o profesores que se encarguen de dicha tutorización.

Tutorías ordinarias: Para las tutorías ordinarias de las asignaturas que componen el Máster se asignarán dos horas semanales por asignatura. Los horarios y ubicaciones para la realización de las mismas son informados en la plataforma de comunicación con el estudiante Aula Global.

DEDICACIÓN POR PERFILES				
CATEGORIAS	MATERIAS EN LAS QUE IMPARTE DOCENCIA	CRÉDITOS ECTS IMPARTIDOS	HORAS DOCENCIA	HORAS DE TUTORÍAS
Catedrático	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	30	300	69
Prof. Titular	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	40	400	90
Prof. No Perm.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	36	360	81
Externos	1, 3, 4, 8 y 9	26	260	60

Se incluye a continuación una tabla que describe los perfiles de los principales profesores involucrados en la docencia de este título, tanto por parte de la UC3M como del CSIC. Se observará que el número de asignaturas previas impartidas por los mismos en el campo de las tecnologías cuánticas no es muy alto. Este hecho es algo estructural, que se debe más al perfil típico de los títulos ofertados en la Escuela Politécnica Superior de la UC3M que a las preferencias personales del profesorado, la mayoría de los cuales sí realiza su investigación en áreas afines a la ciencia cuántica, la tecnología cuántica o la ingeniería cuántica. Se debe, sobre todo, a que la gran mayoría de titulaciones de grado y máster que se ofertan en la actualidad en la UC3M son de un perfil de ingeniería más clásico (industriales, telecomunicaciones, aeroespacial, informática...), por lo que no abundan clases sobre ciencia o tecnología cuántica, salvo la excepción del grado en Ingeniería Física, implantado en el curso 2019/20.

PERFIL PROFESORADO INTERNO/ EXTERNO DE LA UC3M					
Profesor	Doctor (si/no)	Categoría/U nivers.	Experiencia previa en asignaturas relacionadas (máximo 4)	Méritos Investigadores relacionados con la materia a impartir	Acreditación nivel de idioma inglés
Acedo Gallardo, Pablo	Si	Prof. Catedrático (Tecnología)	Instrumentación y medida; Fotónica; Sensores y técnicas de medida avanzadas;	Experto en fotónica, láseres, técnicas avanzadas de espectroscopia y	Si.

		Electrónica/UC 3M)	Microsystems and nanoelectronics	sensores, incluyendo cuánticos.	
Aguado Sola, Ramón	Si	Externo/CSIC-ICMM (Investigador Científico)	Topological superconductivity and majoranas; Mesoscopic superconductors; Physics of strongly correlated systems	Experto en efectos cuánticos en nanoestructuras; superconductividad.	Si
Alén, Benito	Si	Externo/CSIC-IMN-CNM		Experto en fotónica cuántica; puntos cuánticos; tecnologías de información cuántica	Si
Almenarez Mendoza, Florina	Si	Prof. Titular (Telemática/U C3M)	Fundamentos de Seguridad en las Comunicaciones, Mobile Security, Cyber attack techniques, Secure Architectures	Experta en redes, internet y seguridad. Experta en criptografía	Si
Bascones Fernández de Velasco, Elena	Si	Externo/CSIC-ICMM (Científico Titular)	Emergence of quantum phases in novel materials; Fronteras en Ciencia de Materiales, Los Materiales del Futuro	Experta en tecnologías cuánticas; experta en física del estado sólido y materia condensada.	Si
Bagnulo Braun, Marcelo	Si	Prof. Titular (Telemática/U C3M)	Redes de Ordenadores, Redes y Servicios de Comunicaciones	Experto en redes, internet y seguridad. Experto en criptografía	Si
Calderón, Maria José	Si	Externo/CSIC-ICMM (Científico Titular)	Quantum computing; Emergence of quantum phases in novel materials	Experta en tecnologías cuánticas; experta en correlaciones electrónicas en nuevos sistemas cuánticos, grafeno, superconductores y nanoestructuras.	Si
de Vicente Majua, Julio	Si	Prof. Titular (Matemáticas/Uc3M)	Advanced Mathematical Methods	Experto en información cuántica, computación cuántica y física cuántica y su formalismo matemático.	Si
Estévez Tapiador, Juan Manuel	Si	Prof. Catedrático (Informática/UC3M)	Cyber-crime, cyber terrorism and cyber war; Malware analysis and engineering.	Experto en Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. Experto en Criptografía.	Si
García Cámara, Braulio	Si	Prof. Titular (Tecnología Electrónica/UC 3M)	Microsystems and Nanoelectronics; Nanophotonics; Fotónica	Experto en nanofotónica, dispositivos optoelectrónicos y fotónica cuántica	Si.

García Muñoz, Luis Enrique	Si	Prof. Catedrático (T. Señal/UC3M)	Radiación y Comunicaciones cuánticas; Campos Electromagnéticos; Antenna technology	Experto en telecomunicaciones láser; comunicaciones cuánticas; óptica electromagnética	Si
García Peñas, Alberto	Si	Prof. Ayudante (Ciencia e Ingeniería de Materiales/UC 3M)		Experto en nuevos materiales, polímeros inteligentes; nanomateriales y biomateriales; materiales cuánticos.	Si
García Ripoll, Juan José	Si	Externo/CSIC-IFF (Investigador Científico)	Computación cuántica; Simulación cuántica; Circuitos cuánticos superconductores; Análisis numérico	Experto en tecnologías cuánticas, computación cuántica e información cuántica	Si
González, Carlos Andrés	Si	Externo/CSIC-INMA		Experta en óptica cuántica; nanofotónica; computación cuántica.	Si
González Tudela, Alejandro	Si	Externo/CSIC-IFF (Científico Titular)		Experto en nanofotónica cuántica; experto en óptica cuántica	Si
Iñarrea, Jesús	Si	Prof. Titular (Física/UC3M)	Física cuántica avanzada	Experto en materiales cuánticos y tecnologías cuánticas	Si
Isasi Viñuela, Pedro	Si	Prof. Catedrático (Informática/UC3M)	Inteligencia web; Algoritmos genéticos y evolutivos; Computación con inspiración biológica.	Experto en Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. Experto en aprendizaje automático.	Si
Koch, Tobías	Si	Prof. Titular (T. Señal/UC3M)	Information theory	Experto en teoría de la información clásica y cuántica. Experto en comunicaciones.	Si
Lledó Macau, Fernando	Si	Prof. Titular (Matemáticas/Uc3M)	Real and complex analysis; Discrete mathematics	Experto en formalismo cuántico, teoría cuántica de campos.	Si
Marín López, Andrés	Si	Prof. Titular (Telemática/UC3M)	Técnicas de Ciberataque, Aspectos de Movilidad, Seguridad y Usabilidad en Computación Ubicua y en la Internet del Futuro	Experto en redes, internet y seguridad. Experto en criptografía	Si
Molina Fernández, Rafael Alejandro	Si	Externo/CSIC-IEM (Científico Titular)	Caos cuántico y teoría de matrices aleatorias	Experto en sistemas cuánticos de muchos cuerpos	Si

Muñoz Organero, Mario	Si	Prof. Catedrático (Telemática/U C3M)	Fundamentos de Seguridad en Comunicaciones, Técnicas de codificación, Arquitectura de ordenadores	Experto en redes, internet y seguridad. Experto en criptografía	Si
Pérez Pardo, Juan Manuel	Si	Prof. Ayudante Doctor (Matemáticas/ Uc3M)	Numerical methods in engineering; Numerical methods in biomedicine.	Experto en mecánica cuántica, formalismo matemático y tecnológicas de control cuánticas.	Si
Porras Torre, Diego	Si	Externo/CSIC- IFF (Científico Titular)		Experto en nanofotónica cuántica; experto en óptica cuántica	Si
Prada Nuñez, Elsa	Si	Externo/CSIC- ICMM (Científico Titular)	Simulación y métodos numéricos en materiales y nanoestructuras; Computación para física; Nanofísica	Experto en tecnologías cuánticas; experta en física del estado sólido.	Si
Puebla Antunes, Ricardo	Si	Externo/CSIC- IFF (postdoc)		Experto en óptica cuántica	Si
Ramos del Río, Tomás	Si	Externo/CSIC- IFF (postdoc)	Mecánica cuántica.	Experto en nanofotónica cuántica; experto en óptica cuántica	Si
Ramos Vega, Daniel	Si	Externo/CSIC- IMN-CNM (Investigador distinguido)		Experto en nanomecánica y nanofotónica cuántica; experto en óptica cuántica y en sensores cuánticos.	Si
Sánchez Fernández, Luis Raúl	Si	Catedrático de Universidad (Física/UC3M)	Física cuántica; Física computacional; Física de plasmas computacional	Experto en cálculo numérico y simulación.	Si
Sanjurjo Rivo, Manuel	Si	Prof. Visitante (Ing. Biomédica y Aeroespacial/ UC3M)	Introducción a la mecánica de vuelo; Vehículos espaciales y mecánica orbital	Experto en mecánica orbital, cables espaciales y optimización de órbitas de satélites.	Si
Santalla Arribas, Silvia	Si	Prof. Visitante (Física/UC3M)	Electromagnetismo.	Experta en sistemas cuánticos de muchos cuerpos	Si
Torrentegui Muñoz, Erik	Si	Prof. Visitante (Física/UC3M)	Información y computación cuántica; Tecnologías cuánticas	Experto en tecnologías cuánticas, termodinámica	Si

				cuántica y control cuántico	
Valera Pintor, Francisco	Si	Prof. Titular (Telemática/UC3M)	Técnicas de Codificación, Seguridad en Redes 5G, Protección de datos, Redes de Ordenadores	Experto en redes, internet y seguridad. Experto en criptografía	Si
Vázquez Vilar, Gonzalo	Si	Prof. Titular (T. Señal/UC3M)	Introducción a la información y a las comunicaciones cuánticas	Experto en teoría de la información clásica y cuántica. Experto en comunicaciones.	Si
Vergaz Benito, Ricardo	Si	Prof. Titular Interino (Tecnología Electrónica/UC3M)	Lab projects (Master in Photonics Engineering); Sensores electrónicos para Internet of Things	Experto en fotónica y dispositivos optoelectrónicos	Si
Vidal Fernández, Iván	Si	Prof. Visitante (Telemática/UC3M)	Técnicas de Codificación, Seguridad en Redes 5G, Protección de datos, Redes de Ordenadores	Experto en redes, internet y seguridad. Experto en criptografía	Si
Zueco Lainez, David	Si	Externo/CSIC-INMA (Científico Titular)	Tecnologías cuánticas; Introducción a la inteligencia artificial; Electrodinámica cuántica de circuitos	Experto en óptica cuántica; nanofotónica; computación cuántica.	Si

Las líneas de investigación principales de los departamentos de la UC3M a los que pertenecen los profesores que se consignan en la anterior tabla y las de los profesores externos del CSIC se detalla a continuación. Ni todos los grupos que pertenecen a dichos departamentos ni todas las líneas en las que trabajan tienen que ver con tecnologías, ciencia o ingeniería cuánticas, pero muchas de ellas sí que tienen suficiente afinidad como para poder reforzar el programa, por ejemplo, mediante la oferta de temas de trabajo para TFM en la intersección de tecnologías cuánticas y otras disciplinas.

Departamento de FÍSICA

Principales líneas de investigación

Nombre del grupo de investigación	Responsable	Líneas de investigación
Tecnologías Cuánticas	Erik Torrontegui Muñoz	Termodinámica cuántica. Control cuántico. Tecnologías cuánticas.
Nanoestructuras semiconductoras	Rosa María de la Cruz Fernández	Pozos, hilos y puntos cuánticos. Transporte electrónico y de spin. Crecimiento de materiales. Fonones.

Física de Plasmas	Luis García Gonzalo	Magnetohidrodinámica. Simulación numérica de plasmas. Turbulencia en Plasmas. Dinámica de electrones runaway. Tokamaks y Stellarators.
Laboratorio de Sensores, Teledetección e Imagen Infrarroja	Fernando López	Ensayos no destructivos. Análisis espectral. Teledetección infrarroja. Imagen infrarroja y aplicaciones a biomedicina, medio ambiente e industria.
Materiales nanoestructurados y multifuncionales	Miguel Ángel Monge Alcázar.	Materiales nanoestructurados y multifuncionales. Aleaciones reforzadas.
Óxidos Cerámicos	Juan Enrique Muñoz Santiuste	Defectos en sólidos. Propiedades ópticas, mecánicas y electrónicas de sólidos. Materiales láseres. Daño por radiación. Materiales para fusión nuclear.

Departamento de Tecnología Electrónica

Principales líneas de investigación

Nombre del grupo de investigación	Responsable	Líneas de investigación
Sensores y técnicas de instrumentación	Pablo Acedo Gallardo	Instrumentación y sensores ópticos, fotónicos, electrónicos y cuánticos. Espectroscopía y aplicaciones. Nuevas fuentes ópticas y arquitecturas fotónicas.
Diseño Microelectrónico y aplicaciones	Luis Entrena Arrontes, Luis Hernández Corporales	Diseño de FPGAs y aplicaciones. Herramientas CAD para diseño electrónico. Circuitos tolerantes a fallos. Conversion A/D y D/A. Computación reconfigurable. Tarjetas inteligentes. Identificación biométrica y criptografía.
Displays y aplicaciones fotónicas	José Manuel Sánchez Pena, Carmen Vázquez García	Sensores basados en nanoestructuras y metamateriales. Nanoemisores y nanodetectores ópticos. Células solares nanoestructuradas. Dispositivos optoelectrónicos para comunicaciones y discapacidad.
Grupo universitario de tecnologías de identificación	Raúl Sánchez-Reillo	Identificación biométrica mono y multimodal. Tarjetas inteligentes. Seguridad en sistemas de identificación.
Grupo de sistemas electrónicos de potencia	Andrés Barrado Bautista, Emilio Olías Ruíz	Sistemas electrónicos de potencia. Componentes magnéticos. Sistemas fotovoltaicos e híbridos. Interferencia electromagnética en sistemas y equipos.

Optoelectrónica y tecnología láser	Horacio Lamela Rivera, Guillermo Carpintero del Barrio	Fotónica de microondas integrada. Láseres semiconductores fotónicos. Array de antenas de rango milimétrico y terahercio. Sistemas de imagen opto-acústica para aplicaciones biomédicas. Ultrasonido de banda ultra ancha para aplicaciones biométricas.
------------------------------------	--	---

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicación

Principales líneas de investigación

Nombre del grupo de investigación	Responsable	Líneas de investigación
Comunicaciones	Ana García Armada	Sistemas multi-antena para comunicaciones de ancha banda. Procesado de señal en comunicaciones digitales. Simulación y modelado de sistemas de comunicaciones. Transmisión cooperativa y relays.
Grupo de radiofrecuencia, electromagnetismo, microondas y antenas	Daniel Segovia Vargas, Magdalena Salazar	Antenas y arrays de antenas. Nuevas tecnologías de construcción de antenas. Antenas adaptativas e inteligentes. Métodos numéricos y técnicas de procesado de señal orientados al desarrollo de estructuras electromagnéticas pasivas y radiantes.
Grupo de procesado multimedia	Fernando Díaz de María	Reconocimiento de habla. Codificado de vídeo. Tratamiento de información multimedia.
Grupo de tecnologías de radio y comunicaciones	Eva Rajo Iglesias	Antenas y arrays de antenas: multibanda, multipodo, leaky, etc. Nanoelectromagnetismo. Optimización en electromagnetismo.
Grupo de tratamiento de la señal y aprendizaje	Antonio Artés Rodríguez	Detección e identificación de imágenes y señales. Aprendizaje máquina para tratamiento de señales e imágenes. Técnicas avanzadas de tratamiento adaptativo de señales.
Machine learning for Data Science	Jerónimo Arenas Garcia	Aprendizaje automático para BIG DATA. Algoritmos de aprendizaje adaptativos. Aprendizaje distribuido. Smart grids.

Departamento de Ingeniería Telemática

Principales líneas de investigación

Nombre del grupo de investigación	Responsable	Líneas de investigación
Network technologies	Francisco Valera Pintor, Arturo Azcorra Saloña, David Larrabeiti Lopez	Arquitectura de redes y servicios distribuidos. Protocolos de comunicación. Internet del futuro. Internet of Things. Redes cognitivas. Redes 5G. Industria conectada. Redes inalámbricas. Redes móviles y vehiculares. Seguridad en redes de comunicaciones.
Grupo de aplicaciones y servicios telemáticos	Carlos Delgado Kloos, Carlos García Rubio, Luis Sánchez Fernández, Andrés Marín López	e-learning. Tecnologías web. Computación ubicua. Tiempo real.

Departamento de BIOINGENIERÍA e INGENIERÍA AEROESPACIAL

Principales líneas de investigación

Nombre del grupo de investigación	Responsable	Líneas de investigación
Equipo de propulsión espacial y plasmas	Eduardo Ahedo Galilea	Motores de efecto Hall. Motores de plasma de RF y microondas. Interacción plasma-satélite. Amarras electrodinámicas. Basura espacial. Modelado y simulación de plasmas. Diseño de motores de plasmas.
Equipo de investigación en ingeniería aeroespacial	Stefano Discetti	Aerodinámica. Navegación aérea. Tecnología aeronáutica y aeroespacial.
Biomedical Imaging and Instrumentation Group	Manuel Desco Menéndez	Soporte a la investigación clínica. Investigación preclínica. Desarrollo tecnológico. Imagen Médica.
Tissue engineering and regenerative medicine	Jose Luis Jorcano, Marcela del Río Nechaevsky	Regeneración cutánea. Regeneración ósea. Herramientas terapéuticas para enfermedades de piel. Desarrollo de modelos animales humanizados de enfermedades raras.

Departamento de CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Principales líneas de investigación

Nombre del grupo de investigación	Responsable	Líneas de investigación
Comportamiento en servicio de materiales	Miguel Angel Martínez Casanova	Corrosión y protección. Tratamientos superficiales. Tribología. Durabilidad de estructuras de hormigón. Comportamiento en servicio de materiales.
Materiales compuestos poliméricos e interfaces	Francisco Javier González Benito	Diseño e implantación de nuevos materiales nanocompuestos. Caracterización de materiales a la nanoescala. Caracterización físico-química de materiales. Interfaces y fluorescencia de sondas y marcadores. Materiales compuestos.
Polímeros y composites	Juan Baselga Llidó	Composites. Nanorefuerzos y nanocomposites. Polímeros híbridos. Polímeros termosensibles. Química computacional. Nanotecnología.
Síntesis y procesado de materiales	Alejandro Várez Alvarez, Belén Levenfeld Laredo	Moldeo por inyección de cerámicos y metales. Mezclas de polímeros. Síntesis y caracterización de materiales cerámicos. Biomateriales. Baterías de Li y pilas de combustible. Ferritas.
Tecnología de polvos	Elena Gordo Oderiz, Jose Manuel Torralba Castelló	Técnicas de producción y caracterización. Aceros de baja aleación, aceros inoxidables. Aleaciones de titanio. Aleaciones de aluminio. Aleaciones base de cobre. Aleaciones base de níquel.

Departamento de MATEMATICAS

Principales líneas de investigación

Nombre del grupo de investigación	Responsable	Líneas de investigación
Matemática aplicada a control, sistemas y señales	Antonio García García	Matemática aplicada a control, sistemas y señales. Tecnologías cuánticas de la información.
Modelización, simulación numérica y matemática industrial	Luis López Bonilla	Transporte electrónico en nanoestructuras. Fonónica y metamateriales. Mecánica estadística fuera del equilibrio. Transporte de carga y excitones en semiconductores. Modelos de defectos en sólidos. Grafeno. Física Matemática. Relatividad general. Astrodinámica. Combustión.
Ecuaciones diferenciales y aplicaciones	Cristina Brändle Cerqueira	Ecuaciones en derivadas parciales elípticas y parabólicas. Métodos numéricos para ecuaciones en derivadas parciales. Ecuaciones diferenciales ordinarias.

Grupo interdisciplinar de sistemas complejos	José Antonio Cuesta Ruiz	Mecánica estadística y dinámica no lineal. Ciencia de materiales y nanoestructuras. Microfluídica. Evolución y ecología teórica. Dinámica de sistemas socioeconómicos y teoría de juegos. Biología teórica.
Análisis aplicado	Guillermo López Lagomasino	Polinomios ortogonales. Polinomios matriciales. Análisis complejo. Teoría de operadores. Aproximación racional y de Fourier. Aplicaciones a física. Aplicaciones a teoría de sistemas.

Departamento de INFORMÁTICA

Principales líneas de investigación

Nombre del grupo de investigación	Responsable	Líneas de investigación
Computer Security Lab	Arturo Ribagorda Garnacho, Juan Manuel Estévez Tapiador	Criptografía aplicada. Privacidad. Ciberdefensa. Detección y análisis de malware. Seguridad. Informática forense.
Grupo de computación evolutiva y redes neuronales	Pedro Isasi Viñuela	Algoritmos genéticos. Programación genética. Estrategias evolutivas. Redes neuronales. Aplicaciones. Interfaces cerebro-ordenador.
GigaBD	Jorge Luis Morato Lara	Aplicaciones de Deep learning y enriquecimiento de datos. Accesibilidad y comprensibilidad de datos. Veracidad y fiabilidad de datos. Infraestructuras para Big Data.
Arquitectura de computadores, comunicaciones y sistemas	Jesús Carretero Pérez	Sistemas de tiempo real. Computación de altas prestaciones. Sistemas distribuidos y paralelos.
Grupo de inteligencia artificial aplicada	Jesús García Herrero, José Manuel Molina López	Técnicas de aprendizaje automático y minería de datos. Computación evolutiva. Visión artificial. Sistemas de vigilancia. Control de tráfico aéreo y marítimo. Vehículos no tripulados. Inferencia en sistemas dinámicos.
Human Language and accessibility technologies	Paloma Martínez Fernández, Belen Ruiz Mezcua	Procesamiento del lenguaje natural. Aprendizaje profundo aplicado al procesamiento del lenguaje natural. Procesado de voz y reconocimiento. Simplificación de textos. Tecnologías de la información, comunicación y accesibilidad.
Knowlegde reusing	Juan B. Llorens Morillo	Representación, recuperación y reutilización del conocimiento. Nuevos métodos de innovación tecnológica. Organización de procesos para reutilización. Gestion de procesos y proyectos.
Laboratorio de control, aprendizaje y optimización de sistemas	Maria Araceli Sanchís de Miguel	Inteligencia artificial. Aprendizaje automático. Control predictivo. Optimización. Redes neuronales. Computación evolutiva. Modelado con agentes. Reconocimiento de patrones.

Planificación y aprendizaje	Fernando Fernández Rebollo	Inteligencia artificial. Aprendizaje automático. Planificación de tareas. Resolución de problemas. Optimización heurística.
Sistemas interactivos	María Paloma Díaz Pérez	Hipertexto, multimedia e hipermedia. Computación ubicua. Entornos educativos y aprendizaje. Acceso basado en roles. Ingeniería de la web y de la hipermedia.
Softlab	Angel García Crespo	Biometría. Procesamiento del lenguaje natural. Tecnologías de bases de datos. Integración de aplicaciones.

Grupos de los distintos institutos del CSIC a los que pertenecen los investigadores que participan en el título

Principales líneas de investigación

Nombre del grupo de investigación	Responsable	Líneas de investigación
QUINFOG/Instituto de Física Fundamental (Madrid)	Juan José García Ripoll	Óptica cuántica, computación cuántica, simulación cuántica, nanofotónica
Grupo Teoría de la Materia Condensada/Instituto de Estructura de la Materia (Madrid)	Rafael Alejandro Molina Fernández	Grafeno, Materiales topológicos, Sistemas fuertemente correlacionados.
Tecnologías cuánticas/Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (Zaragoza)	David Zueco Lainez	Óptica cuántica con circuitos superconductores, computación cuántica con sistemas híbridos, teoría de sistemas cuánticos de muchos cuerpos, inteligencia artificial cuántica
Theory of Quantum Materials and Solid State Technologies/Instituto Ciencia de Materiales (Madrid)	Ramón Aguado Sola	Electrones fuertemente correlacionados, superconductividad, propiedades topológicas de materiales y dispositivos, qubits de estado sólido, materiales 2d

La experiencia docente e investigadora, cuantificada por el número de trienios, quinquenios de docencia y sexenios de investigación, de los miembros de los departamentos de la UC3M implicados en este título, así como la de los profesores externos pertenecientes a institutos del CSIC se muestran en las siguientes tablas:

Departamento de Física

PROFESORADO POR CATEGORÍAS	VINCULACIÓN*	Nº PROFESORES	TRINIENOS	QUINQUENIOS	SEXENIOS
Catedráticos	P	5	57	27	26
Titulares	P	15	124	59	50
Asociados	NP	12	9	0	0
Visitantes	NP	5	12	0	0
Ayudante doctor	NP	2	0	0	0
Otros	NP	12	9	0	0
TOTAL		51	211	86	76

* permanente / no permanente

Departamento de Tecnología Electrónica

PROFESORADO POR CATEGORÍAS	VINCULACIÓN*	Nº PROFESORES	TRINIENOS	QUINQUENIOS	SEXENIOS
Catedráticos	P	10	91	51	39
Titulares	P	18	117	56	38
Asociados	NP	29	20	0	0
Visitantes	NP	4	12	0	0
Ayudante doctor	NP	3	2	0	0
Otros	NP	16	5	0	0
TOTAL		80	247	107	77

* permanente / no permanente

Departamento de Teoría de la Señal y Telecomunicaciones

PROFESORADO POR CATEGORÍAS	VINCULACIÓN*	Nº PROFESORES	TRINIENOS	QUINQUENIOS	SEXENIOS
Catedráticos	P	8	65	36	28

Titulares	P	23	142	69	55
Asociados	NP	20	21	0	0
Visitantes	NP	5	18	0	0
Ayudante doctor	NP	2	3	0	0
Otros	NP	25	5	0	0
TOTAL		83	254	105	83

* permanente / no permanente

Departamento de Ingeniería Telemática

PROFESORADO POR CATEGORÍAS	VINCULACIÓN*	Nº PROFESORES	TRIENIOS	QUINQUENIOS	SEXENIOS
Catedráticos	P	6	51	28	23
Titulares	P	22	141	77	54
Asociados	NP	38	43	0	0
Visitantes	NP	5	15	3	2
Ayudante doctor	NP	11	5	0	0
Otros	NP	6	51	28	23
TOTAL		88	306	133	102

* permanente / no permanente

Departamento de Bioingeniería e Ingeniería Aeroespacial

PROFESORADO POR CATEGORÍAS	VINCULACIÓN*	Nº PROFESORES	TRIENIOS	QUINQUENIOS	SEXENIOS
Catedráticos	P	10	86	44	41
Titulares	P	37	199	93	71
Asociados	NP	68	61	0	0
Visitantes	NP	15	34	3	2
Ayudante doctor	NP	2	3	0	0
Otros	NP	62	19	0	0
TOTAL		194	402	140	114

* permanente / no permanente

Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales

PROFESORADO POR CATEGORÍAS	VINCULACIÓN*	Nº PROFESORES	TRIENIOS	QUINQUENIOS	SEXENIOS
Catedráticos	P	14	123	68	59
Titulares	P	33	229	121	86
Asociados	NP	54	55	2	0
Visitantes	NP	9	25	3	2
Ayudante doctor	NP	3	3	0	0
Otros	NP	41	11	0	0
TOTAL		154	446	194	147

* *permanente / no permanente*

Departamento de Matemáticas

PROFESORADO POR CATEGORÍAS	VINCULACIÓN*	Nº PROFESORES	TRIENIOS	QUINQUENIOS	SEXENIOS
Catedráticos	P	13	146	68	61
Titulares	P	20	159	83	62
Asociados	NP	14	5	0	0
Visitantes	NP	5	17	0	0
Ayudante doctor	NP	13	19	8	4
Otros	NP	19	24	17	15
TOTAL		84	370	176	142

* *permanente / no permanente*

Departamento de Informática

PROFESORADO POR CATEGORÍAS	VINCULACIÓN*	Nº PROFESORES	TRIENIOS	QUINQUENIOS	SEXENIOS
Catedráticos	P	17	146	78	59
Titulares	P	34	203	88	58
Asociados	NP	64	69	0	0
Visitantes	NP	16	74	11	7
Ayudante doctor	NP	8	2	6	3
Otros	NP	17	146	78	59

TOTAL		156	640	261	186
--------------	--	-----	-----	-----	-----

* permanente / no permanente

Profesorado externo del CSIC implicado en el título

PROFESORADO POR CATEGORÍAS	VINCULACIÓN*	Nº PROFESORES	TRIENIOS	QUINQUENIOS	SEXENIOS
Investigador Científico	P	2	12	8	7
Científico Titular	P	7	32	19	19
Investigador Distinguido	NP	1	0	0	0
Post-docs	NP	2	0	0	0
TOTAL		12	44	27	26

* permanente / no permanente

6.2 Otros recursos humanos disponibles

En el año 2013 se aprobó en Consejo de Gobierno de 16 de mayo la creación del Centro de Postgrado. Dispone de cuatro áreas temáticas de actuación para la dirección de los másteres universitarios, y un área transversal interdisciplinar de títulos propios y formación continua. Para la organización de dichas áreas de actividad, se han constituido 5 Escuelas de Postgrado, que vienen a dar soporte a la dirección de los estudios de másteres universitarios en las diferentes especialidades y áreas ofertadas por la Universidad:

- Escuela de Postgrado de Derecho
- Escuela de Postgrado de Empresa
- Escuela de Postgrado de Economía y Ciencia Política
- Escuela de Postgrado de Humanidades y Comunicación
- Escuela de Postgrado de Ingeniería y Ciencias Básicas

Además de esta nueva estructura dedicada a la dirección y soporte académico de los estudios de Máster Universitario, el Centro de Postgrado se encuentra conformado a nivel administrativo por 5 unidades de gestión, de las cuales 4 de ellas prestan apoyo y atención directa a las titulaciones de Máster Universitario y por consiguiente, a nuestros alumnos, futuros, actuales y egresados, orgánicamente dependientes de la Vicegerencia de Postgrado y Campus de Madrid-Puerta de Toledo y del Vicerrectorado de Estudios:

- Unidad de Gestión de Postgrado
- Unidad de Postgrado de Getafe
- Unidad de Postgrado de Leganés
- Unidad de Postgrado de Puerta de Toledo

De esta forma, el personal asignado a las unidades del postgrado es el siguiente:

CENTRO DE POSTGRADO

REGIMEN JURIDICO	CATEGORIA	M	H	Total general
FUNCIONARIO	A1	1		1

	A2	2	3	5
	C1	2	1	3
	C2	17	8	25
Total Funcionario		22	12	34
LABORAL	A2	2		2
	B2	3	1	4
	D	9	1	10
	Personal Laboral en Puesto Funcional	2		2
	Personal Laboral Fuera de Convenio		1	1
Total Laboral		16	3	19
TOTAL CENTRO DE POSTGRADO		38	15	53

En la estructura de recursos humanos del Centro de Postgrado y en cuanto a la organización de los másteres universitarios, la Universidad dispone de un Oficina de Postgrado en el Campus de Getafe otra en Leganés, y una tercera en Madrid-Puerta de Toledo, integrada por personal de administración y servicios cuyas funciones giran en torno al apoyo directo a los estudiantes y a la atención presencial, telefónica y por correo electrónico para la resolución de cualquier incidencia específica que surgiera, tanto a futuros estudiantes, como a los ya matriculados en las diferentes titulaciones oficiales.

En este sentido, cada Máster cuenta con un gestor administrativo que presta apoyo directo y atención a los estudiantes, por cualquiera de los canales anteriormente comentados, y cuentan con una dilatada experiencia en la gestión administrativa de másteres universitarios oficiales, así como conocimientos de los principales procesos académicos que afectan a los estudiantes a lo largo de su estancia y vinculación con el Centro de Postgrado.

Adicionalmente, la Unidad de Gestión de Postgrado cuenta con personal de apoyo para todos los procesos académicos y administrativos de Máster Oficial, y centraliza la gestión de estos procesos, facilitando apoyo a los gestores de los másteres en la resolución de incidencias así como atención personalizada a los futuros estudiantes, mediante correo electrónico, en procesos como la admisión, pago de la reserva de plaza o la matrícula, que se realizan de manera on-line mediante las aplicaciones de la uc3m.

En conjunto, se ofrece una atención personalizada, bien presencial en las oficinas de postgrado, o por medios electrónicos, mediante la utilización de los formularios de contacto online puestos a disposición de los estudiantes.

En este sentido, un servicio no presencial de primer nivel de información específica sobre másteres universitarios y los procesos asociados a estos estudios, lo suministra el servicio administrativo CASO (Centro de Atención y Soporte), mediante teléfono (91 6246000) o mediante correo electrónico. Este servicio de consulta se encuentra publicitado en todas las páginas web de los másteres, donde puede verse con facilidad el link de información adicional que lleva al formulario de contacto, donde el estudiante puede formular su consulta de manera rápida y ágil. También cuenta con un acceso directo en la cabecera, que permanece estable durante toda la navegación en el site de postgrado.

<http://www.uc3m.es/ss/Satellite/Postgrado/es/TextoMixta/1371209303576/Contacto>

Por otro lado, como complemento a la labor de apoyo realizada por el personal funcionario integrante del Centro de Postgrado, cada titulación cuenta con una comisión académica constituida y nombrada formalmente por el Vicerrectorado de Estudios, cuyas funciones

principales son el seguimiento, análisis, revisión, y evaluación de la calidad de los programas, así como recibir y analizar las necesidades de mejora de la titulación. A sus reuniones asiste personal de administración y servicios implicado en la gestión del máster, como el gestor administrativo y/o responsables de la oficina de Postgrado en la que radique la titulación, así como personal de apoyo de la Unidad de Gestión de Postgrado, que podría también acudir a las reuniones. A tal efecto, cada año se elabora un calendario de trabajo que incluye la realización de un mínimo de dos reuniones de la comisión académica y la elaboración de la memoria de titulación al finalizar el año académico, todo ello en relación con lo establecido por el Sistema de Garantía Interno de Calidad de la Universidad Carlos III de Madrid (SGIC).

Por último, cabe citar aquellos servicios centrales de la Universidad con una dedicación transversal en su apoyo a los estudiantes universitarios, y que por tanto desarrollan una dedicación parcial al postgrado, como el Centro de Orientación a Estudiantes, el Servicio de Relaciones Internacionales, la Biblioteca o el Servicio de Informática.

En las titulaciones del área de Ciencias e Ingeniería, debe destacarse la dedicación del personal de laboratorios.

A título informativo, se indica en la siguiente tabla el nº de personas integrantes de los servicios mencionados, por desarrollar una parte de sus competencias y atención en el área de postgrado:

	Nº personas
BIBLIOTECA	80
SERVICIO DE INFORMÁTICA	64
CENTRO DE ORIENTACIÓN A ESTUDIANTES	30
SERVICIO REL. INTERNACIONALES	20
TÉCNICOS DE LABORATORIOS	37
OFICINA TÉCNICA	8

Mecanismos para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad

La Universidad Carlos III de Madrid cumple rigurosamente el marco normativo europeo y español sobre igualdad y no discriminación en materia de contratación, acceso al empleo público y provisión de puestos de trabajo, y en particular, de lo previsto en:

-La Ley Orgánica de Universidades 6/2001, de 21 de diciembre, en su redacción modificada por la Ley Orgánica 4/2007 de 12 de abril, que contempla específicamente estos aspectos en:

- El artículo 48.3 respecto al régimen de contratación del profesorado, que debe realizarse conforme a los principios de igualdad, mérito y capacidad.
- El artículo 41.4, respecto de la investigación; esto es que los equipos de investigación deben procurar una carrera profesional equilibrada tanto a hombres como a mujeres. En cumplimiento de esta previsión, el Consejo de Gobierno ha aprobado unas Medidas de apoyo a la investigación para la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en la Universidad Carlos III de Madrid, en la sesión del 12 de julio de 2007.
- Disposición Adicional 24ª, en relación con los principios de igualdad y la no discriminación a las personas con discapacidad.
- El Estatuto Básico del Empleado Público.
- La Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad de mujeres y hombres
- La Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.
- El Convenio Colectivo de Personal Docente e Investigador contratado de las Universidades Públicas de la Comunidad de Madrid (artículo 16.2)
- Los Estatutos de la Universidad Carlos III de Madrid (artículo 102.2), que recogen finalmente, el principio de igualdad en materia de contratación de profesorado universitario.

A tal efecto, la Universidad cuenta con un servicio de atención y apoyo a las personas con discapacidad, y en la página web puede encontrarse toda la información relacionada:

http://www.uc3m.es/ss/Satellite/ApoyoEstudiante/es/TextoMixta/1371215920222/Discapacidad_y_NEE

7. Recursos Materiales y Servicios

Desde su creación, la Universidad Carlos III de Madrid ha impulsado la mejora continua de las infraestructuras necesarias para la docencia y la investigación. En particular, en el ámbito de los servicios de apoyo a las actividades de aprendizaje de los estudiantes, cabe destacar el papel desempeñado por Biblioteca e Informática.

La Universidad ha mejorado las aulas docentes, dotándolas en su totalidad de PC y un sistema de video proyección fija, que incluye la posibilidad de realizar esta proyección desde PC, DVD y VHS; y conexión a la red de datos, así como pizarras electrónicas en varias aulas y proyectores digitales de transparencias.

Por otro lado, a través del Vicerrectorado de Infraestructuras y Medio Ambiente, y apoyándose especialmente en los Servicios de Biblioteca e Informática, se ha migrado a una nueva plataforma tecnológica educativa (conocida por el nombre de "Aula Global 2") como mecanismo de apoyo a la docencia presencial, que permite las siguientes funcionalidades:

- Acceder a los listados del grupo.
- Comunicarse con los alumnos tanto personal como colectivamente.
- Colocar todo tipo de recursos docentes para que sean utilizados por los alumnos.
- Organizar foros de discusión.
- Proponer cuestionarios de autoevaluación a los estudiantes.
- Recoger las prácticas planteadas.

El uso de la anterior plataforma de apoyo docente (Aula Global) a lo largo de los últimos 6 años ha sido muy intenso, tanto por profesores como por alumnos, constituyendo un sólido cimiento del desarrollo de la formación a distancia que esta universidad ha comenzado a emprender recientemente. Así, la Universidad Carlos III de Madrid ha seguido apostando en los últimos años por la teleeducación y las nuevas tendencias europeas en el ámbito de TEL (Technology Enhanced Learning) para la educación superior, participando activamente en el proyecto ADA-MADRID, en el que se integran las universidades públicas madrileñas. En muchas de las asignaturas diseñadas específicamente para este espacio de aprendizaje, se han ensayado y empleado diversas tecnologías de interés, tales como H.320 (RDSI), H.323 (Videoconferencia sobre IP), herramientas colaborativas, telefonía IP, grabación de vídeo, etc.

Finalmente, se debe señalar que la Universidad puso en marcha hace unos años una serie de actuaciones para la mejora de la accesibilidad de sus instalaciones y servicios, así como recursos específicos para la atención a las necesidades especiales de personas con discapacidad:

- Edificios y urbanización de los Campus: la Universidad consta de un plan de eliminación de barreras (incorporación de mejoras como puertas automáticas, ascensores, rampas, servicios adaptados, etc.), de otro plan de accesibilidad de polideportivos (vestuarios, gradas, entre otros) construcción de nuevos edificios con criterios de accesibilidad, plazas de aparcamiento reservadas para personas con movilidad reducida, etc.
- Equipamientos: mobiliario adaptado para aulas (mesas regulables en altura, sillas ergonómicas, etc.), mostradores con tramo bajo en servicios de información y cafeterías;

recursos informáticos específicos disponibles en aulas informáticas y bibliotecas (programas de magnificación y lectura de pantalla para discapacidad visual, impresoras braille, programa de reconocimiento de voz, etc.), ayudas técnicas para aulas y bibliotecas (bucle magnético portátil, equipos de FM o Lupas-TV.)

- Residencias de estudiantes: habitaciones adaptadas para personas con movilidad reducida.
- La Web y la Intranet de la UC3M han mejorado considerablemente en relación a la Accesibilidad Web y los criterios Internacionales de diseño web universal, con el objetivo de asegurar una accesibilidad de nivel "AA", según las WCAG (W3C/WAI).
- El Proyecto de elaboración de "Plan de Accesibilidad Integral", que contempla todos los aspectos de los recursos y la vida universitaria:
 - a) Edificios y urbanización de los Campus: mejoras de accesibilidad física, accesibilidad en la comunicación y señalización (señalizaciones táctiles, facilitadores de orientación, sistemas de aviso, facilitadores audición...)
 - b) Acceso externo a los Campus: actuaciones coordinadas con entidades locales en urbanización (aceras o semáforos...) y transporte público.
 - c) Equipamientos: renovación y adquisiciones con criterios de diseño para todos, equipamientos adaptados y cláusulas específicas en contratos.
 - d) Residencias de Estudiantes: accesibilidad de espacios y equipamientos comunes, mejoras en las habitaciones adaptadas.
 - e) Sistemas y recursos de comunicación, información y gestión de servicios: mejoras en Web e Intranet, procedimientos, formularios, folletos, guías, mostradores, tabloneros informativos...
 - f) Recursos para la docencia y el aprendizaje: materiales didácticos accesibles, adaptación de materiales y recursos para el aprendizaje, ayudas técnicas y apoyo humano especializado
 - g) Planes de emergencia y evacuación.
 - h) Sensibilización y conocimiento de la discapacidad en la comunidad universitaria.

A continuación, se aporta una serie de datos e indicadores actualizados sobre las infraestructuras generales con las que cuenta la universidad Carlos III de Madrid para el desarrollo de sus actividades docentes y extra-académicas:

INFRAESTRUCTURAS DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID*

INDICADOR	DATOS	DEFINICIÓN
AULAS INFORMÁTICAS TOTALES	43	Nº de aulas informáticas en los campus
AULAS INFORMÁTICAS GETAFE	14	Nº de aulas informáticas en el campus de Getafe

AULAS INFORMÁTICAS LEGANÉS	19	Nº de aulas informáticas en el campus de Leganés
AULAS INFORMÁTICAS COLMENAREJO	6	Nº de aulas informáticas en el campus de Colmenarejo
AULAS INFORMÁTICAS CAMPUS MADRID-PUERTA DE TOLEDO	4	Nº de aulas informáticas en el campus Madrid-Puerta de Toledo
PUESTOS DE TRABAJO EN AULAS INF.	1.021	Nº de puestos de trabajo para estudiantes en aulas informáticas
PUESTOS DE TRABAJO EN AULAS INF. CAMPUS DE GETAFE	329	Nº de puestos de trabajo para estudiantes en aulas informáticas del campus de Getafe
PUESTOS DE TRABAJO EN AULAS INF. CAMPUS DE LEGANÉS	424	Nº de puestos de trabajo para estudiantes en aulas informáticas del campus de Leganés
PUESTOS DE TRABAJO EN AULAS INF. CAMPUS DE COLMENAREJO	147	Nº de puestos de trabajo para estudiantes en aulas informáticas del campus de Colmenarejo
PUESTOS DE TRABAJO EN AULAS INF. CAMPUS DE MADRID-PUERTA DE TOLEDO	121	Nº de puestos de trabajo para estudiantes en aulas informáticas del campus Madrid-Puerta de Toledo
AULAS DE DOCENCIA TOTALES	274	Nº de aulas de Docencia en la Universidad
AULAS DE DOCENCIA GETAFE	140	Nº de aulas de Docencia en el Campus de Getafe
AULAS DE DOCENCIA LEGANÉS	80	Nº de aulas de Docencia en el Campus de Leganés
AULAS DE DOCENCIA COLMENAREJO	27	Nº de aulas de Docencia en el Campus de Colmenarejo
AULAS DE DOCENCIA MADRID-PUERTA DE TOLEDO	27	Nº de aulas de Docencia en el Campus Madrid-Puerta de Toledo
LABORATORIOS DE DOCENCIA	112	Nº de Laboratorios de la Universidad dedicados 100% a la Docencia
LABORATORIOS DE DOCENCIA EN EL CAMPUS DE GETAFE	38	Nº de Laboratorios en el Campus de Getafe dedicados 100% a la Docencia
LABORATORIOS DE DOCENCIA EN EL CAMPUS DE LEGANÉS	72	Nº de Laboratorios en el Campus de Leganés dedicados 100% a la Docencia
LABORATORIOS DE DOCENCIA EN EL CAMPUS DE COLMENAREJO	2	Nº de Laboratorios en el Campus de Colmenarejo dedicados 100% a la Docencia
LABORATORIOS MIXTOS PARA DOCENCIA E INVESTIGACIÓN	109	Nº de Laboratorios mixtos de la Universidad dedicados a la docencia y la investigación.
LABORATORIOS MIXTOS PARA DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN EL CAMPUS DE GETAFE	0	Nº de Laboratorios mixtos en el Campus de Getafe dedicados a la docencia y la investigación.
LABORATORIOS MIXTOS PARA DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN EL CAMPUS DE LEGANÉS	108	Nº de Laboratorios mixtos en el Campus de Leganés dedicados a la docencia y la investigación.
LABORATORIOS MIXTOS PARA DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN EL CAMPUS DE COLMENAREJO	1	Nº de Laboratorios mixtos en el Campus de Colmenarejo dedicados a la docencia y la investigación.
Nº de BIBLIOTECAS Y C.D.E.	5	Nº de bibliotecas y centros de documentación europea en los campus
Nº de PUESTOS ESTUDIO/TRABAJO	2887	Nº total de puestos estudio/trabajo en las bibliotecas
RATIO PUESTOS DE ESTUDIO/ESTUDIANTE	0,14	Nº de puestos estudio/trabajo dividido por el número de estudiantes de Grado y Postgrado
Nº DE ENTRADAS DE USUARIOS A LAS BIBLIOTECAS	1.668.877	Nº de usuarios que han accedido a la Biblioteca de forma presencial.
Nº DE ACCESOS CATÁLOGO DE LA BIBLIOTECA	1.341.776	Nº accesos al Catálogo de Biblioteca para la búsqueda y localización física de documentos en soporte impreso o

		audiovisual y la búsqueda y descarga de documentos electrónicos, así como la gestión de servicios a distancia.
Libros impresos	546.734	
Libros electrónicos	175.741	
Revistas impresas	4.861	
Revistas electrónicas	67.848	
Documentos audiovisuales	42.577	
LLAMADAS CENTRO DE ATENCIÓN Y SOPORTE (CASO)	20.658	Nº de llamadas recibidas en el Centro de Atención y Soporte (CASO) .
LLAMADAS AL TELÉFONO DE EMERGENCIAS (9999)	198	Nº de llamadas recibidas en el teléfono de emergencias (9999).
LLAMADAS RECIBIDAS DE ATENCIÓN A ESTUDIANTES Y FUTUROS ESTUDIANTES	75.673	Nº de llamadas recibidas de atención a estudiantes y futuros estudiantes.
Nº de INCIDENCIAS	75.464	Nº de incidencias recogidas a través de la herramienta HIDRA relacionadas con problemas informáticos, petición de traslados, temas de telefonía, cuestiones de mantenimiento, etc..

**Datos a 31 de diciembre de 2019 incluidos en la Memoria Económica y de Gestión 2019, aprobada por Consejo de Gobierno en sesión de fecha 15-06-2020 y por el Consejo Social en fecha 22-06-2020*

SERVICIOS ADICIONALES DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID*

INDICADOR	DATOS	DEFINICIÓN
AUDITORIOS	3	Nº de auditorios
RESIDENCIAS Y ALOJAMIENTOS	3	Nº de colegios mayores en los campus
CENTROS DEPORTIVOS	2	Nº de centros deportivos en los campus
CENTROS DE INFORMACIÓN JUVENIL	3	Nº de centros de información juvenil de la CAM en los campus
SERVICIO DE ORIENTACIÓN Y EMPLEO	4	Nº de centros del Servicio de Orientación y Planificación Profesional en los campus
CAFETERÍAS Y RESTAURANTES	8	Nº de cafeterías en los campus
REPROGRAFÍA	5	Nº de centros de reprografía en los campus
BANCOS	7	Nº de servicios bancarios en los campus (oficina y/o cajero automático)
AGENCIA DE VIAJES	2	Nº de agencias de viajes en los campus
CENTROS DE SALUD LABORAL	2	Nº de centros de salud laboral
TIENDA-LIBRERÍA	4	Nº de tiendas-librerías en los campus

**Datos a 31 de diciembre de 2019 incluidos en la Memoria Económica y de Gestión 2019, aprobada por Consejo de Gobierno en sesión de fecha 15-06-2020 y por el Consejo Social en fecha 22-06-2020*

La UC3M cuenta con modernas instalaciones adaptadas al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior para la docencia y la realización de prácticas. Además, dispone de espacios para trabajos en grupo o individuales, bibliotecas, salas de audiovisuales y aulas de informática.

➤ **Instalaciones para la Docencia y la Investigación**

Bibliotecas: La universidad cuenta con cinco bibliotecas: Maria Moliner y Humanidades, Comunicación y Documentación en Getafe, Rey Pastor en Leganés, Ramón Menéndez Pidal en Colmenarejo y la Biblioteca del Campus Madrid-Puerta de Toledo.

La Biblioteca de la Universidad Carlos III de Madrid ofrece a sus usuarios una colección de más de 500.000 libros impresos, 114.000 libros electrónicos, 4.800 revistas en papel, y el acceso a cerca de 23.000 revistas electrónicas y a más de 100 bases de datos. Su horario se amplía en período de exámenes y es ininterrumpido de 9 a 21 horas.

Para información adicional sobre estas instalaciones, [pinchar aquí](#)

Laboratorios y Talleres: La universidad dispone de laboratorios y talleres de prácticas en la Escuela Politécnica Superior. Estos laboratorios cuentan con los equipos más avanzados y la última tecnología para permitir que estudiantes e investigadores lleven a cabo sus prácticas y experimentos de la forma más completa posible.

Se cuenta además con una **Oficina Técnica**, que tiene por misión dar apoyo técnico a los diferentes departamentos de la Universidad en lo concerniente al funcionamiento de sus laboratorios de docencia e investigación. Para ello se realizan las tareas siguientes:

- Gestión del personal técnico necesario: por medio de 3 ingenieros superiores y 35 técnicos de laboratorio (6 grupos B y 29 grupo C), que están adscritos orgánicamente a Laboratorios, pero sus funciones las desarrollan en los diferentes departamentos a los que están asignados. También se ocupa de la gestión de las becas que requieren los laboratorios en su conjunto.
- Fabricación de piezas y circuitos impresos en los talleres de prototipos. Se dispone de dos: uno electrónico donde se fabrican circuitos impresos y otro mecánico, que es un taller general donde se mecanizan las piezas y se ensamblan los conjuntos mecánicos requeridos.
- Apoyo a Infraestructura de laboratorios, incluyendo mejoras en la seguridad de máquinas e instalaciones, gestión de residuos químicos y gases industriales y traslado y reparación de equipos.
- Asesoría Técnica de proyectos docentes o de investigación, ya sea en el plano estrictamente técnico (diseño y/o desarrollo de bloques del proyecto), como en el logístico (gestión de compras y subcontratas).
- Gestión de compras de las necesidades de los laboratorios.

Plató: Con el fin de que la experiencia de los estudiantes de Comunicación Audiovisual y Periodismo sea lo más completa posible, la universidad dispone de plató de televisión, salas de postproducción y estudios de radio. En ellos podrán tomar su primer contacto con el ambiente de trabajo de los medios de comunicación.

Sala de Juicios: Situada en el Campus de Getafe, en ella los alumnos de Derecho podrán realizar prácticas en un entorno muy similar al que encontrarán en su vida laboral posterior.

Salas Audiovisuales: La Biblioteca de Humanidades, Comunicación y Documentación dispone de una sala de visionado de documentos audiovisuales para grupos. Además, las bibliotecas de los Campus de Leganés y Colmenarejo cuentan con cabinas individuales de visionado.

Laboratorio de idiomas: un servicio con el que los estudiantes podrán afianzar a su ritmo el manejo y conocimiento del inglés, francés y alemán con horarios flexibles que se adaptarán a su ritmo de estudio. El laboratorio además oferta cursos de español pensados para los alumnos extranjeros que quieran mejorar sus conocimientos de castellano.

Espacios de Teledocencia: La UC3M cuenta con aulas específicas para la teledocencia que permiten realizar videoconferencias con distintas tecnologías, y la grabación y emisión de clases vía internet. También dispone de aulas informáticas con equipamiento audiovisual avanzado para la emisión y grabación de clases por internet y estudios de grabación para la generación de contenidos en un formato de alta calidad.

- [Salas de teledocencia](#)
- [Estudios de grabación](#)

➤ **Instalaciones para la Cultura y el Deporte**

Auditorio: El Auditorio de la Universidad Carlos III de Madrid está situado en el Campus de Leganés. Es uno de los espacios escénicos de grandes dimensiones, con un aforo de 1.052 butacas y un amplio escenario dotado de foso escénico. Dispone de modernas instalaciones adecuadas para la realización de todo tipo de actividades escénicas, música, teatro y danza, de pequeño y gran formato, así como para la celebración de todo tipo de eventos.

Además de esta gran sala, se dispone de otra más pequeña, el Aula de Grados, de 176 butacas, ideal para actividades como conferencias, ruedas de prensa, o proyecciones artísticas, dotada de los medios tecnológicos más punteros para reuniones y jornadas empresariales.

Para información adicional sobre estas instalaciones, [pinchar aquí](#)

Centros Deportivos: La universidad dispone de dos polideportivos en los que se pueden encontrar pistas deportivas al aire libre, canchas de tenis y squash, piscina climatizada cubierta, salas de musculación, saunas, campo de voley-playa, búlder de escalada, sala multifunción y rocódromo. Además, los polideportivos acogen todos los años competiciones de nuestros distintos equipos deportivos así como diversos eventos.

- [Centros deportivos](#)
- [Actividades y Deportes](#)

- **Para el Trabajo Individual y en Grupo**

Aulas Informáticas: Un total de 45 aulas informáticas con 1.098 equipos repartidos entre los cuatro campus te garantizaran un acceso inmediato a los equipos informáticos para desarrollar

tus labores académicas. Desde ellas, además de tener acceso a Internet, podrás solicitar la impresión de documentos.

- [Servicio de informática y comunicaciones](#)

Salas de Trabajo: Hay salas para trabajo en grupos reducidos en las bibliotecas de Colmenarejo, de la Escuela Politécnica Superior de Leganés y de la Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas de Getafe. En la Escuela Politécnica Superior de Leganés hay también cabinas para uso individual.

Salas Virtuales: Estas instalaciones pretenden facilitar la comunicación a distancia entre los miembros de la comunidad universitaria, mediante reuniones virtuales a través de videoconferencia, entre una o varias personas.

➤ Residencias

Nuestros tres colegios mayores tienen más de mil plazas disponibles: [Fernando de los Ríos](#) y [Gregorio Peces Barba](#) en Getafe y [Fernando Abril Martorell](#) en Leganés. Todos ellos pretenden convertirse en el hogar de alumnos y profesores durante sus años de universidad y promueven actividades culturales, foros y encuentros que contribuirán al desarrollo personal de los residentes.

[El nuevo Colegio Mayor Gregorio Peces-Barba](#) se inauguró el pasado 1 de septiembre de 2013. Dispone de 318 plazas en total, distribuidas en 306 habitaciones individuales (9 de ellas para residentes con movilidad reducida) y 12 apartamentos (uno de ellos para residentes con movilidad reducida).

Por otro lado, en el nivel académico de Máster Universitario, la organización docente es dirigida por el **Centro de Postgrado**, que tiene como misión la dirección, organización, coordinación y difusión de los estudios de máster universitario, además de los títulos propios y de la formación continua.

Se estructura en Escuelas o áreas temáticas de actuación para la dirección de los másteres universitarios

(<http://www.uc3m.es/ss/Satellite/Postgrado/es/PortadaMiniSite/1371208861064/>):

- Escuela de Postgrado de Derecho
- Escuela de Postgrado de Empresa
- Escuela de Postgrado de Economía y Ciencia Política
- Escuela de Postgrado de Humanidades y Comunicación
- Escuela de Postgrado de Ingeniería y Ciencias Básicas

El **Centro de Postgrado está dirigido** por la Vicerrectora de Estudios y cuenta con un Consejo de Dirección compuesto por su directora, los directores de las Escuelas y áreas de postgrado y el vicerrector de postgrado, desarrollando sus actividades en los [Campus de Madrid-Puerta de Toledo](#), [Getafe](#) y [Leganés](#).

Información Específica del título propuesto:

En lo que se refiere a los laboratorios docentes que se utilizarán en las asignaturas contenidas en el programa propuesto, se cuenta para ello de varias infraestructuras:

Primero, se cuenta en la UC3M con un laboratorio específico de Tecnologías Cuánticas situado en los sótanos del Edificio Torres Quevedo del Campus de Leganés y que está nominalmente bajo la responsabilidad del Departamento de Física. El laboratorio tiene capacidad para 26 estudiantes, y fue creado, acondicionado y dotado de prácticas y material docente para dar servicio a las necesidades de laboratorio del grado en Ingeniería física desde su implantación en el curso 2019/20. Este laboratorio será también el lugar principal de realización de prácticas para los estudiantes del Máster en Tecnologías Cuánticas.

Se trata de un laboratorio multidisciplinar al que tienen acceso los distintos departamentos con responsabilidades docentes en estos programas, y en el que se podrá compartir tanto espacio como el material necesario. Actualmente sólo es utilizado por el Grado en Ingeniería Física.

Su disponibilidad durante el curso académico es de unas 1.400 horas totales (10 horas al día, 5 días a la semana durante las 14 semanas de las que consta cada cuatrimestre en la UC3M). Dado que el tamaño de la cohorte anual del Grado de Ingeniería Física es de entre 40-60 alumnos, y que actualmente se imparten en el laboratorio de Tecnologías Cuánticas todas las sesiones de laboratorio (de ocho horas totales de duración) correspondientes a diez asignaturas de diferentes cursos de dicho título, la ocupación de unas 240 horas. Hay por tanto franjas horarias más que suficientes para acomodar las sesiones de laboratorio para los alumnos de este máster, incluso cuando haya que doblar grupos.

La estimación del número de horas de laboratorio necesitadas por el máster propuesto, asumiendo dos grupos de laboratorio por cohorte, sería de unas 128 horas por curso para las 8 asignaturas de 3 ECTS y 4 de 6 ECTS obligatorias que tienen laboratorio, más un número significativamente menor (del orden de 20 por curso) que pudiera estar asociado a las optativas que se oferten cada año, lo que daría un total de entre 150 y 160 horas, dependiendo de la optatividad.

Teniendo estos datos presentes, podemos decir que el porcentaje actual de uso de este laboratorio principal es de un 17% y que el máster propuesto requeriría su uso en un 12%, por lo que no habría problemas de capacidad.

Será en el laboratorio de Tecnologías Cuánticas donde se instalará el hardware necesario para las asignaturas como Comunicaciones Cuánticas Sensores y Metrología Cuántica ó Criptografía Cuántica, entre otras. Respecto al software específico que se utilizará en el máster se ha optado por Qiskit, el software más popular para computación cuántica, Labview, para el que la universidad tiene una licencia de campus general, y Python, software libre de uso general.

Segundo, se tiene acceso a todos los laboratorios docentes y de investigación de los siguientes departamentos: Tecnología Electrónica (asignaturas de Óptica Electromagnética y Fotónica- uso de láseres, detectores, interferometría-, Sensores y sistemas clásicos de instrumentación – integración de sistemas de medida y control de instrumentación usando labview y Python-y Sensores Cuánticos -magnetometría usando centros de NV) , Teoría de la Señal (asignaturas de información y comunicaciones pre-cuánticas), Ingeniería Telemática (asignatura de Sistemas Seguros de Redes de Comunicaciones) e Ingeniería y Ciencia de Materiales (optativas asociadas

a Materiales cuánticos y dispositivos -microscopios electrónicos, equipos de crecimiento de muestras, etc.-). Algunos de estos laboratorios utilizados son docentes y, por tanto, necesariamente compartidos con el resto de titulaciones de grado y master de la universidad en las que participan todos estos departamentos. Sin embargo, dado el pequeño tamaño de la cohorte asociada a este título (25-30 alumnos) y el hecho de que la gran mayoría de la carga de laboratorio del master se realizará en el laboratorio de Tecnologías cuánticas, el uso de estos laboratorios será mínimo. Finalmente, aunque algunas de las prácticas pudieran realizarse en laboratorios de investigación de los departamentos, el acceso fundamental a éstos estará asociado a los alumnos en realización de TFMs concretos bajo control de un tutor del departamento correspondiente.

En lo que se refiere a las actividades docentes, de realización de prácticas y/o dirección de TFMs realizadas por miembros del CSIC en instalaciones de la universidad, o en laboratorios propios situados en alguno de los centros del CSIC que participan en este programa, se regirán por el marco general dado por el convenio firmado entre la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad Carlos III de Madrid para el desarrollo de Programas de Master Universitario, Prácticas Académicas Externas y Trabajos Fin de Master. Las necesidades específicas del máster se regirán por una adenda a dicho convenio, actualmente en fase de preparación, y que estará listo antes de que tuviese lugar la posible implantación del título.

Finalmente, en lo que se refiere a la gestión de prácticas externas propuestas en el plan de estudios, de carácter optativo, se informa de la existencia de contactos y de principios de acuerdo de colaboración con varias instituciones y empresas susceptibles de acoger específicamente a estudiantes del título, con contenidos y niveles especialmente adecuados para el mismo. Sin ser una lista exclusiva, podemos mencionar a empresas de la talla de Telefónica o IBM, y a centros de investigación como el INTA o el Centro Nacional de Metrología. La formalización de todos estos acuerdos y la búsqueda y consecución de otros de calidad similar será una de las prioridades del director del título y su equipo para los meses venideros. La UC3M tiene, además, acuerdos firmados para realización de prácticas de empresa con múltiples empresas en las áreas de comunicaciones, ciberseguridad, microelectrónica, consultoría y banca. Dichos acuerdos no están centrados únicamente en alumnos de este máster ni tampoco en las áreas de tecnologías cuánticas, pero podrían dar sin duda cabida a prácticas adecuadas para alumnos de este máster, puesto que muchas de estas tienen interés en el sector de las nuevas tecnologías. Se encuentran en esta situación, por ejemplo, empresas como:

- Accenture SL
- Amazon EU SARL
- Arquimea Group
- Decide Soluciones
- Deloitte Consulting
- DXC Technology
- Ericsson España
- Everis Spain
- Fundación IMDEA Networks
- GMS
- Indra Sistemas, SA
- Indra Soluciones Sistemas de Información, SLU
- Ingelligence Partner, SL
- Ionide Telematics, SL

- Keifi Soluciones Tecnológicas, SL
- Microsoft Iberica, SRL
- NTT Data, Spain
- Nubalia Cloud Computing SL
- Open Sistemas de Información Internet SL
- Optimissa, Servicios Profesionales, SL
- Orange Espagne, SAU
- Real Energy Systems SLU
- Red Points Solutions, SL
- Sistemas Avanzados de Tecnología (SATEC)
- Tecnológica Ecosistemas, SAU
- UST Global España, SAU
- Vipera Iberica, SL

Anexo I: CONVENIO ENTRE LA AGENCIA ESTATAL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, M.P. Y LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID PARA EL DESARROLLO DE PROGRAMAS DE MÁSTER UNIVERSITARIO, PRÁCTICAS ACADÉMICAS EXTERNAS Y TRABAJOS FIN DE MASTER. FIRMADO EL 22 DE JULIO DE 2021.

8. Resultados Previstos

8.1 Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación.

La Universidad ha fijado unos objetivos de mejora de estas tasas comunes en todas las titulaciones, por considerar que este objetivo común permite incrementar el nivel de compromiso de los profesores, de los responsables académicos de la titulación, de los Departamentos y de los Centros, así como de la comunidad universitaria en su conjunto, ya que además han sido aprobadas por el Consejo de Gobierno de la Universidad Carlos III de Madrid en su sesión de 7 de febrero de 2008 junto con otra serie de medidas de acompañamiento para la implantación de los nuevos planes de estudio.

	Tasa de graduación	Tasa de Abandono	Tasa de eficiencia
PROPUESTA DE RESULTADOS	75%	25%	75%

Para determinar estos indicadores la Universidad, aun siendo consciente de que existen diferencias entre unas titulaciones y otras, ha preferido fijar unas tasas comunes para los títulos de naturaleza similar adscritos al Centro de Postgrado, entendiendo por naturaleza similar las siguientes circunstancias: el ámbito de conocimiento, el carácter investigador o profesionalizante del título, y los perfiles de ingreso al máster. De esta forma, se han considerado las tasas de graduación, eficiencia y abandono obtenidas en las 3 últimas cohortes en los programas de

Ciencia e Ingeniería de Materiales, Ciencia y Tecnología Informática, Ingeniería Industrial e Ingeniería de Telecomunicaciones, para la determinación de esta propuesta de resultados, considerando también que no existen o existen de manera muy limitada, referentes de titulaciones oficiales en el ámbito del máster que se propone.

Justificación de las tasas propuestas:

Aunque, como se ha indicado, las tasas actuales en estos estudios se consideran satisfactorias, los cambios introducidos en los planes de estudio, en el modelo de docencia, con clases en grupos reducidos y mecanismos de evaluación continua, así como las adaptaciones realizadas en la normativa de permanencia y matrícula de la Universidad van a permitir mejorarlas y conseguir los objetivos planteados.

Los nuevos planes han ajustado los contenidos al tiempo de trabajo real de los estudiantes; se han introducido sistemas de evaluación continua en todas las materias y en el último curso o semestre los planes limitan considerablemente la carga lectiva incluyendo el trabajo fin de máster y las prácticas profesionales.

Las normas de permanencia y matrícula, aunque han mantenido la orientación reflejada en los Estatutos de la Universidad Carlos III, respecto del número de convocatorias, se ha flexibilizado la necesidad de aprobar el primer curso completo en un número de años determinado y la limitación de la libre dispensa con objeto de introducir la modalidad matrícula a tiempo parcial, con el fin de cubrir las necesidades de los diferentes tipos de estudiantes, y también para permitir a los estudiantes la matrícula a tiempo completo, evitando la demora en sus estudios, ya que antes no siempre podían matricularse de un curso completo cuando tenían asignaturas pendientes.

La experiencia demuestra que la incorporación a la educación continua, compatibilizando las acciones orientadas a la formación permanente en las empresas, que permitan la adquisición y actualización constante de las competencias profesionales, proporciona oportunidades únicas para facilitar o consolidar contactos locales y regionales, diversificar la financiación y así contribuir mejor al desarrollo regional.

Las herramientas de Bolonia, en particular el Marco Europeo de Cualificaciones para el EEES, permiten una oferta más diversa de programas educativos y facilitan el desarrollo de sistemas de reconocimiento del aprendizaje informal adquirido en ocupaciones anteriores.

8.2.1 Progreso y resultados de aprendizaje

El nuevo modelo de aprendizaje, que resulta del plan de estudios planteado y adaptado a las exigencias del Espacio Europeo de Educación Superior, es un aprendizaje con una rica base de información, pero también de conocimiento práctico, de habilidades, de estrategias y vías de resolución de nuevos problemas, de intercambio y estímulo interpersonal.

Para valorar el progreso y los resultados del buen aprendizaje de los estudiantes de la titulación, así entendido, se cuenta con varios instrumentos.

Por un lado, se cuenta con unas encuestas que se realizan cuatrimestralmente a todos los estudiantes, donde valoran, entre otros aspectos, su propio nivel de preparación previo para

poder seguir la asignatura de forma adecuada. En ellas también valoran la utilidad de la materia y del método empleado para dicho aprendizaje y comprensión.

Junto a éste, otro instrumento para pulsar los resultados del aprendizaje es el informe-cuestionario que realizarán cuatrimestralmente los profesores sobre sus grupos de docencia, donde indicarán su percepción sobre el nivel de los alumnos, y si han participado en las diferentes actividades propuestas en cada materia.

Por otro lado, resultan esenciales las evaluaciones continuadas y directas del profesor de los conocimientos adquiridos por el estudiante durante el periodo docente, y cuyos sistemas se han detallado en el apartado 5º de esta memoria en cada una de las materias que conforman los planes de estudio.

La universidad tiene establecido un sistema de seguimiento de resultados académicos que se analizan anualmente por las Comisiones Académicas de cada título, que proponen medidas de mejora en los casos en que no se alcancen las tasas mínimas establecidas por la Universidad.

En este sentido, al inicio de cada curso académico se elabora un calendario de trabajo para las comisiones académicas que incluye la realización de, al menos, dos reuniones (a la finalización del primer y segundo cuatrimestre) y la elaboración de la Memoria anual de titulación una vez ha finalizado el año.

Para la realización de las mismas, desde el Servicio de Postgrado en colaboración con el Servicio de Calidad, se preparan los borradores de actas que incluyen diferentes datos e indicadores relevantes para el análisis de los distintos procesos principales del título, así como el análisis y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje desde los distintos enfoques y puntos de vista de los grupos de interés. La composición de las comisiones académicas está disponible en la web de cada título, y los calendarios de trabajo así como la documentación generada por las comisiones, quedan publicadas en la intranet de la universidad, en el portal de Calidad.

A las reuniones acuden todos los miembros que forman parte de la comisión académica del título, en representación de dichos grupos de interés, y del análisis efectuado por las mismas, así como de las conclusiones, propuestas de mejora, sugerencias, quejas y comentarios relevantes, se deja constancia mediante la elaboración de un acta que da soporte a los acuerdos y conclusiones tomados en dichas reuniones.

Los principales indicadores y datos que se facilitan hacen referencia al acceso y demanda del máster (oferta de plazas, nº solicitudes en 1ª opción, nº de matriculados de nuevo ingreso o nº de alumnos extranjeros), los resultados de las asignaturas, donde se incluyen las estadísticas sobre los resultados alcanzados por los estudiantes en las distintas asignaturas del plan de estudios, una vez que se han cerrado las actas del primer o segundo cuatrimestre (en función de la reunión que se trate) o al cierre de actas de la convocatoria extraordinaria si se trata de la elaboración de la memoria anual de titulación, para la cual se facilitan, además, las tasas de Graduación, Abandono y Eficiencia de los tres últimos años del título, por cohorte de entrada. También son objeto de análisis los resultados de satisfacción con la docencia recogidos mediante el sistema informático de encuestas docentes, con indicación de las asignaturas con un nivel de satisfacción inferior/superior a la media de la titulación.

Con la información remitida, se pretende aportar y facilitar a la comisión académica, algunos de los elementos de juicio pertinentes para analizar y evaluar aspectos esenciales del proceso de

enseñanza-aprendizaje, en un ámbito en el que están representados todos los grupos de interés, así como dar cumplimiento a lo establecido por el Sistema Interno de Garantía de Calidad.

8.2.2 Resultados de egreso previstos

La UC3M realiza anualmente el **Estudio de Inserción Profesional**, que analiza la inserción en el mercado laboral de los titulados (egresados) durante el primer año tras su graduación, con información sobre inserción laboral, afinidad con los estudios, nivel de responsabilidad, rangos salariales, perfiles de competencias, expectativas profesionales, nivel de satisfacción profesional, satisfacción con los estudios y la Universidad. En general, la encuesta ofrece una perspectiva global de la situación profesional de los titulados de la UC3M al año de graduarse.

La encuesta se desarrolla de forma dual a través del envío de un cuestionario y/o de llamadas telefónicas recordatorias con el fin de obtener la mayor participación posible. Se genera una ficha con el resumen y evolución de los principales indicadores de inserción y satisfacción que se publica en la página web de cada título. Además, un informe detallado se genera para cada título y se pone a disposición de la Comisión Académica de cada programa. Este informe detallado está en el apartado de "datos e indicadores" de la intranet de calidad de la universidad.

La universidad publica todos los años un informe general sobre la inserción laboral.

Recientemente el Consejo Social ha incluido un estudio sobre "Las empresas / organizaciones empleadoras de los egresados y egresadas de la UC3M" (publicado en la página Web de la universidad) que se sustenta en una amplia **encuesta a empleadores**. Este proyecto tendrá carácter trienal.

No existen másteres similares al aquí propuesto en la UC3M, pero pensamos razonable el esperar que los resultados de egreso del mismo no caigan lejos de otros másteres del área de Ingeniería. Como botón de muestra, mencionaremos que los resultados agregados de programa de máster de la UC3M que para el año 2019, para una muestra total de 1782 estudiantes de los que 1023 contestaron la encuesta, encontró que solamente un 5.3% de los egresados no habían encontrado trabajo a pesar de buscarlo, con más de un 77.3% trabajando y un 7.6% realizando doctorados. El acceso preferencial a su primer empleo tras concluir el master tuvo lugar a través de redes sociales y portales de internet (27.8%), prácticas realizadas previamente en la misma empresa (16.6%) y contactos personales (17%). El 58.9% de los encuestados declararon que su trabajo está bastante o muy relacionado con sus estudios de master, un 51.8% que el máster era requerido para acceder a ese trabajo y un 77.9% esta muy satisfecho con el trabajo conseguido.

9. Sistemas de Garantía de Calidad

Enlace:

http://portal.uc3m.es/portal/page/portal/prog_mejora_calidad

10. Calendario de Implantación

10.1 Cronograma de Implantación

Curso de Inicio: 2022

Cronograma:

CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN	
TITULACIÓN	CURSO 2022/23
MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS E INGENIERÍA CUÁNTICAS	1º

La impartición del título está supeditada a la verificación favorable del Consejo de Universidades.

10.2 Procedimiento de Adaptación

No procede

10.3 Enseñanzas que se extinguen

No procede

Convenio entre la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, M.P. y la Universidad Carlos III de Madrid para el desarrollo de programas de máster universitario, prácticas académicas externas y trabajos fin de master

REUNIDOS

De una parte, D^a Rosina López-Alonso Fandiño, en su condición de Vicepresidenta de Organización y Relaciones Institucionales de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, M.P., (CSIC) que interviene en nombre y representación de este organismo en virtud de su nombramiento mediante Acuerdo del Consejo Rector del CSIC, en su reunión de 28 de noviembre de 2019 (BOE de 18 de diciembre de 2019. Res. de la Presidencia del CSIC de 13 de diciembre de 2019, por la que se resuelve convocatoria de libre designación. Además, actúa en ejercicio de la competencia que, en materia de convenios e instrumentos jurídicos análogos, tiene delegada por resolución de la Presidencia del organismo, de 21 de enero de 2021, (BOE de 28 de enero de 2021).

Y de otra, D. JUAN ROMO URROZ, en nombre y representación de la Universidad Carlos III de Madrid, en su calidad de Rector Magnífico de la Universidad Carlos III de Madrid, nombrado por Decreto 14/2019, de 26 de marzo (BOCM 28 de marzo de 2019, N° 74), del Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid, de conformidad con las facultades que tiene atribuidas por el art. 20.1 de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, y el art. 47 de los Estatutos de la Universidad Carlos III aprobados por Decreto 1/2003, de 9 de enero del Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid, modificados por Decreto 95/2009, de 12 de noviembre.

Los intervinientes se reconocen mutuamente la capacidad necesaria para el otorgamiento del presente convenio y, en su virtud,

EXPONEN

1º.- Que la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades (BOE de 24 de diciembre), modificada por la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, en su artículo 37, estructura las enseñanzas oficiales en tres ciclos: Grado, Máster y Doctorado.

2º.- Por otra parte, el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, modificado por el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, dispone en su artículo 10.1 que las enseñanzas de Máster tienen como finalidad la adquisición por el/la estudiante de una formación avanzada, de carácter especializado o multidisciplinar, orientada a la especialización académica o profesional, o bien a promover la iniciación en tareas investigadoras.

El artículo 15 del citado real decreto, prevé que los planes de estudios conducentes a la obtención del Máster universitario contendrán toda la formación teórica y práctica que el/la estudiante deba adquirir: materias

1/16

CSV : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

FIRMANTE(1) : ROSINA LOPEZ-ALONSO FANDIÑO | FECHA : 16/07/2021 13:47 | Sin acción específica



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

obligatorias, materias optativas, seminarios, prácticas externas, trabajos dirigidos, trabajo de fin de Máster, actividades de evaluación, y otras que resulten necesarias según las características propias de cada título, previéndose que “estas enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa pública de un trabajo de fin de Máster”.

3º.- El Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios, establece dos modalidades de prácticas externas; las curriculares (que se configuran como actividades académicas integrantes del Plan de Estudios de que se trate) y las extracurriculares (aquellas que los estudiantes podrán realizar con carácter voluntario durante su periodo de formación y que, aun teniendo los mismos fines que las prácticas curriculares, no forman parte del correspondiente Plan de Estudios).

El artículo 7 de dicho real decreto prevé que para la realización de las prácticas externas “las universidades o, en su caso, las entidades gestoras de prácticas a ellas vinculadas, suscribirán Convenios de Cooperación Educativa con las entidades colaboradoras, entre las que se incluyen las empresas, instituciones y entidades públicas y privadas en el ámbito nacional e internacional. En dicho artículo se regula el contenido de dichos convenios.

4º.- Que el CSIC, con sede en Madrid, calle de Serrano 117, CP 28006 y NIF Q-2818002-D, de conformidad con el artículo 47 de la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, es un organismo público de investigación (OPI), adscrito al Ministerio de Ciencia e Innovación, a través de la Secretaría General de Investigación, que tiene por objeto el fomento, la coordinación, el desarrollo y la difusión de la investigación científica y tecnológica, de carácter multidisciplinar, con el fin de contribuir al avance del conocimiento y al desarrollo económico, social y cultural, así como a la formación de personal y al asesoramiento a entidades públicas y privadas en estas materias.

El CSIC está constituido como agencia estatal y, en dicha condición, se rige por lo establecido en los artículos 108 bis y 108 -sexies introducidos por la Ley 11/2020, de 30 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para 2021-. de la Ley 40/2015, de 1 de octubre de 2015, de Régimen Jurídico del Sector Público. Además, se rige por las disposiciones de su Estatuto aprobado por Real Decreto 1730/2007, de 21 de diciembre, (modificado por el Real Decreto 202/2021, de 30 de marzo, BOE número 77 de 31 de marzo de 2021), que en su artículo 5, recoge entre sus funciones, formar personal científico, técnico y de gestión de la ciencia y la tecnología, así como colaborar con las universidades en la investigación científica y tecnológica y en las enseñanzas especializadas y de postgrado, dentro de las que se encuadra el objeto del presente convenio.

El CSIC se estructura en institutos y centros de investigación, unidades y órganos de dirección y apoyo a la investigación (ICU) con capacidad para acoger a estudiantes universitarios.

La Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, en su artículo 34.1, establece que los agentes públicos de financiación o ejecución del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación, incluidas las Administraciones Públicas, las universidades públicas, los organismos públicos de investigación de la Administración General del Estado, los consorcios y fundaciones participadas por las administraciones públicas, los organismos de investigación de otras administraciones públicas, y los centros e instituciones del

CSV : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

FIRMANTE(1) : ROSINA LOPEZ-ALONSO FANDIÑO | FECHA : 16/07/2021 13:47 | Sin acción específica



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

Sistema Nacional de Salud, podrán suscribir convenios sujetos al derecho administrativo. Podrán celebrar estos convenios los propios agentes públicos entre sí, o con agentes privados que realicen actividades de investigación científica y técnica, nacionales, supranacionales o extranjeros, para la realización conjunta de, entre otras, las siguientes actividades: formación de personal científico y técnico y divulgación científica y tecnológica.

5º.- Que la Universidad Carlos III de Madrid (en adelante, la Universidad), con sede en calle Madrid nº 126, CP 28903 Getafe (Madrid) y con NIF Q 2818029G de acuerdo con sus Estatutos, es una institución de derecho público dotada de personalidad jurídica y patrimonio propios, para la consecución de sus fines y el desarrollo de sus funciones, que goza de autonomía de acuerdo con el artículo 27.10 de la Constitución y la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.

6º.- Que teniendo en cuenta las previsiones legales y reglamentarias arriba expresadas, el CSIC y la Universidad estiman de sumo interés el establecimiento de líneas de cooperación que, a través de sus respectivos recursos humanos y materiales, puedan mejorar la cualificación profesional e investigadora de los/las estudiantes que cursen estudios de Máster en la Universidad, así como la capacidad académica y científica de ambas instituciones, mediante la participación de personal docente e investigador de las mismas.

7º.- Que ambas partes consideran aconsejable promover la cooperación y colaboración en el desarrollo de un programa de prácticas externas para universitarios/as, con la finalidad de prepararles para el ejercicio profesional en áreas científicas relacionadas con su formación universitaria, facilitándoles la inserción en el mercado de trabajo y la mejora de su empleabilidad futura, desarrollándose las mismas conforme a lo establecido en el Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios.

Por todo lo anteriormente expuesto, el CSIC y la Universidad suscriben este convenio, que se regirá por las siguientes

CLÁUSULAS

PRIMERA.- OBJETO DEL CONVENIO

1.- El objeto del presente convenio es establecer la colaboración entre el CSIC y la Universidad Carlos III de Madrid para el desarrollo de programas de Máster y la realización de prácticas académicas externas curriculares y extracurriculares y Trabajos Fin de Máster (TFM) de dichos programas en los Institutos, Centros y unidades del CSIC (en adelante ICU).

En concreto, se prevé desarrollar las siguientes actividades:

- Participación del personal investigador del CSIC en la docencia teórica del Máster.

3/16

CSV : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

FIRMANTE(1) : ROSINA LOPEZ-ALONSO FANDIÑO | FECHA : 16/07/2021 13:47 | Sin acción específica



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

- Realización de prácticas académicas externas, curriculares y extracurriculares, de Máster y la realización del trabajo de investigación completo correspondiente al TFM del alumnado de esta Universidad en los ICU del CSIC.

En el presente convenio se establece el marco general regulador para la realización de las prácticas externas de estudiantes de Máster en los ICU del CSIC, regulando los derechos y obligaciones generales de las partes y de los estudiantes y el procedimiento a seguir para su solicitud; la autorización y concreción del proyecto formativo y el desarrollo de cada práctica se articulará a través de los anexos previstos en este convenio, de conformidad con lo previsto en el artículo 7.2 del Real Decreto 592/2014, de 11 de julio.

La regulación y mención a las “prácticas” o “prácticas externas” contenida en este convenio se entenderá que incluye y es aplicable, en todo aquello que proceda, al Trabajo de Fin de Master (TFM).

Las prácticas externas objeto de este convenio serán, en todo caso, de carácter formativo, no laboral y no remuneradas, por lo que de su realización no se derivarán, en ningún caso, obligaciones propias de una relación laboral, ni su contenido podrá dar lugar a la sustitución de la prestación laboral propia de puestos de trabajo.

- 2.- El objetivo común de ambas instituciones es favorecer la empleabilidad de los futuros titulados de máster, enriqueciendo la formación de los estudiantes de las enseñanzas de máster, introduciéndoles a su vez en las posibilidades de la carrera científica y conectándolos con entornos reales de investigación, lo que les proporcionará, tanto a ellos como a los responsables de la formación, un conocimiento más profundo acerca de las competencias que necesitarán en el futuro.

SEGUNDA.- CONDICIONES GENERALES DE LA PARTICIPACIÓN DE PERSONAL DEL CSIC EN LA DOCENCIA DE MASTER

- 1.- El personal investigador del CSIC, previo acuerdo y solicitud de la Universidad Carlos III de Madrid, y realizados los trámites previstos en la normativa resulte de aplicación en cada momento, podrá colaborar en las enseñanzas de postgrado de la Universidad bajo la supervisión de uno o varios de los/las profesores/as del Máster correspondiente.

- 2.- El personal investigador del CSIC, en virtud del artículo 32 de su Estatuto, deberá ser previamente autorizado para participar en el Máster por la persona titular de la Presidencia de este Organismo, con los límites fijados en la Ley 53/1984, de 26 de diciembre, de Incompatibilidades del Personal al Servicio de las Administraciones Públicas. Esta participación no irá en detrimento de sus obligaciones en el CSIC y no supondrá la creación de vínculos de carácter laboral ni estatutario con la Universidad, sin perjuicio de las autorizaciones de compatibilidad que se les pueda haber concedido.

- 3.- El personal investigador del CSIC, bajo la supervisión académica del órgano universitario responsable del desarrollo del Máster, impartirá los módulos teóricos y prácticos que se determinen en el mismo y podrá impartir cursos y seminarios, así como dirigir trabajos de investigación. Además, si así es acordado por el órgano responsable, podrá asumir la dirección del proyecto de fin de Máster, así como formar parte de las comisiones evaluadoras. Tal situación será posible siempre que se den los requisitos establecidos tanto en la normativa de enseñanzas oficiales de postgrado de la Universidad, como en lo dispuesto en el Real Decreto 1393/2007, de

CSV : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

FIRMANTE(1) : ROSINA LOPEZ-ALONSO FANDIÑO | FECHA : 16/07/2021 13:47 | Sin acción específica



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Este personal deberá cumplir con las exigencias establecidas en la citada Ley 53/1984, de 26 de diciembre, de Incompatibilidades del Personal al Servicio de las Administraciones Públicas.

TERCERA.- CONDICIONES GENERALES DE LAS PRÁCTICAS Y TRABAJOS FIN DE MASTER A REALIZAR EN EL CSIC

1.- Ambas partes se comprometen al cumplimiento de la legislación en materia de Seguridad Social en relación con las prácticas objeto de este convenio conforme a la normativa que se encuentre vigente al formalizarse los Anexos vinculados al mismo; Anexos que han de cumplimentarse para solicitar durante el curso la realización de las prácticas.

En consecuencia, el CSIC asumirá la cotización a la Seguridad Social de los alumnos que realicen las prácticas previstas en este convenio, en los casos, en la forma y por la cuantía que establezca la normativa en vigor en el momento de formalizarse cada Anexo, con cargo a la aplicación presupuestaria 28.301.463A.16000 por un importe máximo anual para el desarrollo de prácticas académicas con cualquier institución universitaria de 620.000,00 €. No obstante, en el caso de que, por darse en un curso un elevado número de peticiones de prácticas, el cumplimiento de dichas obligaciones en materia de Seguridad Social sobrepasara las previsiones presupuestarias anuales destinadas a cubrir esos gastos, la parte obligada a hacer frente a los mismos suspenderá la firma de los Anexos por falta de disponibilidad presupuestaria, lo que supondrá la paralización del inicio de las prácticas de los alumnos hasta en tanto se disponga de nuevo crédito presupuestario adecuado y suficiente.

2.- La relación del alumnado con el CSIC será exclusivamente formativa, sin que de ella se derive vínculo jurídico alguno o relación laboral; tampoco la realización de las prácticas tendrá la consideración de mérito para el acceso a la función pública ni serán computadas a efectos de antigüedad o reconocimiento de servicios previos, sin más compromisos que los estipulados en el presente convenio.

3.- El personal del CSIC que participe en esta tarea tendrá la consideración de colaborador en los programas de cooperación y podrá obtener la documentación de la que pudiera corresponder, de conformidad con su normativa, en el que se recojan los términos del reconocimiento de la misma a su labor realizada. Este personal deberá cumplir las exigencias establecidas en la normativa sobre incompatibilidades aplicables al empleado público.

4.- El personal de la Universidad que participe en el desarrollo de las prácticas deberá guardar confidencialidad en relación con la información interna de los ICU del CSIC, así como secreto profesional sobre sus actividades, durante la realización de las prácticas, y, por un período de tres años, finalizadas éstas.

5.- Ninguna de las cláusulas de este convenio supone la cesión o transmisión de cualesquiera derechos de propiedad intelectual o industrial titularidad del CSIC.

6.- El CSIC no asumirá obligaciones relacionadas con el seguro necesario para la realización de las prácticas y su presencia en las instalaciones, ni con cualquier gasto médico que pueda surgir o con gastos de

5/16

CSV : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

FIRMANTE(1) : ROSINA LOPEZ-ALONSO FANDIÑO | FECHA : 16/07/2021 13:47 | Sin acción específica



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

desplazamiento, alojamiento o manutención, en los que se pueda incurrir en el desarrollo de las prácticas objeto del convenio.

7.- En el supuesto de faltas reiteradas de puntualidad o de asistencia, comportamiento incorrecto o perturbación del servicio por parte del alumnado, el CSIC podrá suspender de forma inmediata y cautelar las prácticas a realizar, poniéndolo en conocimiento de la persona responsable de la Universidad.

8.- La duración de las prácticas externas de cada uno/a de los/las alumnos/as se ajustará a lo previsto en la normativa de aplicación y al plan de estudios correspondiente.

9.- Los horarios de realización de las prácticas se establecerán de acuerdo con las características de las mismas y las disponibilidades del ICU del CSIC. Los horarios, en todo caso, serán compatibles con la actividad académica, formativa y de representación y participación desarrollada por el alumnado en la Universidad, de forma que quede exento de las prácticas del día que tenga que realizar alguna de estas actividades, si bien tendrá que avisarlo previamente y justificarlo a posteriori a la persona que ejerza como tutor/a del CSIC.

10.- Para que el alumnado de la Universidad, al que se refiere el presente convenio, pueda iniciar su actividad formativa en el CSIC, será necesario que esté cubierto por el seguro escolar o, en su defecto por un seguro de accidentes. Igualmente, la UC3M suscribirá un seguro de responsabilidad civil que ampare a su alumnado durante su estancia formativa en el CSIC.

El CSIC quedará exonerado de cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la permanencia y actividad del alumnado de la Universidad en sus dependencias conforme establezcan la normativa de aplicación en cada momento.

11.- La realización del trabajo de investigación completo correspondiente al trabajo de fin de Máster (TFM) se desarrollará de acuerdo a lo establecido en la normativa de la Universidad relativa a las enseñanzas oficiales de postgrado.

El TFM será un trabajo original que el alumnado debe desarrollar de manera personal e individual bajo la dirección de la persona que ejerza la tutoría académica por parte de la Universidad y/o de la persona responsable de los trabajos del proyecto perteneciente al CSIC y que será designada en cada caso por el órgano del Máster de entre el profesorado que interviene en él, o de entre el personal investigador del CSIC.

CUARTA.- DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL ALUMNADO

El alumnado que realice prácticas académicas externas en el CSIC, queda vinculado a efectos académicos a la Universidad. Los derechos y deberes de este alumnado mientras dure la realización de las prácticas académicas externas y/o del TFM en el CSIC serán los siguientes:

1).- Derechos del alumnado

- a) A la tutela, durante el período de duración de la correspondiente práctica, por un/a profesor/a de la Universidad y/o por un/a profesional que preste servicios en el CSIC.
- b) A la evaluación de acuerdo con los criterios establecidos por la Universidad.

CSV : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d
 DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>
 FIRMANTE(1) : ROSINA LOPEZ-ALONSO FANDIÑO | FECHA : 16/07/2021 13:47 | Sin acción específica



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

ID DOCUMENTO: BUJm0w09Jq
 Código seguro de Verificación : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

- c) A la obtención de un informe por parte del CSIC, con mención expresa de la actividad desarrollada, su duración y, en su caso, su rendimiento.
- d) A la propiedad intelectual e industrial en los términos establecidos en la legislación reguladora de la materia.
- e) A recibir, por parte del CSIC, información de los aspectos incluidos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su desarrollo normativo relativos al lugar donde van a desarrollar su actividad, sin perjuicio de las competencias que tenga la Universidad en relación al cumplimiento normativo antes referido y aquellas derivadas de la Coordinación de Actividades Empresariales con el CSIC.
- f) A cumplir con su actividad académica, formativa y de representación y participación, previa comunicación con antelación suficiente al CSIC.
- g) A disponer, en caso de discapacidad, de los recursos necesarios para el acceso a la tutela, a la información, a la evaluación y al propio desempeño de las prácticas en igualdad de condiciones, según lo dispuesto en el texto refundido de la Ley General de Derechos de las personas con discapacidad y su inclusión social, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre.
- h) A conciliar, en caso de discapacidad, la realización de las prácticas con aquellas actividades y situaciones personales derivadas o conectadas con la situación de discapacidad.
- i) Al tratamiento de sus datos de carácter personal de conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales.
- j) A aquellos otros derechos previstos en la normativa vigente.

2).- Deberes del alumnado

- a) Cumplir la normativa vigente relativa a prácticas externas establecida por la Universidad.
- b) Conocer y cumplir el proyecto formativo de las prácticas siguiendo las indicaciones de la persona que ejerza como tutora en el CSIC, bajo la supervisión de la persona que ejerza como tutora académica de la Universidad.
- c) Mantener contacto con la persona que ejerza como tutora académica de la Universidad durante el desarrollo de la práctica y comunicarle cualquier incidencia que pueda surgir, así como hacer entrega de los documentos e informes de seguimiento intermedio y la memoria final que le sean requeridos.
- d) Incorporarse al ICU del CSIC en la fecha acordada, cumplir el horario previsto en el proyecto educativo y respetar las normas de funcionamiento, seguridad y prevención de riesgos laborales.
- e) Desarrollar el proyecto formativo y cumplir con diligencia las actividades acordadas con el ICU del CSIC, conforme a las líneas establecidas en dicho proyecto.
- f) Elaborar la memoria final de prácticas y, en su caso, un informe intermedio.
- g) Guardar confidencialidad en relación con la información interna del ICU del CSIC y guardar secreto profesional sobre sus actividades, durante la realización de sus prácticas, y por un periodo de tres años, finalizadas éstas. En todo caso, si durante la realización de las prácticas y/o TFM surgiera algún resultado susceptible de protección, el/la alumno/a deberá figurar como coautor/a de la invención, sin que ninguna de las cláusulas de

CSV : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

FIRMANTE(1) : ROSINA LOPEZ-ALONSO FANDIÑO | FECHA : 16/07/2021 13:47 | Sin acción específica



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

este convenio suponga la cesión o transmisión de cualquier derecho de propiedad intelectual o industrial titularidad del CSIC.

h) Mostrar, en todo momento, una actitud respetuosa hacia la política del CSIC, salvaguardando el buen nombre de la Universidad a la que pertenece.

i) Cualquier otro deber previsto en la normativa.

QUINTA.- SOLICITUD Y DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS

La petición y realización por estudiantes de la Universidad de prácticas externas, curriculares o extracurriculares, en el CSIC se tramitará siempre a través de los servicios competentes de dicha Universidad, mediante el cumplimiento del siguiente procedimiento:

1º.- La Universidad, a efectos de poder incluir a los ICU del CSIC dentro de su oferta de prácticas externas asociada a alguno de sus títulos, deberá solicitarlo mediante la presentación al CSIC del Anexo I de este convenio, que se incorporarán al mismo, y que será firmado por la persona competente en la Universidad.

Las solicitudes se presentarán en el ICU del CSIC seleccionado por la Universidad para desarrollar las prácticas y serán aprobadas, en su caso, por la dirección de éste mediante su firma en el propio Anexo I de solicitud. En este mismo Anexo, si las partes prevén que las prácticas generarán gasto, anotarán la cuantía del mismo; este gasto, que conforme a lo dispuesto en la cláusula sexta deberá contar con el consentimiento expreso y previo de la Universidad, correrá siempre a cargo de la Universidad que lo abonará al CSIC en el último trimestre de cada año, después de la reunión de la comisión de seguimiento.

La dirección del ICU del CSIC aprobará cada solicitud de prácticas atendiendo a las necesidades del servicio de su ICU y a las posibilidades de acogida y tutoría de las que en ese momento disponga.

2º.- Posteriormente la Universidad, conforme a las condiciones establecidas en el artículo 17 del Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, procederá a difundir y adjudicar entre sus estudiantes las prácticas, teniendo en cuenta los criterios objetivos previamente fijados y garantizando, en todo caso, los principios de transparencia, publicidad, accesibilidad universal e igualdad de oportunidades.

3º.- Una vez adjudicadas las plazas de prácticas, la Universidad presentará en los ICU del CSIC donde previamente se haya aprobado el desarrollo de las mismas la relación del alumnado que las realizará, con un mes de antelación al inicio de éstas. Esta relación se recogerá en el Anexo II de este convenio, y será firmada por la persona responsable de prácticas de la Universidad y por la dirección del ICU del CSIC.

4º.- Los detalles concretos del proyecto formativo de las prácticas se recogerán en el Anexo III de este convenio, y será firmado por las personas que ejerzan como tutoras tanto de la Universidad como del ICU del CSIC donde se vayan a desarrollar las prácticas. Asimismo, será firmado por el/la alumno/a.

5º.- Los ICU del CSIC comunicarán y/o registrarán los anexos previstos en los apartados anteriores, una vez firmados, en los sistemas de la Organización Central del CSIC en la forma que se determine internamente.

CSV : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

FIRMANTE(1) : ROSINA LOPEZ-ALONSO FANDIÑO | FECHA : 16/07/2021 13:47 | Sin acción específica



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

Tendrán la misma consideración y efectos de los anexos incluidos en este convenio, los formularios físicos o electrónicos de la Universidad dirigidos al mismo fin, siempre que cumplan con los requisitos previstos en este convenio, debiendo quedar, en todo caso, a disposición del CSIC.

SEXTA.- OBLIGACIONES DE LAS PARTES

1.- Obligaciones del CSIC

- a) Facilitará al alumnado la realización de sus exámenes y, salvo por causa debidamente justificada y comunicada previamente a la Universidad, no cancelará el proyecto formativo correspondiente.
- b) Designará una persona para ejercer la tutoría que se responsabilizará de la formación del alumnado que realice las prácticas en el CSIC y de la valoración de su estancia, facilitando al responsable de prácticas de la Universidad el informe de aprovechamiento de las prácticas a su finalización.
- c) Al finalizar las prácticas, expedirá un informe por el que se reconozca al alumnado el tiempo de prácticas realizado, así como su contenido.
- d) Nombrará a un representante de entre su personal investigador, cuya función será la de mediar entre las instituciones, para el mejor diálogo y coordinación entre la Universidad y el CSIC.
- e) Llevará a cabo el resto de las actuaciones que le correspondan según lo previsto en el presente convenio.

2.- Obligaciones de la (Universidad)

- a) Tramitará los expedientes de los/las estudiantes, y se encargará de la administración y depósito de los documentos, de la custodia de las actas y de la tramitación, expedición y registro del título oficial del Máster, según las disposiciones legales vigentes.
- b) Designará una persona para ejercer la tutoría académica que se responsabilizará del asesoramiento científico y técnico del estudiante y de resolver cuantas dudas pudieran surgir durante el desarrollo de las prácticas y de supervisar su realización.
- c) Designar, de entre los profesores del Máster, un representante cuya función será la de mediar entre las instituciones, para el mejor diálogo y coordinación entre la Universidad y el CSIC.
- d) Mencionará la colaboración prestada por el CSIC en el programa del Máster, así como en todas aquellas actividades llevadas a cabo con relación al mismo.
- e) Reconocerá al personal del CSIC, una vez finalizado el curso académico y si procede conforme a la normativa de la universidad, el tiempo de docencia impartido, mediante documento acreditativo expedido por el órgano del programa de estudios de máster, en el que se recojan los términos del reconocimiento de la Universidad a su labor realizada.
- f) Se responsabilizará de que tanto el personal que participe en el desarrollo de las prácticas, como el alumnado que realice sus prácticas en el CSIC, conozcan el contenido de este convenio.
- g) Se encargará de que el alumno al iniciar su actividad en el CSIC venga cubierto por una póliza de seguro según se prevé en la cláusula tercera, apartado 10.

9/16

CSV : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

FIRMANTE(1) : ROSINA LOPEZ-ALONSO FANDIÑO | FECHA : 16/07/2021 13:47 | Sin acción específica



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

- h) Llevará a cabo el resto de las actuaciones que le correspondan según lo previsto en el presente convenio.
- i) En el último trimestre de cada año, la comisión de seguimiento podrá reunirse, y si se hubiera generado gasto y así se hubiera acordado por las partes en el Anexo I, en relación con la dotación de la infraestructura y los gastos específicos necesarios para el desarrollo de las prácticas, quedará reflejado en el acta que la comisión de seguimiento realice. La Universidad compensará económicamente al CSIC por el gasto en la cuantía que las partes acordaron en el Anexo I de solicitud de prácticas.

Esta compensación se referirá a gastos adicionales, no incluyendo el coste del personal investigador responsable de las prácticas ni el de las infraestructuras ordinarias que sean necesarias para la realización de las mismas.

La Universidad imputará el gasto al ejercicio presupuestario correspondiente al curso académico en el que se realicen las prácticas.

El acta de la comisión de seguimiento se enviará a las instituciones firmantes en el plazo máximo de 15 días, al objeto de que el CSIC, si procede, emita el correspondiente documento de solicitud de ingreso.

En el acta, que será firmada por los miembros integrantes de la comisión, se recogerán los ICU del CSIC donde se realizaron las prácticas, el alumnado que las realizó, la cuantía acordada y el número de la cuenta corriente en la que se ingresará la transferencia económica por parte de la Universidad.

A esta cantidad no se le aplicará el IVA correspondiente, por no estar la actuación dentro de las contenidas en el artículo 7.8 de la Ley 37/1992, de 28 de diciembre, del Impuesto sobre el Valor Añadido, y asimismo por no generar distorsión en la competencia.

Los gastos cuya cuantía tengan que ser asumidos por la Universidad deberán contar con el consentimiento expreso y previo de la misma, por lo que el anexo I de este convenio de solicitud de prácticas deberá ser firmado por la autoridad competente de la Universidad aprobándolos. No se admitirá el desarrollo de las prácticas que generen gastos en el CSIC y no serán imputados a la Universidad, si este anexo no ha sido firmado por dicho responsable.

3.- Derechos y deberes de los tutores asignados por la Universidad y por el CSIC

Las personas que ejerzan de tutores de las prácticas asignados por el CSIC y las que ejerzan de tutores académicos asignados por la Universidad tendrán los derechos y deberes que se establecen en el Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, en especial en los artículos 11 y 12, que los ejercerán de forma coordinada entre ellos.

SÉPTIMA.- COMISIÓN DE SEGUIMIENTO

A partir de la entrada en vigor del presente convenio, se constituirá una comisión de seguimiento compuesta por dos representantes de cada una de las partes, que serán designados por ellas. Dicha comisión se responsabilizará de resolver las dudas y conflictos que se presenten en la ejecución del convenio, así como de la planificación, seguimiento y evaluación de las acciones derivadas del mismo. Asimismo, desarrollarán las actuaciones que se le asignan en la cláusula novena de este convenio y en la sexta 2.i).

En cuanto al régimen de funcionamiento de esta Comisión se estará a lo dispuesto en el Título Preliminar, capítulo II, sección 3ª de la Ley 40/2015, de 1 de octubre de Régimen Jurídico del Sector Público.

CSV : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

FIRMANTE(1) : ROSINA LOPEZ-ALONSO FANDIÑO | FECHA : 16/07/2021 13:47 | Sin acción específica



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

OCTAVA.- EFICACIA Y VIGENCIA

Conforme establece el artículo 48.8 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, el convenio se perfeccionará por la prestación del consentimiento de las partes mediante su firma, y resultará eficaz una vez inscrito en el Registro Electrónico Estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal (REOICO), debiendo publicarse a continuación en el Boletín Oficial del Estado.

El periodo de vigencia será de cuatro años, contados desde el día siguiente al de su inscripción en REOICO. Antes de la finalización del plazo indicado, las partes podrán acordar por unanimidad la prórroga del convenio por un periodo de hasta cuatro años adicionales o su extinción.

NOVENA.- CAUSAS DE EXTINCIÓN

Según el artículo 51 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, el convenio se extinguirá por el cumplimiento de las actuaciones que constituyen su objeto o por incurrir en alguna de las siguientes causas de resolución:

- a) El transcurso del plazo de vigencia del convenio sin haberse acordado la prórroga del mismo.
- b) El acuerdo unánime de todos los firmantes.
- c) El incumplimiento de las obligaciones y compromisos asumidos por parte de alguno de los firmantes. En este caso, cualquiera de las partes podrá notificar a la parte incumplidora un requerimiento para que cumpla en un determinado plazo con las obligaciones o compromisos que se consideran incumplidos. Este requerimiento será comunicado a la Comisión de Seguimiento del convenio y a la otra parte firmante.

Si transcurrido el plazo indicado en el requerimiento persistiera el incumplimiento, la parte que lo dirigió notificará a la parte firmante la concurrencia de la causa de resolución y se entenderá resuelto el convenio.

La resolución del convenio por esta causa podrá conllevar la indemnización de los perjuicios causados si así se hubiera previsto.

- d) Por decisión judicial declaratoria de la nulidad del convenio.
- e) Por cualquier otra causa distinta de las anteriores prevista en el convenio o en otras leyes.

La extinción del presente convenio no eximirá a las partes de las obligaciones y compromisos que hayan asumido y en las que se haya acordado expresamente que su duración se prolongará más allá de la extinción del convenio, en particular las relativas a la confidencialidad y protección de datos de carácter personal. Asimismo, se respetará la continuación de las actividades que ya se hubieran iniciado en la fecha de extinción del convenio hasta la finalización de las mismas.

DÉCIMA.- NATURALEZA

El presente convenio se rige por lo dispuesto en el capítulo VI del título preliminar de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

CSV : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

FIRMANTE(1) : ROSINA LOPEZ-ALONSO FANDIÑO | FECHA : 16/07/2021 13:47 | Sin acción específica



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

Las cuestiones no reguladas por el presente convenio se registrarán por lo dispuesto en el Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios y en el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

UNDÉCIMA.- RESOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS

La resolución de las controversias que pudieran plantearse sobre la interpretación y ejecución del presente convenio deberán solventarse de mutuo acuerdo entre las partes, a través de la comisión de seguimiento prevista en el mismo. Si no fuera posible alcanzar dicho acuerdo, estas cuestiones serán sometidas al Orden Jurisdiccional de lo Contencioso-Administrativo.

DUODÉCIMA. - PROCEDIMIENTO PARA LA MODIFICACIÓN O EXTINCIÓN DE PLANES DE ESTUDIO

La modificación y/o extinción del plan de estudios del Máster se coordinará a través de la Universidad. En caso de extinción, ésta se producirá conforme establezca la universidad de acuerdo a la normativa que pueda resultar de aplicación, y se garantizará el derecho del alumnado a finalizar los estudios por él iniciados.

DECIMOTERCERA. - MODIFICACIÓN DEL CONVENIO

Cualquier modificación que altere lo establecido en el presente convenio habrá de ser pactada para ser válida, y se formalizará mediante adenda que será firmada por las partes.

DECIMOCUARTA. - RESOLUCIÓN DE CONVENIOS ANTERIORES

Conforme al artículo 51.2.b) de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, se acuerda resolver el convenio suscrito por los firmantes el 28 de julio de 2015 dando lugar a su liquidación y extinción desde su publicación en el Boletín Oficial del Estado previa inscripción en el registro electrónico estatal de órganos e instrumentos de cooperación. Si en la fecha de resolución se encontrase en desarrollo algún programa de prácticas de Master amparado en el mencionado convenio, se mantendrán los compromisos adquiridos hasta la finalización de estas prácticas.

Desde la fecha en que el presente convenio adquiera eficacia jurídica, sustituirá en su totalidad al firmado por las partes el 28 de julio de 2015 convenio que por consiguiente se declara resuelto, liquidado y extinto.

DECIMOQUINTA.- TRANSPARENCIA

El presente convenio se podrá poner a disposición de los ciudadanos en el Portal de Transparencia de la Universidad Carlos III de Madrid y del CSIC, en aplicación de lo dispuesto en la Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Buen Gobierno.



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

ID DOCUMENTO: BUJm0w09Jq
Código seguro de Verificación : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

Y, en prueba de conformidad y para la debida constancia de todo lo acordado, ambas partes firman electrónicamente el presente convenio, constando como fecha de suscripción la última realizada.

Por la Agencia Estatal Consejo Superior de
Investigaciones Científicas, M.P.

Por la Universidad Carlos III de Madrid
El Rector,

Fdo. Rosina López-Alonso Fandiño

Fdo. Juan Romo Urroz

Código seguro de Verificación : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

CSV : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

FIRMANTE(1) : ROSINA LOPEZ-ALONSO FANDIÑO | FECHA : 16/07/2021 13:47 | Sin acción específica



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

ANEXO I

SOLICITUD Y APROBACIÓN DE OFERTA DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS EXTERNAS DE MÁSTER Y/O TFM

La Universidad de, conforme a lo establecido en la cláusula quinta del convenio firmado, solicita al CSIC la realización de prácticas y/o trabajos de fin de Máster por parte del alumnado abajo consignado, según los contenidos del convenio citado, firmado el de de 20..., del que el presente documento es anexo inseparable, y en los siguientes términos:

1.- Denominación del programa de Máster:	
2.- ICU del CSIC donde se desarrollarán las actividades:	
3.- Coordinador/a del Máster de la (Universidad)	
4.- Tutor/a académico/a de la (Universidad):	
5.- Organizador/a del Máster del CSIC:	
6.- Responsable de prácticas/TFM del CSIC:	
7.- Finalidad de las actividades:	
8.- Objetivos programáticos y actividades previstas:	
9.- Sistemas de evaluación y control:	
10.- Duración de las actividades (dd/mm/aa):	Del ... de de 2.01.. al ... de de 2.01..
11.- Horario de las actividades (hh:mm):	De..... a..... y de..... a.....
12.- Nº total de horas:	
13.- Cuantificación de la previsión del gasto en el que incurrirá eventualmente el ICU del CSIC:	

Lo que se firma, por duplicado ejemplar, en, a de de 20..

Por la Universidad de

Aprobado por el (ICU del CSIC)

Fdo.....

Fdo.....

Responsable del programa de Máster

Director-a/Responsable



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

ANEXO II

COMUNICACIÓN DE LA RELACIÓN DE ESTUDIANTES QUE REALIZARÁN PRÁCTICAS ACADÉMICAS EXTERNAS DE MASTER Y/O TFM

De conformidad con la cláusula quinta del “Convenio entre la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad para el desarrollo de prácticas académicas externas de programas de Máster y/o TFM”, firmado en, con fecha ... de de 20.., teniendo en cuenta que con fecha ... de de fue aprobada la solicitud de inclusión del CSIC en la oferta de prácticas académicas externas (curriculares/extracurriculares) y TFM de la Universidad en el(ICU del CSIC), se comunica la relación de los/las alumnos/as de esta Universidad que realizarán las prácticas o TFM en dicho ICU, de acuerdo con los detalles del proyecto formativo que se prevén en el Anexo III para las prácticas de cada alumno/a.

NOMBRE Y APELLIDOS DEL/DE LA ALUMNO/A	DNI/NIE	CURSO	TITULACIÓN

.....a.....de.....de 20..

El/la responsable de prácticas de la Universidad

Autorizado por el/la Directora-a/Responsable del
(ICU) del CSIC

Fdo:

Fdo:

CSV : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

FIRMANTE(1) : ROSINA LOPEZ-ALONSO FANDIÑO | FECHA : 16/07/2021 13:47 | Sin acción específica



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33

ID DOCUMENTO: BUJm0w09Jg
Código seguro de Verificación : GEN-cd7b-c87c-027b-c095-7c64-b0b7-fbdd-0d5d | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://portafirmas.redsara.es/pf/valida>

ANEXO III

DETALLES CONCRETOS DEL PROYECTO FORMATIVO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS EXTERNAS DE MÁSTER Y/O TFM

De conformidad con la cláusula quinta, punto 4 del "Convenio entre la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad para el desarrollo de prácticas académicas externas de Máster y TFM", firmado en, con fecha ... de de 201..., los detalles concretos del proyecto formativo a realizar por el/la alumno/a que se cita a continuación, autorizado/a para realizar prácticas (curriculares/extracurriculares) y TFM en el(ICU del CSIC), con fecha ... de de 20..., según el anexo II, son los siguientes:

ALUMNO/A:		DNI/NIE:	
DOMICILIO:		TELÉFONO/MAIL	
ESCUELA/FACULTAD:			
TITULACIÓN:		CURSO:	
ICU DEL CSIC:			
FECHA DE INCORPORACIÓN:		FECHA DE FINALIZACIÓN:	
HORAS DIARIAS DE PRÁCTICAS:		DÍAS DE LA SEMANA:	
TUTOR/A DEL ICU DEL CSIC:			
TUTOR/A ACADÉMICO/A DE LA ESCUELA/FACULTAD:			
CONTENIDO DEL PROYECTO FORMATIVO:			

El/la alumno/a abajo firmante, declara su conformidad para realizar prácticas académicas externas, según los detalles anteriores, ateniéndose a las normas contempladas en el citado convenio.

Y, en prueba de conformidad, firman el presente documento, por triplicado ejemplar, en, el ... de de 20..

El/la Tutor/a Académico/a de la
Universidad

El/la Tutor/a del (ICU)
del CSIC

El/la alumno/a

Fdo:

Fdo:

Fdo:



FIRMADO POR	FECHA FIRMA
SELLO ELECTRONICO DE LA SGAD	16-07-2021 16:00:50
ROMO URROZ JUAN - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	22-07-2021 14:49:33