

IMPRESO SOLICITUD PARA VERIFICACIÓN DE TÍTULOS OFICIALES

1. DATOS DE LA UNIVERSIDAD, CENTRO Y TÍTULO QUE PRESENTA LA SOLICITUD

De conformidad con el Real Decreto 1393/2007, por el que se establece la ordenación de las Enseñanzas Universitarias Oficiales

UNIVERSIDAD SOLICITANTE	CENTRO	CÓDIGO CENTRO	
Universidad Autónoma de Madrid	Escuela Politécnica Superior	28048397	
NIVEL	DENOMINACIÓN CORTA		
Máster	Ciencia de Datos		
DENOMINACIÓN ESPECÍFICA			
Máster Universitario en Ciencia de Datos por la Universidad Autónoma de Madrid			
RAMA DE CONOCIMIENTO	CONJUNTO		
Ingeniería y Arquitectura	No		
HABILITA PARA EL EJERCICIO DE PROFESIONES REGULADAS	NORMA HABILITACIÓN		
No			
SOLICITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO		
Manuel Antonio Sánchez-Montañés Isla	Profesor Contratado Doctor		
Tipo Documento	Número Documento		
NIF	01928387K		
REPRESENTANTE LEGAL			
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO		
Juan Antonio Huertas Martínez	Vicerrector de Docencia, Innovación Educativa y de Calidad		
Tipo Documento	Número Documento		
NIF	05255176K		
RESPONSABLE DEL TÍTULO			
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO		
José María Martínez Sánchez	Director de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid,		
Tipo Documento	Número Documento		
NIF	51380809M		
2. DIRECCIÓN A EFECTOS DE NOTIFICACIÓN			
A los efectos de la práctica de la NOTIFICACIÓN de todos los procedimientos relativos a la presente solicitud, las comunicaciones se dirigirán a la dirección que figure en el presente apartado.			
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	MUNICIPIO	TELÉFONO
C/ Einstein, 1. Edificio Rectorado. Ciudad Universitaria de Cantoblanco	28049	Madrid	638090858
E-MAIL	PROVINCIA	FAX	
vicerectorado.docencia@uam.es	Madrid	914973970	



### 3. PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

De acuerdo con lo previsto en la Ley Orgánica 5/1999 de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos solicitados en este impreso son necesarios para la tramitación de la solicitud y podrán ser objeto de tratamiento automatizado. La responsabilidad del fichero automatizado corresponde al Consejo de Universidades. Los solicitantes, como cedentes de los datos podrán ejercer ante el Consejo de Universidades los derechos de información, acceso, rectificación y cancelación a los que se refiere el Título III de la citada Ley 5-1999, sin perjuicio de lo dispuesto en otra normativa que ampare los derechos como cedentes de los datos de carácter personal.

El solicitante declara conocer los términos de la convocatoria y se compromete a cumplir los requisitos de la misma, consintiendo expresamente la notificación por medios telemáticos a los efectos de lo dispuesto en el artículo 59 de la 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, en su versión dada por la Ley 4/1999 de 13 de enero.

	En: Madrid, AM 10 de julio de 2019
	Firma: Representante legal de la Universidad



## 1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

### 1.1. DATOS BÁSICOS

NIVEL	DENOMINACIÓN ESPECÍFICA	CONJUNTO	CONVENIO	CONV. ADJUNTO
Máster	Máster Universitario en Ciencia de Datos por la Universidad Autónoma de Madrid	No		Ver Apartado 1: Anexo 1.

#### LISTADO DE ESPECIALIDADES

No existen datos

RAMA	ISCED 1	ISCED 2
Ingeniería y Arquitectura	Ciencias de la computación	Ingeniería y profesiones afines

#### NO HABILITA O ESTÁ VINCULADO CON PROFESIÓN REGULADA ALGUNA

#### AGENCIA EVALUADORA

Fundación para el Conocimiento Madrimasd

#### UNIVERSIDAD SOLICITANTE

Universidad Autónoma de Madrid

#### LISTADO DE UNIVERSIDADES

CÓDIGO	UNIVERSIDAD
023	Universidad Autónoma de Madrid

#### LISTADO DE UNIVERSIDADES EXTRANJERAS

CÓDIGO	UNIVERSIDAD
No existen datos	

#### LISTADO DE INSTITUCIONES PARTICIPANTES

No existen datos

### 1.2. DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS EN EL TÍTULO

CRÉDITOS TOTALES	CRÉDITOS DE COMPLEMENTOS FORMATIVOS	CRÉDITOS EN PRÁCTICAS EXTERNAS
72	0	0
CRÉDITOS OPTATIVOS	CRÉDITOS OBLIGATORIOS	CRÉDITOS TRABAJO FIN GRADO/MÁSTER
18	42	12

#### LISTADO DE ESPECIALIDADES

ESPECIALIDAD	CRÉDITOS OPTATIVOS
No existen datos	

### 1.3. Universidad Autónoma de Madrid

#### 1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
28048397	Escuela Politécnica Superior

#### 1.3.2. Escuela Politécnica Superior

##### 1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	A DISTANCIA
Sí	No	No
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
30	30	



<b>TIEMPO COMPLETO</b>		
	<b>ECTS MATRÍCULA MÍNIMA</b>	<b>ECTS MATRÍCULA MÁXIMA</b>
<b>PRIMER AÑO</b>	37.0	60.0
<b>RESTO DE AÑOS</b>	37.0	60.0
<b>TIEMPO PARCIAL</b>		
	<b>ECTS MATRÍCULA MÍNIMA</b>	<b>ECTS MATRÍCULA MÁXIMA</b>
<b>PRIMER AÑO</b>	24.0	36.0
<b>RESTO DE AÑOS</b>	24.0	36.0
<b>NORMAS DE PERMANENCIA</b>		
<a href="http://www.uam.es/ss/Satellite/es/1242665181069/listadoSimple/Permanencia.htm">http://www.uam.es/ss/Satellite/es/1242665181069/listadoSimple/Permanencia.htm</a>		
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Sí	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	No
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	



## 2. JUSTIFICACIÓN, ADECUACIÓN DE LA PROPUESTA Y PROCEDIMIENTOS

Ver Apartado 2: Anexo 1.

### 3. COMPETENCIAS

3.1 COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES
<b>BÁSICAS</b>
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
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
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
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
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.
<b>GENERALES</b>
CG01 - Plantear y abordar problemas en contextos tanto académicos como profesionales cuya solución requiera de los métodos y técnicas de la ciencia de datos.
CG02 - Diseñar sistemas basados en el conocimiento que permitan abordar problemas de interés práctico e impacto socio-económico en entornos interdisciplinares.
CG03 - Identificar y seleccionar los métodos, técnicas y herramientas de ciencia de datos más apropiados para la resolución de los problemas abordados.
CG04 - Tomar en consideración las implicaciones sociales y económicas de las soluciones propuestas y actuar de forma responsable de acuerdo con las conclusiones del análisis realizado usando como guía principios éticos sólidos.
CG05 - Participar en y liderar proyectos de innovación e investigación en el ámbito de la ciencia de datos.
<b>3.2 COMPETENCIAS TRANSVERSALES</b>
CT01 - Capacidad para la identificación y el manejo adecuado de fuentes de información.
CT02 - Capacidad de análisis y síntesis para la elaboración de informes
CT03 - Capacidad para la exposición, comunicación y defensa de ideas con argumentos rigurosos y completos trabados en un discurso bien estructurado, claro y transparente.
CT04 - Capacidad de trabajar en equipo.
CT05 - Capacidad de aprender de manera autónoma para completar su formación científica y tecnológica, ética, social y, en general, humana.
<b>3.3 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</b>
CE01 - Conocer las herramientas matemáticas para la caracterización y el análisis de datos, así como para realizar inferencia estadística y aprendizaje automático a partir de ellos.
CE02 - Conocer el formalismo de la Teoría de Información y dominar las técnicas asociadas para el diseño de métodos de procesamiento de información en Ciencia de Datos.
CE03 - Tratar y procesar señales empleando digitalización y filtros lineales.
CE04 - Utilizar distintas transformadas con el objeto de representar las señales en el dominio tiempo-frecuencia para su posterior caracterización, análisis y modelización.
CE05 - Conocer y ser capaz de emplear modelos estadísticos y de aprendizaje automático para analizar y caracterizar series temporales.
CE06 - Diseñar sistemas de gestión, almacenamiento y procesamiento de grandes volúmenes de datos teniendo en cuenta las necesidades computacionales.
CE07 - Diseñar sistemas de gestión, almacenamiento y procesado de datos teniendo en cuenta el marco legal vigente y la privacidad y confidencialidad de la información.
CE08 - Manejar herramientas avanzadas de análisis y visualización de datos, así como extraer conocimiento a partir de ellas.



CE09 - Resolver problemas de análisis, predicción, planificación y control mediante algoritmos de aprendizaje supervisado y no supervisado.
CE10 - Utilizar sistemas de computación masiva y de altas prestaciones (computación distribuida, en cluster, en la nube, en GPUs, cuántica etc.) para tratar grandes volúmenes de datos usando marcos y paradigmas de programación específicos para dichos sistemas.
CE11 - Diseñar la arquitectura de un sistema de altas prestaciones con el objeto de incrementar el rendimiento, mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos, permitir la escalabilidad y garantizar la tolerancia a fallos.
CE12 - Diseñar, desarrollar y transferir los resultados de proyectos de investigación utilizando una metodología adecuada
CE13 - Conocer, entender y manejar técnicas avanzadas en la vanguardia de la ciencia de datos.
CE14 - Ser capaz de realizar un trabajo individual que integre los conocimientos adquiridos en la totalidad del máster y defenderlo públicamente ante un tribunal.

#### 4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

##### 4.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN PREVIO

Ver Apartado 4: Anexo 1.

##### 4.2 REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

Según los Reales Decretos 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, y 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el anterior, para acceder a las enseñanzas oficiales de máster será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior perteneciente a otro estado integrante del Espacio Europeo de Educación Superior que faculte en el mismo para el acceso a enseñanzas de máster. Asimismo, podrán acceder los titulados conforme a sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación Superior sin necesidad de la homologación de sus títulos, previa comprobación por la Universidad de que aquellos acreditan un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles y que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de postgrado.

El acceso por esta vía no implicará, en ningún caso, la homologación del título previo de que esté en posesión el interesado, ni su reconocimiento a otros efectos que el de cursar las enseñanzas de máster.

El procedimiento formal de solicitud de admisión se realizará a través del Centro de Posgrado de la Universidad Autónoma de Madrid durante los plazos establecidos al efecto por la Universidad. La relación de la documentación específica que debe aportar el estudiante al solicitar su admisión aparece junto con la información general en la página web del Centro de Estudios de Posgrado.

En todo caso, los solicitantes deben cumplir las condiciones especificadas en la Normativa de Enseñanzas Oficiales de Posgrado de la UAM (Aprobada en Consejo de Gobierno de 10 de Julio de 2008), cuyos artículos relevantes son transcritos a continuación:

###### Artículo 2.- Enseñanzas oficiales de Máster

###### Estructura:

- Las enseñanzas de máster tienen como finalidad la adquisición por el 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.
- Los planes de estudio conducentes a la obtención de los títulos de máster oficial tendrán una extensión entre 60 y 120 créditos, que contendrán toda la formación teórica y práctica que el estudiante deba adquirir
- La superación de las enseñanzas previstas en el apartado anterior conducirá a la obtención del título de Máster Universitario en..... por la Universidad Autónoma de Madrid, con la denominación específica que figure en el Registro de Universidades, Centros y Títulos. En el caso de másteres interuniversitarios el título se expedirá conforme a lo que establezca el convenio establecido al efecto.
- Los estudios de Máster de la Universidad Autónoma de Madrid podrán contener materias obligatorias, materias optativas, seminarios, prácticas externas, trabajos dirigidos y tutelados, e incluirán la elaboración y defensa pública de un trabajo de fin de máster de entre 6 y 30 créditos

###### Condiciones de acceso:

- Para acceder a las enseñanzas oficiales de máster será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español. Asimismo, podrán acceder los titulados universitarios conforme a sistemas educativos extranjeros sin necesidad de la homologación de sus títulos, siempre que acrediten un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles y que faculten, en el país expedidor del título, para el acceso a enseñanzas de posgrado.

###### Admisión de estudiantes:

- Los estudiantes serán admitidos a un máster oficial determinado conforme a los requisitos específicos y criterios de valoración de méritos que estarán definidos para cada uno de ellos, entre los que podrán figurar requisitos de formación previa específica en algunas disciplinas o de formación complementaria. Esta formación complementaria podrá formar parte de la oferta de créditos del máster y el estudiante podrá cursarla como parte de sus estudios de máster siempre que no le suponga la realización de más de 120 créditos en el total de los estudios. Para esta formación complementaria, podrán utilizarse, con la autorización de los responsables del programa, asignaturas de otros planes de estudios oficiales de la UAM.

###### Requisitos específicos para acceso al máster

De acuerdo con su formación previa, y en caso de superar el proceso de selección, los solicitantes podrán ser admitidos o bien directamente, o bien con el requisito de cursar complementos de formación.

En primer lugar, podrán ser admitidos directamente al Máster Universitario en Ciencia de Datos los siguientes candidatos

- Graduados, licenciados o ingenieros en titulaciones del área de las ciencias y de las ingenierías siempre que hayan cursado en su título al menos:
  - 18 ECTS de fundamentos matemáticos (12 ECTS en cálculo y álgebra lineal + 6 ECTS en probabilidad y estadística)
  - 6 ECTS de programación en algún lenguaje de alto nivel. En caso de que no se hayan cursado, deberá realizar los complementos formativos correspondientes
  - 6 ECTS de fundamentos de aprendizaje automático. En caso de que no se hayan cursado, deberá realizar los complementos formativos correspondientes



2. Graduados en posesión de un título equivalente a cualquiera de los anteriores expedido por una universidad oficial perteneciente a otro estado integrante del Espacio Europeo de Educación Superior que cumplan condiciones equivalentes al punto 1
3. Solicitantes que estén en posesión de títulos obtenidos en sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación, previa comprobación por parte de la Comisión Académica del máster de que los solicitantes acreditan un nivel de formación equivalente a los títulos universitarios oficiales españoles mencionados anteriormente, que cumplan condiciones equivalentes al punto 1.

En caso de haber sido admitido sin tutor designado, el estudiante debe ponerse en contacto con profesores del máster y designar de entre ellos, tras mutuo acuerdo, un tutor definitivo en un plazo máximo de dos meses desde el comienzo del curso. En caso de que, una vez finalizado dicho plazo, no hubiera sido designado tutor alguno, la Comisión Académica realizará tal asignación de oficio.

En primer lugar, podrán ser admitidos directamente al Máster Universitario en Ciencia de Datos los siguientes candidatos

- Graduados en titulaciones del área de las matemáticas y de las ingenierías del área de la Informática y las Telecomunicaciones siempre hayan cursado en su título al menos:
  - 24 ECTS de fundamentos matemáticos en cálculo (12 ECTS), álgebra lineal (6 ECTS), probabilidad y estadística (6 ECTS)
  - 12 ECTS de programación en algún lenguaje de alto nivel.
- Graduados en posesión de un título equivalente a cualquiera de los anteriores expedido por una universidad oficial perteneciente a otro estado integrante del Espacio Europeo de Educación Superior, así como los ingenieros y licenciados en las titulaciones equivalentes, de acuerdo con las ordenaciones anteriores de los estudios universitarios en España.
- Solicitantes que estén en posesión de títulos obtenidos en sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación, previa comprobación por parte de la Comisión Académica del máster de que los solicitantes acreditan un nivel de formación equivalente a los títulos universitarios oficiales españoles mencionados anteriormente.

En segundo lugar, podrán ser admitidos al programa graduados, licenciados e ingenieros en otras ramas de las Ciencias y de la Ingeniería con los correspondientes complementos formativos. Los complementos formativos necesarios para la admisión serán determinados por la Comisión del Máster en función de la formación previa acreditada por el estudiante. Estos complementos deben ser suficientes para garantizar que el solicitante adquiera las competencias necesarias (fundamentos matemáticos y de programación) para ser admitido en el máster. Estos complementos en ningún caso superarán la cantidad de 36 ECTS. Los complementos de formación serán cursados en asignaturas correspondientes a las titulaciones oficiales contempladas en el perfil de acceso directo, e impartidas en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid.

A modo de ilustración, en el plan actual de Grado en Ingeniería Informática en la Escuela Politécnica Superior de la UAM, las asignaturas a cursar como complementos formativos serían

- Programación I-17817 (6 ECTS)
- Programación II-17821 (6 ECTS)
- Álgebra-17814 (6 ECTS)
- Cálculo I-17815 (6 ECTS)
- Cálculo II-17819 (6 ECTS)
- Probabilidad y Estadística-17829 (6 ECTS)

Adicionalmente, dado que se contempla la posibilidad de que las asignaturas puedan ser impartidas en lengua inglesa o en lengua española, se exigirá para cursar el máster un conocimiento de ambos idiomas al nivel del certificado B2. En caso de no ser hablantes nativos, este nivel de idioma deberá ser acreditado bien mediante un certificado, o en su defecto, una declaración jurada, la cual podrá ser contrastada mediante una entrevista personal.

#### Procedimiento para la solicitud de acceso al máster

Con el fin de valorar los méritos de las personas interesadas en cursar el Máster Universitario en Ciencia de Datos las solicitudes de admisión al programa deben incluir los siguientes documentos:

1. Certificado académico oficial
2. Curriculum Vitae
3. Certificado de nivel B1-2 de conocimiento de inglés y castellano, o declaración jurada de tener conocimientos de inglés y castellano a un nivel equivalente al indicado. Se exceptúan las lenguas maternas. Para el caso de estudiantes cuya lengua materna no sea el español, al ser éste el idioma de impartición del máster, se requiere certificación SIELE a nivel B2 o superior que acredite el conocimiento del español. Así mismo, dado que la bibliografía y el material docente empleado en el máster puede estar también en inglés, y algún seminario puede impartirse en dicho idioma por profesores invitados, se recomienda que los estudiantes de nuevo acceso atestigüen un conocimiento mínimo de la lengua inglesa al nivel del certificado B2 o superior, para así poder tener un mejor aprovechamiento de las asignaturas. En caso de no ser hablantes nativos, este nivel de idioma de inglés deberá ser acreditado mediante alguno de los certificados oficiales admitidos por la UAM. Si no se posee dicho certificado, este punto del conocimiento de la lengua inglesa y el resto de méritos a los que se refiere este apartado, que podrían valorarse con más detalle en una entrevista personal si la Comisión lo considerase necesario.
4. Carta de motivación en la que se detalle el interés del solicitante por el programa.
5. Propuesta de tutor, en caso de que previamente a la solicitud de acceso y admisión, el solicitante haya contactado con algún docente del Máster y que éste haya aceptado serlo.
6. Lista de asignaturas que desea cursar. Para la elaboración de esta lista el solicitante puede contar con el asesoramiento del tutor propuesto, o, en caso de que este no haya sido propuesto, de la comisión académica, representada por el coordinador o la persona en quien delegue.

Una vez admitida la solicitud, la Comisión Académica del máster, presidida por el Coordinador, será la encargada de gestionar la admisión al Máster Universitario en Ciencia de Datos. En el proceso de selección de admitidos se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Expediente académico en la titulación de acceso [40-60 %]
- Méritos adicionales al expediente incluidos Curriculum Vitae del solicitante [20-30 %]
- Adecuación del perfil del candidato a los contenidos y objetivos del programa [20-30 %]

En caso de que se estime necesario, la Comisión Académica, o los miembros en los que esta delegue, podrán mantener una entrevista con el solicitante con el fin de poder evaluar de manera más precisa sus méritos y la adecuación de su perfil al programa.

En general, a méritos equivalentes, tendrán prioridad los estudiantes con titulaciones de acceso que no requieran complementos formativos.

#### 4.3 APOYO A ESTUDIANTES

Los estudiantes que cursen el Máster Universitario en Ciencia de Datos en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid (EPS-UAM) dispondrán de los mismos sistemas (sede en red de posgrado UAM, página web de la titulación, etc.), unidades (Servicio de Tecnologías



de la Información, Oficina de Acogida), y agentes (equipo de administración EPS-UAM, secretaria de los departamentos de dicho centro, comisión académica del máster, coordinador de la titulación) de apoyo que los utilizados para proporcionar información previa a los solicitantes.

En la sede en red del Centro de Estudios de Posgrado [<http://www.uam.es/posgrado>] de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) se proporciona información sobre los másteres impartidos en dicha universidad, así como la normativa y los detalles de los procedimientos de admisión y matrícula. Desde estas páginas también se puede acceder a las respectivas páginas de cada título.

La página en red específica del máster contendrá, al menos, la siguiente información:

- Descripción y objetivos del título.
- Planificación docente detallada (guía docente, recomendaciones de matrícula, calendario académico, horarios, etc.).
- Comisión académica del máster y coordinador.
- Equipo docente.
- Admisión de estudiantes: criterios y procedimientos.
- Becas y ayudas
- Oferta de trabajos de fin de máster (incluyendo las ofertas de empresas)
- Movilidad de profesorado y estudiantes.
- Actividades formativas complementarias (seminarios, conferencias, talleres, etc.)
- Recursos materiales.
- Indicadores de resultados.
- Sistema de garantía de calidad.

Las consultas por parte de los estudiantes, tanto físicas como por medios electrónicos, recibirán una atención personalizada:

- Las cuestiones administrativas serán respondidas por parte del personal designado dentro del equipo de administración de la Escuela Politécnica Superior de la UAM y de la secretaria de los departamentos de dicho centro.
- Para las consultas académicas la responsabilidad de la elaboración de la respuesta corresponde a la comisión académica del master, representada por el coordinador de la titulación, o la persona en quien esta tarea sea delegada.

Adicionalmente, todo estudiante que haya sido admitido en el máster contará con el asesoramiento de un tutor académico. El tutor académico es un profesor involucrado en la docencia del máster. Su labor principal consiste en la elaboración, en diálogo con el estudiante, del plan de formación, incluyendo matrícula y elección de optativas. En general, el TFM será realizado con el tutor bien como director, bien como ponente, en caso de la dirección de este trabajo sea responsabilidad director externo al programa. Asimismo es misión del tutor proporcionar apoyo para que el estudiante resuelva los problemas de adaptación que pudieran surgir al comienzo de sus estudios e informarle durante el desarrollo de los mismos.

En el caso de que el estudiante haya propuesto un tutor que cumpla los requisitos especificados en su solicitud, la asignación se realizará en el momento de la admisión. En caso de haber sido admitido sin tutor designado, el estudiante debe ponerse en contacto con profesores del máster y designar de entre ellos, tras mutuo acuerdo, un tutor definitivo en un plazo limitado (por ejemplo, un mes) desde el comienzo del curso.

Finalmente, la UAM pone a disposición de los estudiantes matriculados en sus programas académicos los siguientes recursos:

- Oficina de acogida [<https://www.uam.es/UAM/Oficina-de-Acogida/1242652242790.htm>]
- Oficina de Orientación y Atención al Estudiante [<http://www.uam.es/estudiantes/acceso/>]
- La Oficina de Prácticas Externas y Empleabilidad (OPE) [<https://www.uam.es/ope/>]
- Servicio de idiomas [<http://www.uam.es/UAM/Servicio-de-Idiomas/1242654677923.htm>]
- Unidad de igualdad de Género [[http://www.uam.es/UAM/Unidad\\_Igualdad/1446766849002.htm](http://www.uam.es/UAM/Unidad_Igualdad/1446766849002.htm)]
- Oficina de Acción Solidaria y Cooperación: Entre las labores de esta oficina se encuentra el apoyo a estudiantes con discapacidad, con el objetivo de que puedan realizar todas sus actividades en la universidad en las mejores condiciones posibles. [<https://www.uam.es/UAM/Oficina-de-Acción-Solidaria-y-Cooperación/1242664234487.htm>]
- Centro de psicología aplicada [<https://www.uam.es/centros/psicologia/paginas/cpa/paginas>]
- Servicio de deportes [<https://servdep.sefd.uam.es/>]

#### 4.4 SISTEMA DE TRANSFERENCIA Y RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS

##### Reconocimiento de Créditos Cursados en Enseñanzas Superiores Oficiales no Universitarias

MÍNIMO	MÁXIMO
0	0

##### Reconocimiento de Créditos Cursados en Títulos Propios

MÍNIMO	MÁXIMO
0	0

##### Adjuntar Título Propio

Ver Apartado 4: Anexo 2.

##### Reconocimiento de Créditos Cursados por Acreditación de Experiencia Laboral y Profesional

MÍNIMO	MÁXIMO
0	0

En el caso del Máster Universitario en Ciencia de Datos, se reconocerán créditos exclusivamente de materias correspondiente a Másteres oficiales.



La Universidad Autónoma de Madrid cuenta con una normativa general de transferencia y reconocimiento de créditos, aprobada en el Consejo de Gobierno de 8 de febrero de 2008 y modificada en el Consejo de Gobierno del 8 de octubre de 2010.

#### Artículo 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de estas normas son las enseñanzas universitarias oficiales de grado y posgrado, según señalan las disposiciones establecidas en el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

#### Artículo 2. DEFINICIONES

1. Adaptación de créditos: La adaptación de créditos implica la aceptación por la Universidad Autónoma de Madrid de los créditos correspondientes a estudios previos al Real Decreto 1393/2007, realizados en esta Universidad o en otras distintas.

2. Reconocimiento de créditos: El reconocimiento de créditos ECTS implica la aceptación por la Universidad Autónoma de Madrid de los créditos ECTS que, habiendo sido obtenidos en unas enseñanzas oficiales, en la misma u otra universidad, son computados en otras enseñanzas distintas a efectos de la obtención de un título oficial.

También podrán ser objeto de reconocimiento los créditos superados en enseñanzas superiores oficiales y en enseñanzas universitarias no oficiales. Asimismo, podrán reconocerse créditos por experiencia laboral o profesional acreditada, siempre que dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes al título que se pretende obtener. En ambos casos deberán tenerse en cuenta las limitaciones que se establecen en los artículos 4 y 6.

3. Transferencia de créditos: La transferencia de créditos ECTS implica que, en los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas seguidas por cada estudiante, la Universidad Autónoma de Madrid incluirá la totalidad de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad, en la misma u otra universidad, que no hayan conducido a la obtención de un título oficial.

#### Artículo 3. REGLAS SOBRE ADAPTACIÓN DE CRÉDITOS

1. En el supuesto de estudios previos realizados en la Universidad Autónoma de Madrid, en una titulación equivalente, la adaptación de créditos se ajustará a una tabla de equivalencias que realizará la Comisión Académica (u órgano equivalente), conforme a lo que se prevea al amparo del punto 10.2 del Anexo I del Real Decreto 1393/2007.

2. En el caso de estudios previos realizados en otras universidades o sin equivalencia en las nuevas titulaciones de la Universidad Autónoma de Madrid, la adaptación de créditos se realizará, a petición del estudiante, por parte de la Comisión Académica (u órgano equivalente) atendiendo en lo posible a los conocimientos asociados a las materias cursadas y su valor en créditos.

#### Artículo 4. REGLAS SOBRE RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS

1. Se reconocerán automáticamente:

- Los créditos correspondientes a materias de formación básica siempre que la titulación de destino de esta Universidad pertenezca a la misma rama de conocimiento que la de origen.
- Los créditos correspondientes a aquellas otras materias de formación básica cursadas pertenecientes a la rama de conocimiento de la titulación de destino.

En los supuestos a) y b) anteriores, la Comisión Académica (u órgano equivalente) decidirá, a solicitud del estudiante, a qué materias de ésta se imputan los créditos de formación básica de la rama de conocimiento superados en la titulación de origen, teniendo en cuenta la adecuación entre competencias y los conocimientos asociados a dichas materias.

Sólo en el caso de que se haya superado un número de créditos menor asociado a una materia de formación básica de origen se establecerá, por el órgano responsable, la necesidad o no de concluir los créditos determinados en la materia de destino por aquellos complementos formativos que se diseñen.

c) Los créditos de los módulos o materias definidos por el Gobierno en las normativas correspondientes a los estudios de máster oficial que habiliten para el ejercicio de profesiones reguladas.

2. El resto de los créditos no pertenecientes a materias de formación básica podrán ser reconocidos por la Comisión Académica (u órgano equivalente) teniendo en cuenta la adecuación entre las competencias, los conocimientos y el número de créditos asociados a las materias cursadas por el estudiante y los previstos en el plan de estudios, o bien valorando su carácter transversal.

3. No podrán ser objeto de reconocimiento los créditos correspondientes a los trabajos de fin de grado y máster.

4. El número de créditos que sean objeto de reconocimiento a partir de experiencia profesional o laboral y de enseñanzas universitarias no oficiales no podrá ser superior, en su conjunto, al 15 por ciento del total de los créditos que



constituyen el plan de estudios. No obstante lo anterior, los créditos procedentes de títulos no oficiales podrán, excepcionalmente, ser objeto de reconocimiento en un porcentaje superior siempre que el correspondiente título propio haya sido extinguido y sustituido por un título oficial. A tal efecto, en la memoria de verificación deberá constar dicha circunstancia conforme a los criterios especificados en el R.D. 861/2010.

5. Se articularán Comisiones Académicas, por Centros, en orden a valorar la equivalencia entre las materias previamente cursadas y las materias de destino para las que se solicite reconocimiento.

6. Al objeto de facilitar el trabajo de reconocimiento automático en las Administraciones/Secretarías de los Centros, las Comisiones adoptarán y mantendrán actualizadas tablas de reconocimiento para las materias previamente cursadas en determinadas titulaciones y universidades que más frecuentemente lo solicitan.

7. Los estudiantes podrán solicitar reconocimiento de créditos por participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación, hasta el valor máximo establecido en el plan de estudios, de acuerdo con la normativa que sobre actividades de tipo extracurricular se desarrolle.

#### Artículo 5. REGLAS SOBRE TRANSFERENCIA DE CRÉDITOS

Se incluirán en el expediente académico del estudiante los créditos correspondientes a materias superadas en otros estudios universitarios oficiales no terminados.

### 4.6 COMPLEMENTOS FORMATIVOS

Los complementos formativos necesarios para la admisión serán determinados por la Comisión del Máster en función de la formación previa acreditada por el estudiante. Estos complementos deben ser suficientes para garantizar que el solicitante adquiera las competencias necesarias para ser admitido en el máster.

El total de los complementos formativos requeridos en ningún caso superará la cantidad de 12 ECTS. Los complementos serán:

- 6 ECTS de programación en un lenguaje de alto nivel en caso de que el estudiante no tenga esta formación. Dichos complementos serán realizados en la fase inicial del máster.
- 6 ECTS de fundamentos de aprendizaje automático en caso de que el estudiante no tenga esta formación. Dichos complementos serán realizados en paralelo al primer semestre del máster.

Actualmente en la titulación de Grado en Ingeniería Informática de la UAM se imparten asignaturas con estos contenidos, por lo que preferiblemente se cursarían allí.

~~Estas competencias son las correspondientes al nivel de grado para las titulaciones afines en las áreas de Matemáticas, Informática y Telecomunicaciones:~~

- Cálculo [12 ECTS]
- Álgebra lineal [6 ECTS]
- Probabilidad y estadística [6 ECTS]
- Programación en algún lenguaje de alto nivel [12 ECTS]

~~El total de los complementos formativos requeridos a un estudiante en ningún caso superarán la cantidad de 36 ECTS.~~

~~En la medida de lo posible, siempre dentro de lo razonable, los complementos de formación se cursarán en asignaturas de grado de la UAM correspondientes a las titulaciones oficiales contempladas en el perfil de acceso directo.~~

~~A modo de ilustración, en el plan actual de Grado en Ingeniería Informática en la Escuela Politécnica Superior de la UAM, las asignaturas a cursar como complementos formativos serían:~~

- Cálculo I-17815 (6 ECTS)
- Cálculo II-17819 (6 ECTS)
- Álgebra-17814 (6 ECTS)
- Probabilidad y Estadística-17829 (6 ECTS)
- Programación I-17817 (6 ECTS)
- Programación II-17821 (6 ECTS)



## 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

<b>5.1 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS</b>		
Ver Apartado 5: Anexo 1.		
<b>5.2 ACTIVIDADES FORMATIVAS</b>		
Desarrollo de contenidos teóricos y prácticos		
Resolución de problemas y análisis de casos prácticos		
Prácticas en laboratorios informáticos		
Proyectos desarrollados por parte de los estudiantes de manera individual o en grupos de tamaño reducido		
Estudio y trabajo autónomo por parte del estudiante		
Seminarios impartidos por expertos		
Tutorías individuales o en grupos reducidos		
Trabajo en un grupo de investigación		
Evaluación		
Seguimiento y supervisión del Trabajo de Fin de Máster		
<b>5.3 METODOLOGÍAS DOCENTES</b>		
Lección magistral		
Resolución de ejercicios y problemas		
Prácticas y aprendizaje basado en casos y problemas en laboratorios informáticos		
Lectura y análisis dirigidos de textos, artículos o informes técnicos		
Aprendizaje orientado a proyectos y cooperativo		
<b>5.4 SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>		
Exámenes escritos u orales		
Evaluación de los informes y presentaciones de los trabajos y proyectos realizados		
Evaluación de las prácticas de laboratorio		
Evaluación de la participación y aprovechamiento en seminarios		
Informes sobre la participación, desempeño y aprovechamiento por parte del tutor		
<b>5.5 NIVEL 1: Fundamentos de la Ciencia de Datos</b>		
<b>5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1</b>		
<b>NIVEL 2: Matemáticas para la Ciencia de Datos</b>		
<b>5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2</b>		
<b>CARÁCTER</b>	Obligatoria	
<b>ECTS NIVEL 2</b>	12	
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL: Anual</b>		
<b>ECTS Anual 1</b>	<b>ECTS Anual 2</b>	<b>ECTS Anual 3</b>
12		
<b>ECTS Anual 4</b>	<b>ECTS Anual 5</b>	<b>ECTS Anual 6</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Sí	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	No
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	



No	No	
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
<b>5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>		
Esta materia proporciona los fundamentos matemáticos necesarios las herramientas matemáticas necesarias para ser capaz de caracterizar, analizar y realizar inferencia estadística avanzada y aprendizaje automático a partir de datos.		
<b>5.5.1.3 CONTENIDOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probabilidad y estadística: Métodos avanzados en estadística; estadística multivariante avanzada; teoría de probabilidad en espacios infinito-dimensionales; análisis de datos funcionales; métodos no paramétricos; metodología bootstrap. inferencia estadística.</li> <li>• Métodos numéricos: errores y su propagación; estabilidad de los cálculos; ajuste de funciones; regularización; robustez y estabilidad de los modelos; álgebra lineal computacional; métodos Monte Carlo; simulación (EDOs, Monte Carlo).</li> <li>• Optimización: discreta y continua; sin y con restricciones; optimización convexa; optimización estocástica.</li> </ul>		
<b>5.5.1.4 OBSERVACIONES</b>		
<b>5.5.1.5 COMPETENCIAS</b>		
<b>5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES</b>		
CG01 - Plantear y abordar problemas en contextos tanto académicos como profesionales cuya solución requiera de los métodos y técnicas de la ciencia de datos.		
CG02 - Diseñar sistemas basados en el conocimiento que permitan abordar problemas de interés práctico e impacto socio-económico en entornos interdisciplinares.		
CG03 - Identificar y seleccionar los métodos, técnicas y herramientas de ciencia de datos más apropiados para la resolución de los problemas abordados.		
CG04 - Tomar en consideración las implicaciones sociales y económicas de las soluciones propuestas y actuar de forma responsable de acuerdo con las conclusiones del análisis realizado usando como guía principios éticos sólidos.		
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		
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.		
<b>5.5.1.5.2 TRANSVERSALES</b>		
CT01 - Capacidad para la identificación y el manejo adecuado de fuentes de información.		
CT02 - Capacidad de análisis y síntesis para la elaboración de informes		
CT03 - Capacidad para la exposición, comunicación y defensa de ideas con argumentos rigurosos y completos trabados en un discurso bien estructurado, claro y transparente.		
CT04 - Capacidad de trabajar en equipo.		
CT05 - Capacidad de aprender de manera autónoma para completar su formación científica y tecnológica, ética, social y, en general, humana.		
<b>5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS</b>		
CE01 - Conocer las herramientas matemáticas para la caracterización y el análisis de datos, así como para realizar inferencia estadística y aprendizaje automático a partir de ellos.		
<b>5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS</b>		
<b>ACTIVIDAD FORMATIVA</b>	<b>HORAS</b>	<b>PRESENCIALIDAD</b>
Desarrollo de contenidos teóricos y prácticos	42	100
Resolución de problemas y análisis de casos prácticos	28	100
Prácticas en laboratorios informáticos	28	50
Proyectos desarrollados por parte de los estudiantes de manera individual o en grupos de tamaño reducido	42	0
Estudio y trabajo autónomo por parte del estudiante	128	0
Seminarios impartidos por expertos	6	100



Tutorías individuales o en grupos reducidos	14	100
Evaluación	12	100
<b>5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES</b>		
Lección magistral		
Resolución de ejercicios y problemas		
Prácticas y aprendizaje basado en casos y problemas en laboratorios informáticos		
Lectura y análisis dirigidos de textos, artículos o informes técnicos		
Aprendizaje orientado a proyectos y cooperativo		
<b>5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>		
<b>SISTEMA DE EVALUACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN MÍNIMA</b>	<b>PONDERACIÓN MÁXIMA</b>
Exámenes escritos u orales	50.0	80.0
Evaluación de los informes y presentaciones de los trabajos y proyectos realizados	0.0	40.0
Evaluación de las prácticas de laboratorio	10.0	40.0
Evaluación de la participación y aprovechamiento en seminarios	0.0	10.0
Informes sobre la participación, desempeño y aprovechamiento por parte del tutor	0.0	20.0
<b>NIVEL 2: Procesamiento de Información para la Ciencia de Datos</b>		
<b>5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2</b>		
<b>CARÁCTER</b>	Obligatoria	
<b>ECTS NIVEL 2</b>	12	
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL: Anual</b>		
<b>ECTS Anual 1</b>	<b>ECTS Anual 2</b>	<b>ECTS Anual 3</b>
12		
<b>ECTS Anual 4</b>	<b>ECTS Anual 5</b>	<b>ECTS Anual 6</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Sí	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	No
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
<b>5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>		
<p>Esta materia proporciona los conocimientos necesarios para el diseño métodos de procesamiento de la información en Ciencia de Datos. En concreto, una vez cursada esta materia, el estudiante habrá adquirido la capacidad para manejar con destreza las herramientas de la Teoría de la Información para tal fin. Será asimismo capaz de tratar y procesar señales empleando digitalización y filtros (sistemas lineales). Conocerá y será capaz de emplear distintas transformadas (por ejemplo, Fourier, ondículas, etc.) para la representación de las señales en el dominio tiempo-frecuencia con el objetivo de caracterizar, analizar y modelizar dichas señales. Finalmente, conocerá y será capaz de emplear modelos estadísticos y de aprendizaje automático para caracterizar y analizar señales temporales complejas.</p>		
<b>5.5.1.3 CONTENIDOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Teoría de Información: complejidad de Kolmogorov; compresión; entropía; distancias entre distribuciones (por ejemplo, divergencia de Kullback-Leibler); información mutua y medidas de dependencia; geometría de la información; aplicaciones.</li> </ul>		



- Procesamiento de señal y transformadas: muestreo y reconstrucción; sistemas lineales y convolución (filtros); análisis tiempo-frecuencia; transformadas (Fourier, ondículas, etc.); redes convolucionales; caracterización temporal y espectral de procesos estocásticos.
- Procesamiento de información temporal mediante modelos lineales (ARIMA) y extensiones multivariantes con estacionalidad y variables exógenas (SARI-MAX); modelos de mezclas de gaussianas; modelos de Markov; métodos para la detección de causalidad; redes neuronales recurrentes.

**5.5.1.4 OBSERVACIONES**

**5.5.1.5 COMPETENCIAS**

**5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES**

CG01 - Plantear y abordar problemas en contextos tanto académicos como profesionales cuya solución requiera de los métodos y técnicas de la ciencia de datos.

CG02 - Diseñar sistemas basados en el conocimiento que permitan abordar problemas de interés práctico e impacto socio-económico en entornos interdisciplinarios.

CG03 - Identificar y seleccionar los métodos, técnicas y herramientas de ciencia de datos más apropiados para la resolución de los problemas abordados.

CG04 - Tomar en consideración las implicaciones sociales y económicas de las soluciones propuestas y actuar de forma responsable de acuerdo con las conclusiones del análisis realizado usando como guía principios éticos sólidos.

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

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

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

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

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.

**5.5.1.5.2 TRANSVERSALES**

CT01 - Capacidad para la identificación y el manejo adecuado de fuentes de información.

CT02 - Capacidad de análisis y síntesis para la elaboración de informes

CT03 - Capacidad para la exposición, comunicación y defensa de ideas con argumentos rigurosos y completos trabados en un discurso bien estructurado, claro y transparente.

CT04 - Capacidad de trabajar en equipo.

CT05 - Capacidad de aprender de manera autónoma para completar su formación científica y tecnológica, ética, social y, en general, humana.

**5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS**

CE02 - Conocer el formalismo de la Teoría de Información y dominar las técnicas asociadas para el diseño de métodos de procesamiento de información en Ciencia de Datos.

CE03 - Tratar y procesar señales empleando digitalización y filtros lineales.

CE04 - Utilizar distintas transformadas con el objeto de representar las señales en el dominio tiempo-frecuencia para su posterior caracterización, análisis y modelización.

CE05 - Conocer y ser capaz de emplear modelos estadísticos y de aprendizaje automático para analizar y caracterizar series temporales.

**5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS**

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Desarrollo de contenidos teóricos y prácticos	42	100
Resolución de problemas y análisis de casos prácticos	28	100
Prácticas en laboratorios informáticos	28	50



Proyectos desarrollados por parte de los estudiantes de manera individual o en grupos de tamaño reducido	42	0
Estudio y trabajo autónomo por parte del estudiante	128	0
Seminarios impartidos por expertos	6	100
Tutorías individuales o en grupos reducidos	14	100
Evaluación	12	100
<b>5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES</b>		
Lección magistral		
Resolución de ejercicios y problemas		
Prácticas y aprendizaje basado en casos y problemas en laboratorios informáticos		
Lectura y análisis dirigidos de textos, artículos o informes técnicos		
Aprendizaje orientado a proyectos y cooperativo		
<b>5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>		
<b>SISTEMA DE EVALUACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN MÍNIMA</b>	<b>PONDERACIÓN MÁXIMA</b>
Exámenes escritos u orales	50.0	80.0
Evaluación de los informes y presentaciones de los trabajos y proyectos realizados	0.0	40.0
Evaluación de las prácticas de laboratorio	10.0	40.0
Evaluación de la participación y aprovechamiento en seminarios	0.0	10.0
Informes sobre la participación, desempeño y aprovechamiento por parte del tutor	0.0	20.0
<b>NIVEL 2: Ciencia de Datos</b>		
<b>5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2</b>		
<b>CARÁCTER</b>	Obligatoria	
<b>ECTS NIVEL 2</b>	12	
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL: Anual</b>		
<b>ECTS Anual 1</b>	<b>ECTS Anual 2</b>	<b>ECTS Anual 3</b>
12		
<b>ECTS Anual 4</b>	<b>ECTS Anual 5</b>	<b>ECTS Anual 6</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Sí	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	No
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
<b>5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>		



Una vez cursada esta materia el estudiante habrá adquirido la capacidad de desarrollar soluciones a problemas de análisis, predicción, planificación y control mediante el aprendizaje de modelos de manera automática o semiautomática a partir de grandes volúmenes de datos. La materia proporciona una capacitación avanzada en el empleo de modelos estadísticos y de aprendizaje automático para el desarrollo de estas soluciones, así como el pre-procesamiento y gestión de los datos, y el uso de sistemas de computación masiva y de altas prestaciones, mediante paradigmas de programación, arquitecturas y elementos hardware especializados en dichos sistemas, que permitan el desarrollo de soluciones escalables.

### 5.5.1.3 CONTENIDOS

- Gestión y procesamiento de datos
  - Recopilación, depurado, estructuración, almacenamiento y custodia de información.
  - Marco legal y privacidad.
  - Sistemas para el almacenamiento de datos: bases de datos relacionales y NoSQL.
  - Herramientas avanzadas para el análisis y la visualización de datos
  - Infraestructura para la computación de altas prestaciones y a gran escala (distribuida, en clúster, en la nube, en GPUs, cuántica, etc.)
  - Paradigmas y marcos de programación de altas prestaciones y a gran escala.
- Aprendizaje automático avanzado
  - Teoría de la decisión
  - Aprendizaje no supervisado / supervisado
  - Preprocesamiento de datos; Métodos avanzados para la reducción de dimensionalidad y construcción de características
  - Aprendizaje no supervisado:
    - Estimación de densidades
    - Análisis de conglomerados (clustering)
    - Métodos de clustering paramétricos y no paramétricos. Clustering espectral. Medidas de validación de clustering. Biclustering
    - Detección de anomalías. Modelos one-class
    - Reglas asociativas. Análisis de la cesta.
  - Aprendizaje supervisado:
    - Métodos básicos: k-NN, árboles de decisión
    - Métodos avanzados: métodos de núcleos (SVMs, procesos Gaussianos), redes neuronales, mezclas de expertos, conjuntos de predictores
    - Métodos de núcleos (SVM<sub>k</sub>s, procesos Gaussianos)
    - Mezclas de expertos
    - Ensembles
    - Redes neuronales profundas (Deep Learning). Redes convolucionales profundas. Redes recurrentes profundas.
  - Selección de variables
  - Métodos de aprendizaje profundos
  - Métodos bayesianos
  - Aprendizaje por refuerzo
  - Generative Adversarial Networks (GANs)

### 5.5.1.4 OBSERVACIONES

### 5.5.1.5 COMPETENCIAS

#### 5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG01 - Plantear y abordar problemas en contextos tanto académicos como profesionales cuya solución requiera de los métodos y técnicas de la ciencia de datos.

CG02 - Diseñar sistemas basados en el conocimiento que permitan abordar problemas de interés práctico e impacto socio-económico en entornos interdisciplinares.

CG03 - Identificar y seleccionar los métodos, técnicas y herramientas de ciencia de datos más apropiados para la resolución de los problemas abordados.

CG04 - Tomar en consideración las implicaciones sociales y económicas de las soluciones propuestas y actuar de forma responsable de acuerdo con las conclusiones del análisis realizado usando como guía principios éticos sólidos.

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

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

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

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

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.

#### 5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT01 - Capacidad para la identificación y el manejo adecuado de fuentes de información.

CT02 - Capacidad de análisis y síntesis para la elaboración de informes

CT03 - Capacidad para la exposición, comunicación y defensa de ideas con argumentos rigurosos y completos trabados en un discurso bien estructurado, claro y transparente.

CT04 - Capacidad de trabajar en equipo.



CT05 - Capacidad de aprender de manera autónoma para completar su formación científica y tecnológica, ética, social y, en general, humana.		
<b>5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS</b>		
CE06 - Diseñar sistemas de gestión, almacenamiento y procesamiento de grandes volúmenes de datos teniendo en cuenta las necesidades computacionales.		
CE07 - Diseñar sistemas de gestión, almacenamiento y procesado de datos teniendo en cuenta el marco legal vigente y la privacidad y confidencialidad de la información.		
CE08 - Manejar herramientas avanzadas de análisis y visualización de datos, así como extraer conocimiento a partir de ellas.		
CE09 - Resolver problemas de análisis, predicción, planificación y control mediante algoritmos de aprendizaje supervisado y no supervisado.		
CE10 - Utilizar sistemas de computación masiva y de altas prestaciones (computación distribuida, en cluster, en la nube, en GPUs, cuántica etc.) para tratar grandes volúmenes de datos usando marcos y paradigmas de programación específicos para dichos sistemas.		
CE11 - Diseñar la arquitectura de un sistema de altas prestaciones con el objeto de incrementar el rendimiento, mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos, permitir la escalabilidad y garantizar la tolerancia a fallos.		
<b>5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS</b>		
<b>ACTIVIDAD FORMATIVA</b>	<b>HORAS</b>	<b>PRESENCIALIDAD</b>
Desarrollo de contenidos teóricos y prácticos	42	100
Resolución de problemas y análisis de casos prácticos	28	100
Prácticas en laboratorios informáticos	28	50
Proyectos desarrollados por parte de los estudiantes de manera individual o en grupos de tamaño reducido	42	0
Estudio y trabajo autónomo por parte del estudiante	128	0
Seminarios impartidos por expertos	6	100
Tutorías individuales o en grupos reducidos	14	100
Evaluación	12	100
<b>5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES</b>		
Lección magistral		
Resolución de ejercicios y problemas		
Prácticas y aprendizaje basado en casos y problemas en laboratorios informáticos		
Lectura y análisis dirigidos de textos, artículos o informes técnicos		
Aprendizaje orientado a proyectos y cooperativo		
<b>5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>		
<b>SISTEMA DE EVALUACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN MÍNIMA</b>	<b>PONDERACIÓN MÁXIMA</b>
Exámenes escritos u orales	50.0	80.0
Evaluación de los informes y presentaciones de los trabajos y proyectos realizados	0.0	40.0
Evaluación de las prácticas de laboratorio	10.0	40.0
Evaluación de la participación y aprovechamiento en seminarios	0.0	10.0
Informes sobre la participación, desempeño y aprovechamiento por parte del tutor	0.0	20.0



<b>5.5 NIVEL 1: Introducción a la Metodología de la Investigación</b>		
<b>5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1</b>		
<b>NIVEL 2: Introducción a la Metodología de la Investigación</b>		
<b>5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2</b>		
<b>CARÁCTER</b>	Obligatoria	
<b>ECTS NIVEL 2</b>	6	
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral</b>		
<b>ECTS Semestral 1</b>	<b>ECTS Semestral 2</b>	<b>ECTS Semestral 3</b>
	6	
<b>ECTS Semestral 4</b>	<b>ECTS Semestral 5</b>	<b>ECTS Semestral 6</b>
<b>ECTS Semestral 7</b>	<b>ECTS Semestral 8</b>	<b>ECTS Semestral 9</b>
<b>ECTS Semestral 10</b>	<b>ECTS Semestral 11</b>	<b>ECTS Semestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Sí	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	No
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3</b>		
<b>5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los estudiantes sabrán cómo buscar, analizar y seleccionar información bibliográfica.</li> <li>Los estudiantes podrán redactar memorias y artículos científicos y técnicos.</li> <li>Los estudiantes podrán preparar, debatir, redactar y defender informes de definición de proyectos científico-técnicos.</li> <li>Los estudiantes podrán plantear, diseñar y gestionar proyectos adaptados al marco europeo de investigación.</li> <li>Los estudiantes sabrán aplicar los mecanismos de financiación de la investigación y transferencia de la tecnología y de la legislación vigente sobre patentes y protección de la propiedad intelectual.</li> <li>Los estudiantes sabrán plantear y evaluar diferentes alternativas de gestión en función de la fase del ciclo de vida de un proyecto.</li> <li>Los estudiantes sabrán detectar y aprovechar las oportunidades de patentabilidad de los desarrollos surgidos en los centros tecnológicos.</li> <li>Los estudiantes sabrán gestionar y crear de empresas de base tecnológica.</li> </ul>		
<b>5.5.1.3 CONTENIDOS</b>		
<p>En esta materia se abordan de un modo práctico los conceptos y principios metodológicos básicos involucrados tanto en la organización, gestión técnica y económica de los proyectos de naturaleza científico-técnicos, como en la valorización y transferencia de sus resultados.</p> <p>Se recalca la importancia de las buenas prácticas de gestión en un entorno profesional como elemento de productividad y competitividad.</p> <p>Se estudian, entre otros, la planificación y estimación de costes, la estimación del riesgo, la organización y dirección de los recursos, y los procedimientos de garantía de calidad apropiados para lograr los objetivos de calidad, costes y plazos.</p> <p>Se analizan las diferentes estrategias de puesta en valor de los resultados obtenidos: desde la redacción de artículos científicos, patentes y memorias hasta su comercialización a través de la creación de empresas de base tecnológica.</p> <p>Finalmente se describe el marco europeo de investigación científico-técnico.</p>		
<b>5.5.1.4 OBSERVACIONES</b>		
<b>5.5.1.5 COMPETENCIAS</b>		
<b>5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES</b>		
CG01 - Plantear y abordar problemas en contextos tanto académicos como profesionales cuya solución requiera de los métodos y técnicas de la ciencia de datos.		
CG02 - Diseñar sistemas basados en el conocimiento que permitan abordar problemas de interés práctico e impacto socio-económico en entornos interdisciplinares.		



CG03 - Identificar y seleccionar los métodos, técnicas y herramientas de ciencia de datos más apropiados para la resolución de los problemas abordados.		
CG04 - Tomar en consideración las implicaciones sociales y económicas de las soluciones propuestas y actuar de forma responsable de acuerdo con las conclusiones del análisis realizado usando como guía principios éticos sólidos.		
CG05 - Participar en y liderar proyectos de innovación e investigación en el ámbito de la ciencia de datos.		
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		
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		
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		
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.		
<b>5.5.1.5.2 TRANSVERSALES</b>		
CT01 - Capacidad para la identificación y el manejo adecuado de fuentes de información.		
CT02 - Capacidad de análisis y síntesis para la elaboración de informes		
CT03 - Capacidad para la exposición, comunicación y defensa de ideas con argumentos rigurosos y completos trabados en un discurso bien estructurado, claro y transparente.		
CT04 - Capacidad de trabajar en equipo.		
CT05 - Capacidad de aprender de manera autónoma para completar su formación científica y tecnológica, ética, social y, en general, humana.		
<b>5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS</b>		
CE12 - Diseñar, desarrollar y transferir los resultados de proyectos de investigación utilizando una metodología adecuada		
<b>5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS</b>		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Desarrollo de contenidos teóricos y prácticos	14	100
Resolución de problemas y análisis de casos prácticos	14	100
Prácticas en laboratorios informáticos	28	50
Proyectos desarrollados por parte de los estudiantes de manera individual o en grupos de tamaño reducido	24	0
Estudio y trabajo autónomo por parte del estudiante	60	0
Seminarios impartidos por expertos	2	100
Tutorías individuales o en grupos reducidos	6	100
Evaluación	2	100
<b>5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES</b>		
Lección magistral		
Resolución de ejercicios y problemas		
Prácticas y aprendizaje basado en casos y problemas en laboratorios informáticos		
Lectura y análisis dirigidos de textos, artículos o informes técnicos		
Aprendizaje orientado a proyectos y cooperativo		
<b>5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA



Exámenes escritos u orales	20.0	50.0
Evaluación de los informes y presentaciones de los trabajos y proyectos realizados	40.0	70.0
Evaluación de las prácticas de laboratorio	10.0	40.0
Evaluación de la participación y aprovechamiento en seminarios	0.0	10.0
Informes sobre la participación, desempeño y aprovechamiento por parte del tutor	0.0	20.0
<b>5.5 NIVEL 1: Temas Avanzados en Ciencia de Datos</b>		
<b>5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1</b>		
<b>NIVEL 2: Temas Avanzados en Ciencia de Datos</b>		
<b>5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2</b>		
<b>CARÁCTER</b>	Optativa	
<b>ECTS NIVEL 2</b>	18	
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL: Anual</b>		
<b>ECTS Anual 1</b>	<b>ECTS Anual 2</b>	<b>ECTS Anual 3</b>
18		
<b>ECTS Anual 4</b>	<b>ECTS Anual 5</b>	<b>ECTS Anual 6</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Sí	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	No
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
<b>5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>		
<p>En esta materia, los alumnos del programa pueden profundizar en alguna o algunas de las siguientes áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temas avanzados en aprendizaje automático.</li> <li>• Temas avanzados en procesamiento de información: Caracterización, análisis y modelización de señales acústicas (audio, voz, etc.) y visuales (imagen, vídeo, etc.)</li> <li>• Ciencia de datos en biomedicina: adquisición, procesamiento y modelización de datos de origen biomédico.</li> <li>• Otras aplicaciones de la Ciencia de Datos</li> </ul> <p>Estos temas corresponden a áreas en los que los docentes del máster desarrollan su actividad investigadora.</p> <p>Alternativamente, los estudiantes pueden optar por tener una visión panorámica de temas avanzados en la vanguardia de la investigación en Ciencia de Datos y sus aplicaciones.</p>		
<b>5.5.1.3 CONTENIDOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temas avanzados en estadística, recuperación de información, procesamiento de lenguaje natural y aprendizaje automático.</li> <li>• Caracterización, análisis y modelización de señales tanto acústicas (audio, voz, etc.) como visuales (imagen, vídeo, etc.)</li> <li>• Adquisición, procesamiento y modelización de datos de origen biomédico.</li> <li>• Aplicaciones de la Ciencia de Datos</li> </ul>		
<b>5.5.1.4 OBSERVACIONES</b>		



<b>5.5.1.5 COMPETENCIAS</b>		
<b>5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES</b>		
CG01 - Plantear y abordar problemas en contextos tanto académicos como profesionales cuya solución requiera de los métodos y técnicas de la ciencia de datos.		
CG02 - Diseñar sistemas basados en el conocimiento que permitan abordar problemas de interés práctico e impacto socio-económico en entornos interdisciplinarios.		
CG03 - Identificar y seleccionar los métodos, técnicas y herramientas de ciencia de datos más apropiados para la resolución de los problemas abordados.		
CG04 - Tomar en consideración las implicaciones sociales y económicas de las soluciones propuestas y actuar de forma responsable de acuerdo con las conclusiones del análisis realizado usando como guía principios éticos sólidos.		
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		
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		
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		
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.		
<b>5.5.1.5.2 TRANSVERSALES</b>		
CT01 - Capacidad para la identificación y el manejo adecuado de fuentes de información.		
CT02 - Capacidad de análisis y síntesis para la elaboración de informes		
CT03 - Capacidad para la exposición, comunicación y defensa de ideas con argumentos rigurosos y completos trabados en un discurso bien estructurado, claro y transparente.		
CT04 - Capacidad de trabajar en equipo.		
CT05 - Capacidad de aprender de manera autónoma para completar su formación científica y tecnológica, ética, social y, en general, humana.		
<b>5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS</b>		
CE13 - Conocer, entender y manejar técnicas avanzadas en la vanguardia de la ciencia de datos.		
<b>5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS</b>		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Desarrollo de contenidos teóricos y prácticos	63	100
Resolución de problemas y análisis de casos prácticos	42	100
Prácticas en laboratorios informáticos	42	50
Proyectos desarrollados por parte de los estudiantes de manera individual o en grupos de tamaño reducido	63	0
Estudio y trabajo autónomo por parte del estudiante	192	0
Seminarios impartidos por expertos	9	100
Tutorías individuales o en grupos reducidos	21	100
Evaluación	18	100
<b>5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES</b>		
No existen datos		
<b>5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA



Exámenes escritos u orales	40.0	80.0
Evaluación de los informes y presentaciones de los trabajos y proyectos realizados	10.0	40.0
Evaluación de las prácticas de laboratorio	10.0	40.0
Evaluación de la participación y aprovechamiento en seminarios	0.0	10.0
Informes sobre la participación, desempeño y aprovechamiento por parte del tutor	0.0	20.0
<b>5.5 NIVEL 1: Trabajo Fin de Máster</b>		
<b>5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1</b>		
<b>NIVEL 2: Trabajo de Fin de Máster</b>		
<b>5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2</b>		
<b>CARÁCTER</b>	Trabajo Fin de Grado / Máster	
<b>ECTS NIVEL 2</b>	12	
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral</b>		
<b>ECTS Semestral 1</b>	<b>ECTS Semestral 2</b>	<b>ECTS Semestral 3</b>
		12
<b>ECTS Semestral 4</b>	<b>ECTS Semestral 5</b>	<b>ECTS Semestral 6</b>
<b>ECTS Semestral 7</b>	<b>ECTS Semestral 8</b>	<b>ECTS Semestral 9</b>
<b>ECTS Semestral 10</b>	<b>ECTS Semestral 11</b>	<b>ECTS Semestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Sí	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	No
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
<b>5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño y desarrollo de un proyecto de un sistema, aplicación o servicio en el ámbito de conocimiento de las materias abarcadas en el Máster de complejidad suficiente, de forma que sea posible, por medio de la evaluación de sus resultados, determinar si el estudiante ha adquirido los conocimientos y competencias asociados al título.</li> <li>Elaboración y defensa de un informe sobre el proyecto realizado en el que el estudiante demuestre su capacidad para analizar problemas complejos, diseñar e implementar soluciones tecnológicas para dichos problemas dentro del ámbito de la Ciencia de Datos, así como su capacidad de análisis, síntesis, presentación y comunicación.</li> </ul>		
<b>5.5.1.3 CONTENIDOS</b>		
<p>El Trabajo de Fin de Máster (TFM) es un trabajo original realizado individualmente por el estudiante bajo la dirección y supervisión de un tutor, preferiblemente doctor o con experiencia y competencia profesional acreditada. Su desarrollo debe involucrar la articulación de los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos a lo largo de su formación en el máster. Adicionalmente debe tener carácter formativo, abordar problemas propios del área profesional correspondiente y servir de preparación para posteriores etapas de formación académica en estudios de doctorado, incorporando componentes de investigación o innovación. El trabajo involucrará la realización de estudios, valoraciones e informes acerca de las tecnologías disponibles, innovaciones y alternativas. Finalmente, debe ser realizado con rigor científico y de manera conforme a los principios éticos.</p> <p>El proyecto tendrá un componente de innovación o investigación en el que se utilicen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas. Será defendido ante un tribunal académico designado a tal efecto.</p>		



#### 5.5.1.4 OBSERVACIONES

El Trabajo de Fin de Máster puede llevarse a cabo, bien en un grupo de investigación de la EPS-UAM involucrado en la docencia del máster, bien en otros grupos de investigación, tanto de la UAM como de otras universidades y centros de investigación tanto españoles como extranjeros. En el segundo caso, el trabajo será dirigido por un tutor doctor, quién deberá contar con la aprobación de la Comisión de Coordinación del Máster. Asimismo, dicha comisión le asignará, de entre los docentes del máster, un ponente académico.

También se contempla la posibilidad de que el estudiante realice su TFM en una empresa, siempre y cuando se acredite que el trabajo a realizar tiene una componente de innovación o investigación acorde con los objetivos del máster. En este caso, el estudiante deberá contar con un tutor empresarial y tener asignado un ponente académico, elegido entre los docentes del máster. Las tareas de aprobación del primero y designación del segundo corresponden a la Comisión de Coordinación del Máster.

El tutor empresarial será un profesional con experiencia y competencia acreditada. Es responsable de establecer el programa de trabajo, el cual necesariamente deberá tener un componente formativo acorde con los objetivos del máster, y realizar un seguimiento del trabajo del estudiante. La labor del ponente académico es verificar que las actividades a realizar involucran la aplicación de los conocimientos y competencias asociados al título, y que el proyecto cumple los requisitos académicos y formativos correspondientes a un Trabajo de Fin de Máster.

En todos los casos, en coordinación con la Oficina de Prácticas de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid (EPS-UAM) se establecerán los convenios pertinentes que hagan posible la formación externa de los estudiantes con suficientes garantías.

La defensa del Trabajo de Fin de Máster se realizará una vez aprobadas el resto de asignaturas necesarias para finalizar los estudios de Máster. El trabajo de fin de Máster será evaluado mediante la elaboración de un informe sobre los resultados del proyecto realizado por el estudiante y su defensa por parte del estudiante ante un tribunal universitario nombrado por la Comisión de Coordinación y Seguimiento del Título.

#### 5.5.1.5 COMPETENCIAS

##### 5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG01 - Plantear y abordar problemas en contextos tanto académicos como profesionales cuya solución requiera de los métodos y técnicas de la ciencia de datos.

CG02 - Diseñar sistemas basados en el conocimiento que permitan abordar problemas de interés práctico e impacto socio-económico en entornos interdisciplinarios.

CG03 - Identificar y seleccionar los métodos, técnicas y herramientas de ciencia de datos más apropiados para la resolución de los problemas abordados.

CG04 - Tomar en consideración las implicaciones sociales y económicas de las soluciones propuestas y actuar de forma responsable de acuerdo con las conclusiones del análisis realizado usando como guía principios éticos sólidos.

CG05 - Participar en y liderar proyectos de innovación e investigación en el ámbito de la ciencia de datos.

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

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

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

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

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.

##### 5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT01 - Capacidad para la identificación y el manejo adecuado de fuentes de información.

CT02 - Capacidad de análisis y síntesis para la elaboración de informes

CT03 - Capacidad para la exposición, comunicación y defensa de ideas con argumentos rigurosos y completos trabados en un discurso bien estructurado, claro y transparente.

CT04 - Capacidad de trabajar en equipo.

CT05 - Capacidad de aprender de manera autónoma para completar su formación científica y tecnológica, ética, social y, en general, humana.

##### 5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE13 - Conocer, entender y manejar técnicas avanzadas en la vanguardia de la ciencia de datos.



CE14 - Ser capaz de realizar un trabajo individual que integre los conocimientos adquiridos en la totalidad del máster y defenderlo públicamente ante un tribunal.		
<b>5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS</b>		
<b>ACTIVIDAD FORMATIVA</b>	<b>HORAS</b>	<b>PRESENCIALIDAD</b>
Estudio y trabajo autónomo por parte del estudiante	178	0
Trabajo en un grupo de investigación	100	50
Evaluación	2	100
Seguimiento y supervisión del Trabajo de Fin de Máster	20	100
<b>5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES</b>		
Lectura y análisis dirigidos de textos, artículos o informes técnicos		
Aprendizaje orientado a proyectos y cooperativo		
<b>5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>		
<b>SISTEMA DE EVALUACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN MÍNIMA</b>	<b>PONDERACIÓN MÁXIMA</b>
No existen datos		



## 6. PERSONAL ACADÉMICO

6.1 PROFESORADO Y OTROS RECURSOS HUMANOS				
Universidad	Categoría	Total %	Doctores %	Horas %
Universidad Autónoma de Madrid	Profesor Contratado Doctor	33.3	100	35,7
Universidad Autónoma de Madrid	Ayudante Doctor	6.7	100	7,3
Universidad Autónoma de Madrid	Profesor Titular de Universidad	36.7	100	34
Universidad Autónoma de Madrid	Catedrático de Universidad	23.3	100	23
PERSONAL ACADÉMICO				
Ver Apartado 6: Anexo 1.				
6.2 OTROS RECURSOS HUMANOS				
Ver Apartado 6: Anexo 2.				

## 7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

Justificación de que los medios materiales disponibles son adecuados: Ver Apartado 7: Anexo 1.

## 8. RESULTADOS PREVISTOS

8.1 ESTIMACIÓN DE VALORES CUANTITATIVOS		
TASA DE GRADUACIÓN %	TASA DE ABANDONO %	TASA DE EFICIENCIA %
80	20	80
CODIGO	TASA	VALOR %
No existen datos		
Justificación de los Indicadores Propuestos:		
Ver Apartado 8: Anexo 1.		
8.2 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA VALORAR EL PROCESO Y LOS RESULTADOS		
<p>A los efectos de organización y supervisión de las actividades del Máster Universitario en Ciencia de Datos se nombrará una Comisión de Coordinación Académica. Esta comisión así como su coordinador será nombrada por la Junta de Centro de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid.</p> <p>Será responsabilidad de dicha comisión la planificación, el seguimiento y la evaluación del funcionamiento del título, para lo cual se reunirá al menos dos veces al año.</p> <p>Los procedimientos para la valuación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado se recogen en el manual que describe el Sistema de Garantía Interna de Calidad de los Planes de Estudios de la Escuela Politécnica Superior (<a href="https://www.uam.es/EPS/documento/1242662061305/sgic.pdf">Sistema de Garantía Interna de Calidad-SGIC</a>). Se puede acceder a este manual a través del enlace</p> <p><a href="https://www.uam.es/EPS/documento/1242662061305/sgic.pdf">https://www.uam.es/EPS/documento/1242662061305/sgic.pdf</a></p> <p>Dichos procedimientos están descritos en una serie de fichas. En estas fichas se detallan los indicadores de seguimiento, control y evaluación además de los responsables de llevarlos a la práctica y proponer acciones de mejora sobre las desviaciones previstas.</p> <p>De este modo, las fichas E2-F1 hacen alusión a la calidad de la enseñanza y el uso de los datos para su mejora. Por otro lado, las fichas E2-F2 tratan del análisis los resultados del aprendizaje. Finalmente, en las fichas E2-F3 se especifica el uso de los datos sobre resultados del aprendizaje para su mejora. Los objetivos formativos globales de la titulación se medirán fundamentalmente a través de las pruebas de evaluación de las competencias adquiridas en las asignaturas cursadas y del Trabajo de Fin de Máster. Finalmente, se tendrá en cuenta la valoración del profesorado y de los estudiantes expresada en las encuestas de satisfacción.</p> <p>El impacto social del máster se medirá mediante encuestas sobre inserción laboral de los egresados. Estos y otros aspectos se recogerán anualmente en la memoria de seguimiento del máster que elaborará la Comisión de Calidad del Posgrado a partir de la información recabada de la Comisión de Coordinación Académica y del resto de agentes involucrados en la titulación. En esta memoria se analizarán aspectos del desarrollo del máster tales como la coordinación, la satisfacción de los agentes implicados, el sistema de información del título y los asuntos del buzón de sugerencias y quejas.</p> <p>De forma específica se calcularán y analizarán los indicadores y tasas que se mencionan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tasa de graduación del título: porcentaje de estudiantes que finalizan la enseñanza en el tiempo previsto en el plan de estudios (d) o en un año) en relación con su cohorte de entrada.</li> <li>Tasa de abandono del título: relación porcentual entre el número total de estudiantes de una cohorte de nuevo ingreso que debieron finalizar la titulación el curso anterior y que no se han matriculado ni en ese curso ni en el anterior.</li> <li>Tasa de eficiencia de los egresados del título: relación porcentual entre el número total de créditos establecidos en el plan de estudios y el número total de créditos en los que han tenido que matricularse a lo largo de sus estudios el conjunto de estudiantes titulados en un determinado curso académico.</li> </ul> <p>Adicionalmente se estudiará la evolución de cada uno de estos indicadores a lo largo de los distintos cursos académicos.</p>		



Se crearán y mantendrán grupos de antiguos alumnos. Finalmente, se llevará a cabo un seguimiento de los puestos profesionales o académicos desempeñados por los egresados del programa, completando así la información sobre su inserción laboral.

Tras el análisis de estos datos la Comisión comunicará los resultados a las partes implicadas, propondrá las medidas de revisión necesarias para conseguir los objetivos previstos y, en su caso, para su mejora. Adoptará asimismo las medidas necesarias para la ejecución de dichas medidas.

Cuando las variaciones anuales de los indicadores propuestos sean significativas, la Comisión solicitará a los agentes implicados un informe en el que se indiquen los motivos que podrían haber producido esta variación. La Comisión tendrá la capacidad de elaborar propuestas concretas de revisión del plan de estudios, de modificación en los programas o en la forma de impartición de las asignaturas, así como sugerir cambios en los equipos docentes, en aras de la mejora continuada de la calidad del programa.

## 9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

ENLACE	<a href="https://www.uam.es/EPS/SistemaDeGarantiaDeCalidad/1242668432722.htm">https://www.uam.es/EPS/SistemaDeGarantiaDeCalidad/1242668432722.htm</a>
--------	---

## 10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

<b>10.1 CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN</b>	
CURSO DE INICIO	2020
Ver Apartado 10: Anexo 1.	
<b>10.2 PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN</b>	
No procede.	
<b>10.3 ENSEÑANZAS QUE SE EXTINGUEN</b>	
CÓDIGO	ESTUDIO - CENTRO

## 11. PERSONAS ASOCIADAS A LA SOLICITUD

<b>11.1 RESPONSABLE DEL TÍTULO</b>			
NIF	NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
51380809M	José María	Martínez	Sánchez
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	MUNICIPIO
Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid, C/ Francisco Tomás y Valiente, 11	28049	Madrid	Madrid
EMAIL	MÓVIL	FAX	CARGO
director.eps@uam.es	647378186	914972224	Director de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid,
<b>11.2 REPRESENTANTE LEGAL</b>			
NIF	NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
05255176K	Juan Antonio	Huertas	Martínez
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	MUNICIPIO
C/ Einstein, 1. Edificio Rectorado. Ciudad Universitaria de Cantoblanco	28049	Madrid	Madrid
EMAIL	MÓVIL	FAX	CARGO
vicerektorado.docencia@uam.es	638090858	914973970	Vicerrector de Docencia, Innovación Educativa y de Calidad
El Rector de la Universidad no es el Representante Legal			
Ver Apartado 11: Anexo 1.			
<b>11.3 SOLICITANTE</b>			
El responsable del título no es el solicitante			
NIF	NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
01928387K	Manuel Antonio	Sánchez-Montañés	Isla



DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	MUNICIPIO
Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid, C/ Francisco Tomás y Valiente, 11	28049	Madrid	Madrid
EMAIL	MÓVIL	FAX	CARGO
manuel.smontanes@uam.es	647620849	914972235	Profesor Contratado Doctor



## Apartado 2: Anexo 1

Nombre :MCDD\_EPS\_UAM\_justificacion\_2020\_02\_19.pdf

HASH SHA1 :C879A407CB56CAE96722DD58D6A4AF89272C0644

Código CSV :368664515581211599546628

Ver Fichero: MCDD\_EPS\_UAM\_justificacion\_2020\_02\_19.pdf



#### **Apartado 4: Anexo 1**

**Nombre :** MCD\_EPS\_UAM\_4\_1\_sistemas\_informacion\_previa\_2019\_12\_18.pdf

**HASH SHA1 :** 1F369FECA41A496D2CBB32E5DF22B600032ECFAE

**Código CSV :** 363791172067978552448532

**Ver Fichero:** MCD\_EPS\_UAM\_4\_1\_sistemas\_informacion\_previa\_2019\_12\_18.pdf



## Apartado 5: Anexo 1

Nombre :MCD\_EPS\_UAM\_5\_1\_plan\_estudios\_2019\_10\_17.pdf

HASH SHA1 :97FE2E423A8554B8F281B9F27644F4CB26C387EF

Código CSV :356145872564451316616313

Ver Fichero: MCD\_EPS\_UAM\_5\_1\_plan\_estudios\_2019\_10\_17.pdf



## Apartado 6: Anexo 1

Nombre :MCDD\_EPS\_UAM\_6\_1\_profesorado\_2020\_02\_19.pdf

HASH SHA1 :DA26CA73B924140F61E3C8FCFFE217A057492333

Código CSV :368664697618319659226003

Ver Fichero: MCDD\_EPS\_UAM\_6\_1\_profesorado\_2020\_02\_19.pdf



## **Apartado 6: Anexo 2**

**Nombre :** MCD\_EPS\_UAM\_6\_2\_recursos\_humanos\_2019\_05\_15.pdf

**HASH SHA1 :** A3B158AE4AF2F3931DB2005560E452D23EC844E8

**Código CSV :** 338788324218533869213647

**Ver Fichero:** MCD\_EPS\_UAM\_6\_2\_recursos\_humanos\_2019\_05\_15.pdf



## Apartado 7: Anexo 1

Nombre :MCD\_EPS\_UAM\_7\_medios\_materiales\_2019\_05\_15.pdf

HASH SHA1 :10D2F826150728F52B6C24BC919FE40F21431548

Código CSV :338788688100293416792586

Ver Fichero: MCD\_EPS\_UAM\_7\_medios\_materiales\_2019\_05\_15.pdf



## **Apartado 8: Anexo 1**

**Nombre :** MCD\_EPS\_UAM\_8\_1\_justificacion\_indicadores\_propuestos\_2019\_07\_11.pdf

**HASH SHA1 :** C87D119EF49F4A84BE8224518C6E8F6A1F0333C6

**Código CSV :** 340838827010137846021129

**Ver Fichero:** MCD\_EPS\_UAM\_8\_1\_justificacion\_indicadores\_propuestos\_2019\_07\_11.pdf



## Apartado 10: Anexo 1

Nombre :MCD\_EPS\_UAM\_10\_cronograma\_implantacion\_2019\_10\_17.pdf

HASH SHA1 :F9DDCDAA374DF14D7F0A521DEA015DA2461B3C4C

Código CSV :356145935996817028108055

Ver Fichero: MCD\_EPS\_UAM\_10\_cronograma\_implantacion\_2019\_10\_17.pdf



## Apartado 11: Anexo 1

Nombre :Delegacion Firma2019.pdf

HASH SHA1 :23DE1C122EB4FFC67846F8D24C6F646DF406C641

Código CSV :332957782417322501869868

Ver Fichero: Delegacion Firma2019.pdf





# ALEGACIONES AL INFORME DE EVALUACIÓN DE 23 DE JULIO DE 2024 SOBRE LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE PLAN DE ESTUDIOS OFICIAL

## ASPECTOS PARA SUBSANAR

Se debe proporcionar una solicitud de modificación en el formulario con un nivel de detalle suficiente como para identificar los cambios generados. La solicitud de modificación no se ha modificado como se solicitaba en el informe provisional. Se han añadido únicamente aclaraciones en los puntos 1.10 y 4.1 de dicha solicitud. Se debe proporcionar una solicitud de modificación en el formulario con un nivel de detalle suficiente como para identificar los cambios generados. Se reitera que esta información se debe proporcionar en la solicitud de modificación.

De acuerdo con lo solicitado, se ha aumentado de manera significativa el nivel de detalle del formulario de solicitud de modificación, aparte de la información que se incluye en esta alegación.

## DIMENSIÓN 1: DESCRIPCIÓN, OBJETIVOS FORMATIVOS Y JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO

El objetivo “3. Gestionar y analizar grandes volúmenes de datos utilizando herramientas y plataformas de vanguardia” es muy ambicioso para un máster de 60 créditos.

Teniendo en cuenta este comentario, el objetivo 3 ha sido omitido en la lista de objetivos, renumerando los siguientes objetivos.

En relación con los perfiles de egreso, el primer párrafo sigue siendo muy genérico “...capacita para desempeñar con éxito tareas de investigación y desarrollo en diversos campos...”

Para ser más específicos, se ha sustituido dicho párrafo por:

El Máster Universitario en Ciencia de Datos, con orientación investigadora, capacita para desempeñar con éxito tareas de investigación y desarrollo en **campos donde se requiera un análisis y gestión avanzada de los datos**.

Por otra parte, el listado es muy ambicioso para un máster de 60 créditos. Debería revisarse.

Para tratar de ser más realistas, se han eliminado los perfiles de Consultor/a en Ciencia de Datos y de Docente en Universidad.

Por otra parte, los perfiles de Investigador/a en Ciencia de Datos y Científico/a de Datos en I+D eran bastante similares, por lo que se han fusionado en una nueva descripción del perfil de Investigador/a en Ciencia de Datos.



## DIMENSIÓN 2. RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y DE APRENDIZAJE

Se responde de forma general a todos los aspectos marcados en esta dimensión, alegando que se revisa y se marcan los cambios.

En las presentes alegaciones se ha tratado de responder de manera más específica a cada aspecto planteado.

En el informe provisional se indicaba que “se debe reflejar en el informe de modificación qué es lo que realmente se ha modificado de esta dimensión. Es decir, si se trata de una redacción integral de los RA o si se adaptan las antiguas competencias y se clasifican en conocimientos, competencias y habilidades”.

En la iteración anterior se realizó una revisión integral de los RA. En la iteración actual se ha realizado una revisión de las competencias, con el fin de ajustarse a los aspectos señalados.

Dado que se trata de un cambio en la redacción integral de los RA, se debe reflejar este cambio en el formulario de solicitud de modificación.

Se ha modificado el formulario de solicitud de modificación introduciendo la descripción “Se ha realizado un cambio en la redacción integral de los Resultados de Aprendizaje (RA).” en la descripción de cambios de la dimensión 2.

Aunque se mejora la especificidad y redacción de la mayoría de RAs, se deben subsanar los siguientes aspectos:

Las competencias son muy ambiguas y generales. En su mayoría son enunciados poco evaluables enfocados a capacidades transversales poco relacionadas con la temática del máster:

Se han redactado de nuevo las competencias siguiendo las directrices del revisor. En consecuencia, en términos generales, consideramos que las competencias están más relacionadas con la temática del máster en esta última versión que presentamos.

- La competencia CO01 define una capacidad global enfocada a la “resolución de problemas en entornos nuevos o pocos conocidos”. El enunciado planteado es difícilmente evaluable y resulta más adecuado como objetivo formativo. Se debe revisar. Además, se solapa con la habilidad HD01.

La descripción anterior de la competencia CO01 y la habilidad HD01 era:

CO01	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.
HD01	Plantear y abordar problemas cuya solución requiera de los métodos y técnicas de la ciencia de datos en entornos profesionales, académicos y/o de investigación.

Se ha reformulado CO01 de la siguiente manera:



CO01 - Utilizar las técnicas apropiadas de análisis, estadística y aprendizaje automático sobre los datos disponibles para representar la información, descubrir nuevas relaciones en los datos y ofrecer una visualización y comprensión intuitiva, precisa y profunda de los mismos para respaldar la toma de decisiones.

Por otra parte, al haberse resuelto el solape, la habilidad HD01 se ha dejado igual.

- La competencia CO04 no es una competencia específica evaluable. “Ser capaz de seguir aprendiendo...” no es una competencia válida. De hecho, su asignación en la dimensión 4 es a prácticamente la totalidad del plan de estudios. Se debe reformular.

Siguiendo los comentarios del revisor, se ha eliminado la competencia CO04 anterior y se han reenumerado las actuales.

- Las competencias CO02 y CO05 son competencias transversales poco enfocadas a la temática del máster. Más allá de su especificidad, ambas se enfocan en la capacidad de juicio en la toma de decisiones. Se deben unificar en un enunciado más enfocado a la temática del máster.

La descripción anterior de las competencias CO02 y CO05 era:

CO02	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
CO05	Tomar en consideración las implicaciones sociales, ambientales y económicas de las soluciones propuestas y actuar de forma responsable de acuerdo con las conclusiones del análisis realizado usando como guía principios éticos sólidos, valores democráticos y objetivos de desarrollo sostenible

Ambas competencias estaban relacionadas con las mismas asignaturas, y se han unificado ahora en la siguiente nueva competencia CO02:

CO02 - Aplicar consideraciones legales, de diversidad, accesibilidad universal, ética, respeto social, valores democráticos y desarrollo sostenible en la construcción de sistemas que utilizan la ciencia de datos.

- La CO06 no define una capacidad. Se debe definir las capacidades adquiridas que permiten participar o liderar un proyecto.

La descripción anterior de la competencia CO06 era:

CO06 - Participar en y liderar proyectos de innovación e investigación en el ámbito de la ciencia de datos.



Dicha competencia se ha reformulado de la siguiente manera:

CO06 - Liderar y gestionar proyectos de investigación o desarrollo en el ámbito de la ciencia de datos, gestionando equipos de trabajo, monitorizando la evolución del proyecto, gestionando los riesgos asociados, y estableciendo acciones correctivas si fuera necesario.

- La CO03 y CO07 deben unificarse en una redacción completa y específica con la temática del máster.

La descripción anterior de las competencias CO03 y CO07 era:

CO03	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
CO07	Exponer, comunicar y defender ideas con argumentos rigurosos y completos, trabados en un discurso bien estructurado, claro y transparente

Se han unificado en la siguiente competencia, que se mantiene asociada a las mismas asignaturas que la CO03 anterior:

CO03 Exponer, comunicar y defender ideas en el ámbito de la ciencia de datos mediante argumentos rigurosos y completos, empleando un discurso bien estructurado, claro y transparente.

La competencia CO08 no es una competencia específica ni evaluable tal y como se plantea.

La descripción anterior de la competencia CO08 era:

- CO08 - Capacidad de trabajar en equipo

Se ha eliminado, al considerarla una competencia que ya debería tener adquirida el estudiante.

Muchos RAs son de carácter transversal, por ejemplo:

- CO04 - Ser capaz de continuar aprendiendo de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

Como se mencionaba más arriba, dicha competencia se ha eliminado en la redacción actual de los RAs.

- CO07 - Exponer, comunicar y defender ideas con argumentos rigurosos y completos, trabados en un discurso bien estructurado, claro y transparente

Como se comentaba anteriormente, dicha competencia se ha unificado con la CO03.

- CO08 - Capacidad de trabajar en equipo



Como se comentaba anteriormente, se ha eliminado esta competencia.

En general se debe hacer un esfuerzo por redactar de forma más específica los RA para permitir una asignación coherente con los contenidos de las asignaturas.

Se ha revisado la redacción de las competencias y se ha mejorado para que sea más específica.

Se han reenumerado las competencias, de CO01 a CO06, de la siguiente forma:

- Las CO03 y CO07 de la propuesta anterior se han unido en la CO03.
- Las CO02 y CO05 de la propuesta anterior se han unido como CO02.
- Se ha eliminado la CO08 de la propuesta anterior.

Se han incluido además estas competencias nuevas:

CO07 Utilizar las técnicas más adecuadas de optimización y computación numérica en problemas de aprendizaje automático.

CO08 Desarrollar e implementar estrategias escalables de gestión masiva de datos para su adquisición, almacenamiento, conservación y disponibilidad para su posterior procesamiento.

CO11 Investigar, diseñar, implementar y evaluar nuevas aplicaciones, técnicas y métodos de análisis de datos utilizando los principios y las tecnologías adecuadas.

Las competencias quedan de la siguiente manera:

CO01 - Utilizar las técnicas apropiadas de análisis, estadística y aprendizaje automático sobre los datos disponibles para representar la información, descubrir nuevas relaciones en los datos y ofrecer una visualización y comprensión intuitiva, precisa y profunda de los mismos para respaldar la toma de decisiones.

CO02 - Aplicar consideraciones legales, de diversidad, accesibilidad universal, ética, respeto social, valores democráticos y desarrollo sostenible en la construcción de sistemas que utilizan la ciencia de datos.

CO03 - Exponer, comunicar y defender ideas en el ámbito de la ciencia de datos mediante argumentos rigurosos y completos, empleando un discurso bien estructurado, claro y transparente.

CO04 - Diseñar, desarrollar y transferir los resultados de proyectos de investigación en ciencia de datos utilizando una metodología adecuada.

CO05 - Elaborar, exponer y defender un trabajo-proyecto original, síntesis de los conocimientos adquiridos en el título.

CO06 - Liderar y gestionar proyectos de investigación o desarrollo en el ámbito de la ciencia de datos, gestionando equipos de trabajo, monitorizando la evolución del



proyecto, gestionando los riesgos asociados, y estableciendo acciones correctivas si fuera necesario.

CO07 Utilizar las técnicas más adecuadas de optimización y computación numérica en problemas de aprendizaje automático.

CO08 Desarrollar e implementar estrategias escalables de gestión masiva de datos para su adquisición, almacenamiento, conservación y disponibilidad para su posterior procesamiento.

CO09 Diseñar, desarrollar y transferir los resultados de proyectos de investigación utilizando una metodología adecuada.

CO10 Elaborar, exponer y defender un trabajo-proyecto original, síntesis de los conocimientos adquiridos en el título.

CO11 Investigar, diseñar, implementar y evaluar nuevas aplicaciones, técnicas y métodos de análisis de datos utilizando los principios y las tecnologías adecuadas.

Por otra parte, se han incluido los siguientes Conocimientos/contenidos:

CC11-OPT Comprender las técnicas actuales de Procesamiento del Lenguaje Natural, en especial las recientes técnicas basadas en Aprendizaje Profundo (deep learning).

CC12 Comprender las bases matemáticas y computacionales de sistemas avanzados de Aprendizaje Automático.

Y se ha acortado la descripción del CC10-OPT:

CC10-OPT Comprender el proceso de aprendizaje de los parámetros de una red bayesiana mediante el principio de máxima verosimilitud y el algoritmo EM, hacer inferencia exacta en estas redes, y hacer inferencia aproximada utilizando diferentes métodos, incluyendo métodos deterministas y estocásticos, entendiendo las ventajas y desventajas de cada uno.

a:

CC10-OPT Comprender el proceso de aprendizaje de una red bayesiana, hacer inferencia exacta en estas redes, y hacer inferencia aproximada utilizando diferentes métodos, incluyendo métodos deterministas y estocásticos, entendiendo las ventajas y desventajas de cada uno.



Finalmente, en Habilidades/destrezas, se ha hecho lo siguiente:

Las habilidades HD04-OPT y HD05-OPT:

HD04-OPT - Tratar y procesar señales empleando digitalización y filtros lineales.

HD05-OPT - Utilizar distintas transformadas con el objeto de representar las señales en el dominio tiempo-frecuencia para su posterior caracterización, análisis y modelización.

han sido fusionadas en una:

HD05-OPT - Tratar y procesar señales empleando digitalización y filtros lineales. Utilizar distintas transformadas con el objeto de representar las señales en el dominio tiempo-frecuencia para su posterior caracterización, análisis y modelización.

Por otra parte, la habilidad HD03:

HD03 - Buscar, analizar críticamente y seleccionar información bibliográfica relevante, así como redactar memorias, informes y artículos científicos y técnicos.

se ha partido en:

HD03 Redactar memorias, informes y artículos científicos y técnicos.

HD04 Buscar, analizar críticamente y seleccionar información bibliográfica relevante.

Las habilidades HD10 y HD11:

HD10 Utilizar sistemas de computación masiva y de altas prestaciones (computación distribuida, en cluster, en la nube, en GPUs, etc.) para tratar grandes volúmenes de datos usando marcos y paradigmas de programación específicos para dichos sistemas.

HD11 Diseñar la arquitectura de un sistema de altas prestaciones con el objeto de incrementar el rendimiento, mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos, permitir la escalabilidad y garantizar la tolerancia a fallos.

han sido fusionadas en:

HD10 Utilizar sistemas de computación masiva y de altas prestaciones para tratar grandes volúmenes de datos usando marcos y paradigmas de programación específicos. Diseñar su arquitectura para incrementar el rendimiento, mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos, permitir la escalabilidad y garantizar la tolerancia a fallos.



Se han incluido las siguientes habilidades específicas de asignaturas optativas:

HD11-OPT Resolver problemas de aprendizaje automático usando técnicas avanzadas basadas en núcleos y aprendizaje de subvariedades.

HD12-OPT Resolver problemas de planificación y control mediante técnicas de aprendizaje por refuerzo.

#### **DIMENSIÓN 4: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS**

Se debe responder a los aspectos a subsanar identificados en el informe provisional de manera individual. Se proporciona una respuesta global y poco explicativa.

No se incluye una tabla de asignaturas/RA. No se aporta a pesar de que se solicitó. Se debe proporcionar una tabla de cruce entre materias y resultados de aprendizaje. Se han definido RA optativos que también debieran incluirse en esta tabla global. Es necesario tener la tabla asignaturas/RA para poder realizar una evaluación completa.

Se ha añadido la tabla solicitada en el documento de estructura de las enseñanzas, después de la información específica de las asignaturas.

En las asignaturas optativas se alcanzan los mismos RA, lo cual no parece lógico, habiendo contenidos diferenciados. Sigue habiendo materias optativas que adquieren los mismos resultados de aprendizaje que las materias obligatorias, por ejemplo “Temas Avanzados en Ciencia de Datos”. Dado que las materias optativas no se cursan por la totalidad de los alumnos, estas deben contribuir a la asimilación de RAs específicos.

Se han cambiado los RAs de las asignaturas optativas, de tal forma que ahora cada una de ellas está asociada a al menos un RA específico de asignaturas optativas. Como se ha mencionado más arriba en las alegaciones de la Dimensión 2, se han eliminado algunos RAs transversales comunes a la mayoría de asignaturas. Por otra parte, en esta iteración proponemos un total de 11 RAs específicos de asignaturas optativas (CC06-OPT a CC11-OPT, HD05-OPT, HD11-OPT, HD12-OPT, CO04-OPT y CO05-OPT).

Se deben revisar los contenidos de las materias ya que son muy ambiciosos para la asignación crediticia. En especial en las asignaturas de 3 créditos. A modo de ejemplo, “Procesamiento de información temporal” tiene como contenidos: Caracterización y modelado de series temporales mediante filtros lineales; modelos estadísticos estacionarios; modelos estadísticos no estacionarios y con variables exógenas; modelos ocultos de Markov con variables discretas; modelos ocultos de Markov con variables continuas; redes neuronales recurrentes; LSTMs; causalidad en series temporales. Además, los RA definidos inciden en la aplicación y el dominio, por lo que los contenidos deben permitir su adquisición.

Se han revisado en detalle los contenidos de todas las asignaturas teniendo en cuenta estas directrices, tratando de adecuarlos a los créditos asignados.



Dado el carácter investigador del máster, los contenidos deben tener la profundidad necesaria para conocer a fondo los métodos y técnicas de cada uno de los componentes de las asignaturas y no quedarse en la mera utilización de herramientas.

Además de revisar en detalle los contenidos de todas las asignaturas para asegurar la profundización en los métodos y técnicas, se han incluido dos Conocimientos/contenidos nuevos:

CC11-OPT Comprender las técnicas actuales de Procesamiento del Lenguaje Natural, en especial las recientes técnicas basadas en Aprendizaje Profundo (deep learning).

CC12 Comprender las bases matemáticas y computacionales de sistemas avanzados de Aprendizaje Automático.

y la competencia anteriormente comentada:

CO11 Investigar, diseñar, implementar y evaluar nuevas aplicaciones, técnicas y métodos de análisis de datos utilizando los principios y las tecnologías adecuadas.

que hace referencia explícitamente a adquisición de conocimientos y competencias relacionadas con investigación.

Se indicó en el informe provisional que se debiera asignar al TFM únicamente la competencia específica a dicho fin (con la nueva numeración corresponde a la CO10). La asignación propuesta comprende 1 conocimiento, 3 habilidades y 9 competencias. Dado que los RAs propuestos son tan genéricos, esto no presupone un problema, pero se debe tener en cuenta cuando se revise la dimensión 2.

En la propuesta actual se ha asignado al TFM únicamente la competencia específica para el TFM CO10, “Elaborar, exponer y defender un trabajo-proyecto original, síntesis de los conocimientos adquiridos en el título”.

## **DIMENSIÓN 5: PERSONAL ACADÉMICO**

Se debe responder a los aspectos a subsanar de manera individual. Se proporciona una respuesta global y poco explicativa.

Se realiza a continuación una respuesta individual de los aspectos que se indican.

Dado que la titulación se imparte únicamente en modalidad presencial, se deben eliminar las referencias a modalidades híbrida y virtual en las tablas de la dimensión 5 con el fin de favorecer su comprensión y simplificar el contenido de las mismas.

Se ha realizado esta eliminación en las tablas 5a, 5b y 5d.

En el informe provisional se indicaba “Hay discrepancias respecto a lo indicado en la dimensión 4. Por ejemplo, en la tabla de TFM se indica que la [A11] Tutorías es de 15 h/alumno, mientras que en esta dimensión se indica “Se incluye el tiempo dedicado a tutorías y dirección de TFM. Para calcular este número se ha estimado la carga docente con el número máximo posible de estudiantes matriculados (20 h/estudiante x 30 estudiantes)”. Al no aportarse explicación, este aspecto sigue sin considerarse



resuelto. Se estima una carga de 35 horas por ECTS. Teniendo en cuenta que el título oferta 78 ECTS (incluyendo todas las optativas), esto supone una carga de  $78 \times 35 = 2730$  horas. A esto hay que sumarle las 450 horas de dirección de TFM, resultando  $2730+450=3180$  horas. Sin embargo, la carga total de actividades docentes asignadas (Tabla 5c) es de 2730. Faltan las horas del TFM que no han sido asignadas a ningún profesor.

Se ha añadido la información sobre la dedicación del profesorado a tutorización de TFMs en las tablas 5c y 5d.

Se debe actualizar la numeración del punto “6.2 Otros Recursos Humanos”, que ha quedado obsoleta.

Se ha realizado este cambio en la numeración, quedando ahora como 5.2. Se han actualizado además los enlaces y la fecha del plan de igualdad.

No se proporciona información específica del personal de apoyo requerido para esta titulación en concreto. Se debe revisar.

Se ha incluido en el punto 5.2 nuestra estimación sobre el apoyo de la plantilla del PTGAS de la EPS-UAM a este máster. No se requiere de personal específico para el máster aparte del que ya existe en la plantilla del PTGAS de la EPS-UAM.

Se debe aclarar por qué la nueva configuración del máster que supone un paso de 72 ECTS a 60 ECTS supone un incremento de la carga docente. No se aclara a pesar de que se solicitó.

La nueva configuración no supone un incremento de la carga docente. Se ha revisado que el documento de justificación no plantee este supuesto. El Máster de 72 ECTS tenía 1348 horas de actividad docente presencial del profesorado, mientras que esta propuesta de 60 ECTS representa 1074 horas de actividades presenciales, incluyendo en ambos casos la tutorización de TFMs.

Por si hubiera dado lugar a confusión, nos gustaría aclarar que en la primera versión de solicitud de modificación se hacía referencia en el apartado 5.1 a la solicitud de verificación del título original en 2020, y ahí se incluía en el correspondiente apartado 6.1 una mención al incremento de carga docente en su momento. Pero esto reiteramos que se refería a la primera implementación del título de 72 ECTS, y no a la actual propuesta de modificación a 60 ECTS.



# ALEGACIONES AL INFORME DE EVALUACIÓN DE 14 DE JUNIO DE 2024 SOBRE LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE PLAN DE ESTUDIOS OFICIAL

## ASPECTOS PARA SUBSANAR

Se debe proporcionar una solicitud de modificación en el formulario con un nivel de detalle suficiente como para identificar los cambios generados. La propuesta de modificación que se adjunta en el punto 1.10 es un buen punto de partida.

A partir de la revisión, hemos ido completando aquellos aspectos que requerían ser subsanados, según lo indicado por el evaluador.

Existen numerosas erratas en el aplicativo del ministerio. Aparece el símbolo # en lugar de tildes o la letra ñ o de símbolos. Se debe revisar.

Las erratas solo aparecían al imprimir la memoria en PDF, por una limitación de la plataforma, al no soportar las dos formas estándar de codificar dichos caracteres. La versión web no parece tener dicha limitación, por lo que no se pudo detectar al escribir dichos apartados. Se ha subsanado convirtiendo el formato de descompuesto, con dos símbolos, a compuesto, con un único símbolo. Al no haber cambiado el texto, sino su codificación interna, no se ha marcado esta modificación. Esto ha afectado a los apartados 1.11-1.13, 3.1, 4.2, 4.3 y 7.2.

## DIMENSIÓN 1: DESCRIPCIÓN, OBJETIVOS FORMATIVOS Y JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO

Con el fin de mantener una memoria clara y ordenada, se deben eliminar las respuestas a procesos de verificación/modificación pasados presentes en el documento adjunto al 1.10. Se deben evitar tachaduras o resaltar en color elementos de estos procesos anteriores ya que dificultan la identificación de las modificaciones generadas.

De acuerdo con lo solicitado, en el presente documento se han eliminado las respuestas al proceso de verificación previo. Igualmente, se han eliminado tachaduras y colores de la justificación original del título.

Se proporciona una justificación no adaptada al nuevo RD822/2021. Dado que el objeto primordial de la modificación es dicha adaptación, se debe revisar este punto. Las modificaciones generadas deben quedar resaltadas en otro color para facilitar la evaluación.

Hemos revisado este punto en detalle y hemos realizado las modificaciones necesarias resaltando los cambios.

Se proporciona una descripción muy ambigua de los perfiles de egreso: “Los egresados encuentran trabajo como científico de datos en empresas de tecnología y centros de investigación”. Se deben reformular los perfiles de egreso siguiendo la



Guía para la verificación y modificación de los títulos oficiales de Grado y Máster: Los perfiles fundamentales de egreso son “el conjunto de cualificaciones académicas y profesionales que alcanza un egresado tras finalizar la titulación que ha cursado. Han de concretarse en los campos profesionales en los que los egresados pueden desempeñar con éxito las tareas habituales que presenta la vida real.” La descripción de las cualificaciones académicas, técnicas y profesionales puede acompañarse de un listado de posibles profesiones o puestos profesionales pertinentes. De no disponer de espacio en el aplicativo, se puede referenciar al anexo del punto 1.10. En el mismo sentido, el perfil de egreso debe estar relacionado con la orientación investigadora del máster. Así, cuando se dice que trabajarán en empresas de tecnología como científicos de datos se debe hacer referencia a que las labores que desarrollarán estarán relacionadas con la investigación o innovación.

[Se ha mejorado la descripción de los perfiles de egreso, incluyendo la nueva información en este documento.](#)

Igualmente el objetivo formativo debe estar claramente alineado con la orientación investigadora del máster.

[Se ha mejorado la descripción del objetivo formativo \(apartado “\[1.11-1.13\] Objetivos formativos, estructuras curriculares específicas y de innovación docente”\).](#)

## **DIMENSIÓN 2. RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y DE APRENDIZAJE**

Se debe reflejar en el informe de modificación qué es lo que realmente se ha modificado de esta dimensión. Es decir, si se trata de una redacción integral de los RA o si se adaptan las antiguas competencias y se clasifican en conocimientos, competencias y habilidades.

Los RA son muy genéricos y hay asignaturas que tienen RA que no se corresponden con los contenidos abordados. Por ejemplo, la asignatura “Procesamiento de datos a gran escala” tiene un componente muy importante de arquitectura de computadores y paradigmas de computación que no tiene reflejo en los RA. Otro ejemplo similar ocurre con la asignatura “Gestión de datos” enfocada en el almacenamiento y recuperación de información. Claramente los RA indicados para esa asignatura son demasiado genéricos y no representan el verdadero propósito de esta. En general, esta situación hace que haya asignaciones de RA poco trazables con los contenidos de las asignaturas como en “Computación numérica” que tiene asignado el [CC2] *Describir los conceptos esenciales de un sistema avanzado de Aprendizaje Automático.*

Se deben revisar los RA para ser más específicos y dar información más concreta de lo que resultará del estudio de las diferentes asignaturas que componen el plan de estudios. La revisión debe abarcar el plan de estudios completo para ofrecer RA más específicos para cada una de las asignaturas que lo componen.

También debe tenerse en cuenta lo siguiente:

El verbo de desempeño “describir” o “identificar” no son adecuados para definir un conocimiento que debe ser avanzado dado el nivel MECES 3 de la titulación. Este verbo debería ir en la línea de “comprender” o “dominar”, entre otros. Se debe revisar.



Los conocimientos CC1 y CC2 son muy similares. El primero se enfoca en describir las técnicas y el segundo en describir los conceptos. No obstante, ninguno de ellos es lo suficientemente específico ni avanzado como para considerarse válido. Se debe revisar.

Del mismo modo, los conocimientos CC3 y CC4, son casi idénticos. El primero habla de “Identificar y explicar qué método es más adecuado” y el segundo de “Identificar y seleccionar los métodos, técnicas y herramientas de ciencia de datos más apropiados”. No solo son iguales si no que se plantean como competencia/habilidad ya que no se enfoca en la comprensión de un contenido o técnica sino en la capacidad de selección y juicio entre diversas opciones. Se debe revisar.

La habilidad “HD1 - Aplicar los principales paradigmas y métodos avanzados dentro del campo de la Ciencia de Datos, así como también utilizar las principales áreas de interés y trabajos de investigación en ese campo” es muy ambigua. ¿a qué se refiere el concepto “principales paradigmas y métodos avanzados”? Se debe ser más específico en la redacción de los RA con el fin de que no solo sean avanzados sino asimilables y evaluables.

La competencia CO2 es una competencia transversal que no es específica con la temática de la titulación. Aunque esto no presupone un problema, se debe revisar su asignación a las materias de la dimensión 4, ya que carece de sentido su presencia en materias de perfil técnico.

La competencia CO3 es prácticamente idéntica al CC4 y CC3.

Se deben identificar aquellos RA vinculados a las materias optativas designando un identificativo adicional; por ejemplo, OPT.

[Hemos revisado todo esto en detalle y hemos realizado las modificaciones necesarias resaltando los cambios.](#)

### **DIMENSIÓN 3: ADMISIÓN, RECONOCIMIENTO Y MOVILIDAD**

Los enlaces a la normativa de movilidad de estudiantes no son correctos y se deben actualizar.

[Se han actualizado estos enlaces.](#)

### **DIMENSIÓN 4: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS**

No se incluye una tabla de asignaturas/RA.

En las asignaturas optativas se alcanzan los mismos RA, lo cual no parece lógico, habiendo contenidos diferenciados.

Se definen las tutorías, tanto individuales como grupales, como actividades de refuerzo para la resolución de dudas. Estas tutorías, tal y como se plantean no son una actividad formativa en si misma. Se debe confirmar si se trata de tutorías obligatorias y, en dicho caso, cómo se garantiza el cumplimiento de las mismas. De lo contrario, serán consideradas actividades de refuerzo y no podrán imputar horas en las fichas. Esto no es así para el caso del TFM, en el que las tutorías si son clave para la supervisión del estudiante (A11).



Dado que el TFM puede abordar diferentes temáticas, sería adecuado que le se asigne únicamente la competencia C01.

Hemos revisado esto en detalle y hemos realizado las modificaciones necesarias.

## **DIMENSIÓN 5: PERSONAL ACADÉMICO**

La información no sigue la estructura actual de tablas que establece la Guía de la Fundación. Se deben completar las tablas de la dimensión 5 que aparecen en la guía de la Fundación.

Entendiendo que los datos de esta dimensión no están actualizados, se han detectado algunos aspectos que habría que tener en cuenta:

La Tabla 6.1.2 indica que el TFM son 12 créditos. Se debe aclarar si son 12 ECTS o 9 tal y como se ha indicado en la dimensión 4. Lo mismo ocurre con “Procesamiento de información para la ciencia de datos” o con “Introducción a la Metodología de la Investigación”. La carga total se debe corregir también.

Se debe aclarar por qué la nueva configuración del máster que supone un paso de 72 ECTS a 60 ECTS supone un incremento de la carga docente.

Se indica que tutorías de las asignaturas [A09] son grupales, pero no queda claro su reflejo en la dedicación del profesorado.

Hay discrepancias respecto a lo indicado en la dimensión 4. Por ejemplo, en la tabla de TFM se indica que la [A11] Tutorías es de 15 h/alumno, mientras que en esta dimensión se indica “*Se incluye el tiempo dedicado a tutorías y dirección de TFM. Para calcular este número se ha estimado la carga docente con el número máximo posible de estudiantes matriculados (20 h/estudiante x 30 estudiantes)*”.

No se indica la necesidad de personal de apoyo específico para la impartición del máster.

Hemos revisado esto en detalle y hemos realizado las modificaciones necesarias.

## **DIMENSIÓN 6: RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE: MATERIALES E INFRAESTRUCTURALES, PRÁCTICAS Y SERVICIOS**

Se proporciona una información general perteneciente a la universidad. Se debe enfocar la dimensión a las infraestructuras, recursos hardware y software requeridos por esta titulación en particular y, de ser necesario, el porcentaje de ocupación generado por este máster.

Se ha incluido la información solicitada a este respecto.



## Justificación de la Modificación

El Máster Universitario en Ciencia de Datos de la Universidad Autónoma de Madrid lleva impartándose desde el curso 2020-21, ~~contando en la actualidad~~ con un total de 72 ECTS distribuidos en 54 créditos obligatorios (incluidos 12 ECTS del TFM) y 18 optativos.

Según el Real Decreto 822/2021 del 28 de septiembre, el Máster debe adecuarse a un área **ámbito** de conocimiento (**disposición transitoria quinta**) y a un total de 60, 90 o 120 ECTS (**disposición transitoria sexta**). Las asignaturas del Máster están distribuidas actualmente **en 72 ECTS** en el Módulo de Fundamentos de la Ciencia de Datos, el Módulo de Introducción a la Metodología de la Investigación, el Módulo de Temas Avanzados en Ciencia de Datos, y el Trabajo Fin de Máster.

Módulo de Fundamentos de la Ciencia de Datos (36 ECTS obligatorios):

Materia	Asignatura	ECTS
Matemáticas para la Ciencia de Datos	Métodos avanzados en estadística	6
	Computación numérica	3
	Optimización	3
Procesamiento de Información para la Ciencia de Datos	Teoría de la información	3
	Procesamiento de señal y transformadas	3
	Procesamiento de información temporal	3
	Procesos estocásticos	3
Ciencia de Datos	Procesamiento de datos a gran escala	3
	Gestión de datos	3
	Métodos avanzados en aprendizaje automático	6

Módulo de Introducción a la Metodología de la Investigación (6 ECTS obligatorios):

Materia	Asignatura	ECTS
Introducción a la Metodología de la Investigación	Proyecto de Investigación para la Ciencia de Datos	6



Módulo de Temas Avanzados en Ciencia de Datos (18 ECTS), que deben ser cursados eligiendo dentro de las siguientes asignaturas optativas:

Materia	Asignatura	ECTS
Temas Avanzados en Ciencia de Datos	Aprendizaje Profundo para Procesamiento de Señales de Audio	3
	Aprendizaje Profundo para Procesamiento de Señales de Imagen y Vídeo	3
	Aprendizaje Profundo para Procesamiento de Información Biométrica	3
	Neuroinformática	6
	Biodispositivos	6
	Información no estructurada	6
	Métodos funcionales en aprendizaje automático	3
	Aprendizaje por refuerzo	3
	Procesamiento de lenguaje natural	3
	Métodos bayesianos	3

Trabajo Fin de Máster (obligatorio): 12 ECTS.

### Propuesta de Modificación

De acuerdo con la disposición adicional quinta del RD 822/21, se propone adscribir el Máster al ámbito de conocimiento “Ingeniería informática y de sistemas”.

De acuerdo con la disposición adicional sexta del RD822/21, se propone adecuar el contenido del Máster a un total de 60 ECTS introduciendo las siguientes modificaciones:

- Reducir los ECTS del Trabajo Fin de Máster de los 12 actuales a 9.
- Reducir los ECTS de la asignatura obligatoria “Proyecto de Investigación para la Ciencia de Datos” de los 6 actuales a 3.
- Cambiar el carácter obligatorio de la asignatura “Procesamiento de Señal y Transformadas” (3 ECTS) a optativo.
- Cambiar el carácter obligatorio de la asignatura "Procesos Estocásticos" (3 ECTS) a optativo.



Por otra parte, debido al rápido progreso en los últimos meses en el campo de la IA, se proponen los siguientes cambios:

- Cambiar el nombre de la asignatura optativa “Procesamiento de Lenguaje Natural” (PLN) a “Aprendizaje Profundo para Procesamiento del Lenguaje Natural”, que primero daría una introducción a fundamentos y tareas principales de PLN, para dar paso a modelos de lenguaje y arquitecturas neuronales profundas.
- Crear una asignatura optativa nueva, “Aplicaciones de Tecnologías del Lenguaje” que se enfocaría en las aplicaciones como minería de opinión, agentes conversacionales, generación de resúmenes, traducción automática, etc.
- Cambiar el nombre de la asignatura optativa “Recuperación de Información” a “Sistemas de Recomendación” y modificar su contenido de 6 ECTS a 3 ECTS. Este último cambio viene motivado para no aumentar la oferta total de ECTS optativos.

La orientación del Máster tras la modificación propuesta sigue siendo investigadora, pues se cumple que el conjunto del TFM (9 ECTS) y la asignatura de “Proyecto de Investigación para la Ciencia de Datos” (3 ECTS) suman 12 ECTS.

Por otra parte, los ECTS de matrícula mínima y máxima necesarios según curso son en la UAM:

- Mínimo ECTS por curso: 24 ECTS (matrícula a tiempo parcial); 37 ECTS (matrícula a tiempo completo).
- Máximo ECTS por curso: 36 ECTS (matrícula a tiempo parcial); 60 ECTS (matrícula a tiempo completo).

~~Finalmente, el perfil de egreso del título es científico de datos en empresas de tecnología y centros de investigación.~~

## Perfiles de Egreso del Título

El Máster Universitario en Ciencia de Datos, con orientación investigadora, capacita para desempeñar con éxito tareas de investigación y desarrollo en ~~diversos campos~~ **donde se requiera un análisis y gestión avanzada de los datos**. Las personas egresadas estarán preparadas para abordar retos complejos y aportar soluciones innovadoras en entornos multidisciplinares, con un enfoque particular en la investigación científica y aplicada.

## Posibles Profesiones y Puestos Profesionales

Las personas egresadas del Máster Universitario en Ciencia de Datos, con perfil investigador, estarán capacitadas para desempeñar una variedad de roles en diferentes sectores, con un enfoque especial en la investigación y el desarrollo. El perfil investigador del máster implica que las personas egresadas estarán especialmente preparadas para contribuir significativamente a la investigación y la



innovación en sus respectivos campos. A continuación, se presenta un listado de posibles profesiones y puestos profesionales pertinentes:

- **Investigador/a en Ciencia de Datos**, conduciendo investigaciones avanzadas en universidades, centros de investigación, laboratorios y departamentos de I+D de empresas de tecnología. Los egresados desarrollarán nuevas metodologías y técnicas en el campo de la ciencia de datos, y llevarán a cabo proyectos de innovación para crear y mejorar aplicaciones de inteligencia artificial y aprendizaje automático. Las personas egresadas del Máster pueden ingresar en un programa oficial de doctorado relacionado con la Ciencia de Datos y realizar una tesis doctoral en esta área.
- ~~Investigador/a en Ciencia de Datos~~, realizando investigaciones avanzadas en universidades, centros de investigación y laboratorios, desarrollando nuevas metodologías, técnicas y algoritmos en el campo de la ciencia de datos, y publicando sus resultados de investigación en conferencias y revistas científicas de alto impacto.
- ~~Científico/a de Datos en I+D~~, trabajando en departamentos de investigación y desarrollo de empresas de tecnología, llevando a cabo proyectos de innovación y desarrollo de nuevas aplicaciones de inteligencia artificial y aprendizaje automático, y colaborando en proyectos de investigación interdisciplinarios que aborden problemas complejos desde múltiples perspectivas.
- **Analista de Datos en Investigación**, interpretando datos y generando conocimiento valioso para proyectos de investigación en sectores como la salud, biomedicina, economía, y ciencias sociales.
- **Desarrollador/a de Algoritmos**, creando y optimizando algoritmos de aprendizaje automático y análisis de datos para mejorar productos y servicios innovadores.
- ~~Consultor/a en Ciencia de Datos~~, asesorando a organizaciones en la implementación de soluciones de datos basadas en la investigación científica que mejoren su rendimiento y competitividad, innovando en la gestión y procesamiento de grandes volúmenes de datos.
- ~~Docente en Universidad~~, impartiendo conocimientos avanzados en ciencia de datos y dirigiendo proyectos de investigación en instituciones académicas. Las personas egresadas del Máster pueden ingresar en un programa oficial de doctorado relacionado con la Ciencia de Datos y realizar una tesis doctoral en esta área. También, pueden participar en redes y consorcios de investigación, contribuyendo al avance del conocimiento en ciencia de datos.

En resumen, los egresados del Máster en Ciencia de Datos con perfil investigador estarán altamente cualificados para abordar los desafíos actuales y futuros en el ámbito de la ciencia de datos, tanto en entornos profesionales como académicos, contribuyendo al avance del conocimiento y la tecnología en este campo.

A partir de la siguiente página se adjunta el documento de justificación aportado en el **Verifica** la memoria inicial de verificación del título.



**Título: Máster Universitario en Ciencia de Datos**  
**Centro: Escuela Politécnica Superior**  
**Universidad Autónoma de Madrid**

## **Justificación, adecuación de la propuesta y procedimientos**

La ciencia de datos es una disciplina cuyo objeto es la **extracción y elaboración de conocimiento a partir de datos**. Su reciente auge es el resultado de las grandes mejoras en la capacidad de cómputo y la disponibilidad de grandes cantidades de información en formato electrónico, como resultado de esfuerzos sistemáticos de recogida de datos (por ejemplo, registros medioambientales, médicos, en plataformas de educación en línea, en redes de sensores, etc.) y del extendido uso de medios digitales para la comunicación, interacción social y el comercio. No obstante, el progreso en el procesamiento, modelización y análisis de estos datos ha sido posible principalmente gracias al desarrollo continuo de métodos computacionales y matemáticos avanzados. En concreto, la investigación e innovación en ciencia de datos se nutre de los avances realizados en la estadística aplicada, el procesamiento de información, y el aprendizaje automático. Para abordar los problemas de la ciencia de datos es necesaria la **formación de profesionales e investigadores con sólidos conocimientos y amplias competencias en estos campos**. Por estas razones, proponemos ofertar en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid (EPS-UAM) un Máster Universitario en esta área con una clara orientación a la **innovación e investigación**. El máster está dirigido a estudiantes con el título de grado en Ingenierías afines a la Informática y las Telecomunicaciones, en Matemáticas y, en general, en áreas científicas y tecnológicas afines. En todo caso deberán poseer competencias suficientes en Programación, Cálculo, Álgebra Lineal, Probabilidad y Estadística. La oferta será de 30 plazas.

## **Interés y relevancia del título**

La producción mundial de datos en formato digital ha crecido de manera exponencial en las últimas décadas. La tendencia no solo no se está frenando, sino que sigue en alza. Según varios informes (por ejemplo, IBM 2017), el 90% del volumen de datos en el mundo ha sido generado en los últimos dos años. La sociedad digital produce diariamente varios exabytes de datos generados en transacciones comerciales, la interacción con servidores y buscadores web, la interacción en medios sociales, la producción de imágenes, música y vídeo, la emisión de datos geolocalizados con dispositivos móviles, sensores meteorológicos (atmosféricos, oceánicos), etc. Nunca antes había estado disponible tal cantidad de información. Esta abundancia de datos plantea enormes retos y dificultades para su manejo y aprovechamiento. Para abordar dichos retos, es necesario el desarrollo y despliegue sostenido de nuevas soluciones y tecnología a pequeña y gran escala durante un periodo previsiblemente largo.

**En este contexto, el científico de datos se perfila como un profesional clave para responder a estas necesidades.** Como botón de muestra, un informe reciente de *Burning Glass* e IBM (Miller & Hughes 2017) en el ámbito de EE UU indica que en 2016 la oferta de empleo para científicos de datos aumentó en torno a un 50% respecto al año anterior. Este mismo informe proyecta que en 2020 la oferta en el ámbito de la ciencia de datos superará los 60.000 nuevos empleos. Las cifras son mucho más altas aún si se consideran perfiles más amplios dentro del ámbito de la gestión y analítica de datos.



En el contexto europeo diversos estudios realizados por diversos gobiernos nacionales (en Francia: Vilani 2018; en Alemania: *Deutsches Bundesregierum* 2018, en España: GTIA, 2019) dentro de la iniciativa de la Comisión Europea para fomentar el desarrollo la Inteligencia Artificial (EC 2018), se ha puesto de manifiesto la necesidad de establecer programas de formación transversales y específicos en temáticas relacionadas con la Inteligencia Artificial tanto a nivel Universitario (Grado, Master, Doctorado) como de Formación Profesional.

En este panorama, el sector tecnológico está encontrando importantes dificultades para cubrir su necesidad de personal cualificado en Ciencia de Datos. Los analistas del sector coinciden en describir un panorama como éste: *“Hiring difficulties are widespread for analytics roles, and many Data Science and Analytics jobs are among the hardest to fill in the entire market”* (Miller & Hughes 2017).

Gigantes del sector tecnológico (*Microsoft, Facebook, Google, LinkedIn, Twitter, Amazon, IBM, Apple, Alibaba*) compiten por captar profesionales con este perfil, como se refleja en sus ofertas de empleo. La misma tendencia se da en grandes empresas en la vanguardia de las nuevas tecnologías (*Spotify, Netflix, eBay, Airbnb, Uber, Criteo*, etc.), e igualmente en el ámbito nacional (*BBVA, Banco Santander, CaixaBank, Telefónica, Ferrovial, Iberdrola, Indra, Accenture, GMV, Cepsa, Naturgy*, por citar algunas empresas conocidas), se demanda explícitamente el perfil de científico de datos en la oferta de empleo. Tanto PyMEs como *startups* se encuentran en una situación similar. La demanda abarca muy diversos sectores: tecnología, finanzas, seguros, comercio minorista, salud, logística, energía, administraciones, etc., en los que las empresas están creando divisiones y departamentos enteros orientados a la ciencia de datos.

Los analistas coinciden en observar que se siguen generando más trabajos en ciencia de datos que los profesionales que se producen (Orihuela & Bass 2015). Junto con el aprendizaje automático, es el área de empleo que más rápido está creciendo en el sector tecnológico. El informe de LinkedIn de 2017 sobre los perfiles profesionales observados en la plataforma sitúa al perfil de *“Data Scientist”* como el segundo que más rápido ha crecido en EE UU desde 2012, después de *“Machine Learning Engineer”* (Bowley 2017). Asimismo, de acuerdo con el informe de 2018 (Berger 2018) la demanda de estos dos perfiles sigue creciendo de manera vigorosa. Un informe de *CareerCast* (2017) situó igualmente al científico de datos como el puesto más difícil de cubrir en 2017. La tendencia creciente es una predicción recurrente en otros informes (Manyika 2011, Pierson 2015). Otra muestra añadida de la escasez de profesionales en ciencia de datos es que estos puestos se sitúan entre los mejor pagados del sector tecnológico. Un informe reciente en el ámbito de EE UU identifica el perfil de científico de datos como el mejor empleo por quinto año consecutivo (McGregor 2018).

Las capacidades demandadas en ciencia de datos se ubican en niveles avanzados de formación, con un alto porcentaje de demanda en perfiles de máster y doctorado: *“Overall, 39% of Data Scientists and Advanced Analysts require a master’s or Ph.D. These degrees take additional years of schooling to complete, so it will take a significant time investment to train a larger pool of workers. Therefore, because these roles are already undersupplied and projected to grow rapidly, the skills shortage is in danger of worsening”* (Miller & Hughes 2017). Entre las capacidades específicas, la que más crecimiento de la demanda se vaticina que experimente es la de la ciencia



de datos, con un crecimiento superior al 90% en los próximos dos años según este mismo informe.

### **Referentes académicos externos**

En este contexto de creciente demanda de profesionales en el sector de la ciencia de datos, son numerosas las universidades que, tanto a nivel nacional como internacional, están ofertando titulaciones similares a la propuesta. Entre otros, para la elaboración de este documento se han tomado como referencia los siguientes programas:

#### **Estudios de “Máster en Ciencia de Datos” en universidades internacionales:**

- ETH Zürich  
Master in Data Science  
<https://www.inf.ethz.ch/studies/master/master-ds.html>

La *Escuela Politécnica Federal de Zúrich (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich)* es una de las universidades de referencia internacional en el área de la ingeniería. Del programa de Máster en Ciencia de Datos destaca la solidez de la formación que proporciona en los fundamentos teóricos de la disciplina, así como el carácter interdisciplinar de la optatividad que ofrece.

- University College London  
Master in Data Science  
<http://www.ucl.ac.uk/prospective-students/graduate/taught/degrees/data-science-msc>

De este programa destaca la excelente formación que proporciona en métodos estadísticos y computacionales para el aprendizaje automático.

- Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) Munich  
MS in Data Science  
<http://www.m-datascience.mathematik-informatik-statistik.uni-muenchen.de/index.html>

En este máster destaca el énfasis en el diseño y gestión de procesos para el análisis y la extracción de conocimiento a partir de conjuntos de datos de gran tamaño y estructura compleja. En las asignaturas se abordan cuestiones de seguridad, confidencialidad y ética, que son extremadamente importantes en el despliegue de las tecnologías de la Ciencia de datos en aplicaciones prácticas.

- University of Helsinki  
Master in Data Science  
<https://www.helsinki.fi/en/programmes/master/data-science/degree-structure>

Este programa, adicionalmente a la especialización en áreas tales como infraestructura, algoritmos y estadística avanzada proporciona la posibilidad de especializarse en áreas de las ciencias naturales, y en particular en Física.



- Stanford University  
M.S. in Statistics: Data Science  
<https://statistics.stanford.edu/academics/ms-statistics-data-science>

En la Universidad de Stanford, dentro de la especialidad en Ciencia de Datos del máster en Estadística, se proporciona una sólida formación en los métodos matemáticos, estadísticos y computacionales. Entre las asignaturas de fundamentos matemáticos, se incluyen “Álgebra lineal numérica”, “Optimización”, y asignaturas sobre probabilidad, inferencia estadística y aprendizaje automático.

- Carnegie Mellon University  
Master of Computational Data Science  
<https://mcids.cs.cmu.edu/learn-us-curriculum>

Este programa está orientado a proporcionar formación en el diseño de la infraestructura computacional para la gestión, procesamiento y extracción de información a partir de macrodatos. Se abordan temas como el almacenamiento de datos, sistemas operativos distribuidos, arquitecturas paralelas, computación en la nube, etc.

- New York University (NYU)  
MS in Data Science  
<http://cids.nyu.edu/academics/ms-in-data-science/>

De este programa destaca la importancia que se asigna a un proyecto que deben realizar los estudiantes como requisito para la obtención del título. En dicho proyecto se abordan problemas en Ciencia de Datos que pueden plantearse en entornos académicos, o de la industria. Se espera que el estudiante aborde el proyecto de manera integral, desde la recolección y preprocesamiento de datos hasta el diseño e implementación de un método computacional que resuelva el problema.

### **Estudios de Ciencia de datos en universidades españolas:**

- UC3M  
Máster Universitario en Estadística para la Ciencia de Datos (Data Science)  
[https://www.uc3m.es/ss/Satellite/Postgrado/es/Detalle/Estudio\\_C/1371237139502/1371219633369/Master\\_Universitario\\_en\\_Estadistica\\_para\\_la\\_Ciencia\\_de\\_Datos#programa](https://www.uc3m.es/ss/Satellite/Postgrado/es/Detalle/Estudio_C/1371237139502/1371219633369/Master_Universitario_en_Estadistica_para_la_Ciencia_de_Datos#programa)

Este programa de 60 ECTS tiene como objetivo la formación de profesionales en Ciencia de Datos. Se plantean dos posibles vías: una metodológica, en la que se hace énfasis sobre los métodos estadísticos necesarios para abordar los problemas de la ciencia de datos y otra aplicada, orientada a aplicaciones, consultoría y computación de alto rendimiento.

- Universitat de València  
Máster Universitario en Ciencia de Datos



<https://www.uv.es/uvweb/master-ciencia-datos/es/programa-del-master/plan-estudios/plan-estudios-1285949660950.html>

Se trata de un programa de 90 ECTS, en el que se proporciona una formación muy completa en Ciencia de Datos. Cabe destacar, además de la presencia de asignaturas que proporcionan formación en métodos matemáticos para la ciencia de datos, la inclusión de la asignatura “Análisis de señales”, y el énfasis en las aplicaciones en Biomedicina, como en el máster que proponemos.

- Universitat de Barcelona  
Master's degree in the foundations of Data Science  
<http://www.ub.edu/datascience/master/program.html>

En este programa se combinan asignaturas obligatorias, en las que se abordan temas básicos y herramientas para la Ciencia de Datos (optimización, álgebra lineal numérica, estadística bayesiana, aprendizaje automático) con optativas en temas punteros (aprendizaje profundo, bases de datos avanzadas, etc.) y aplicaciones (sistemas de recomendación, visión por ordenador, etc.)

- Universidad de Granada [48 + TFM 12]  
Máster Universitario en Ciencia de Datos e Ingeniería de Computadores  
<http://masteres.ugr.es/datcom/>

En la especialidad en Ciencia de Datos y Tecnologías Inteligentes de este máster, se abordan temas de infraestructura para el almacenamiento, la gestión, el procesamiento y el análisis de grandes volúmenes de datos, el diseño de sistemas de recuperación de información y de recomendación y aspectos avanzados de la minería de datos (aprendizaje a partir de flujos de datos, en medios sociales, procesos, etc.). También destaca la introducción de métodos de *soft computing* y bioinspirados para el aprendizaje y la optimización.

### **Mecanismos de consulta internos:**

Para la creación del presente Máster y la elaboración de la memoria de verificación ha sido creada una comisión interna en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid en la que, además del grupo promotor del máster, tienen representación los dos departamentos de la Escuela, así como los estudiantes y el personal investigador en formación. Se ha contado asimismo con el asesoramiento de profesores del departamento de matemáticas de la Universidad Autónoma de Madrid.

De acuerdo con el procedimiento establecido por la Universidad Autónoma de Madrid para la propuesta y elaboración de títulos de máster, la propuesta de creación del Máster en Ciencia Datos comenzó con la redacción de un documento preliminar acompañado de la propuesta de comisión para la elaboración del plan de estudios. Ambos documentos han sido aprobados en la Junta de Centro de la EPS y en el Consejo de Gobierno de la Universidad. Tras dicha aprobación la comisión empezó a trabajar en la elaboración de la memoria de verificación, que ha sido sometida a



revisión por los vicerrectores Dr. Juan Antonio Huertas Martínez (Coordinación Académica y de Calidad) y Dra. M<sup>a</sup> Teresa Parra Catalán (Estudios de Posgrado).

### **Mecanismos de consulta externos:**

En cuanto a los mecanismos de consulta externos utilizados para la elaboración del plan de estudios, se ha tenido en cuenta:

1. Evaluación de la potencial demanda profesional de investigadores en el ámbito del máster. Se examinaron portales de empleo y recientes estudios de mercado analizando el mercado laboral relacionado con la Ciencia de Datos como por ejemplo:
  - Informe de Miller & Hughes (2017) que observa que las capacidades demandadas en ciencia de datos se ubican en niveles avanzados de formación, con un alto porcentaje de demanda en perfiles de máster y doctorado
  - Informe de LinkedIn de 2017 sobre los perfiles profesionales observados en la plataforma
  - Informe de *CareerCast* (2017) que sitúa al científico de datos como el puesto más difícil de cubrir
  - Los cinco profesionales que marcarán tendencia en 2019 (periódico *Expansión*):  
[https://www.expansion.com/expansion-  
empleo/empleo/2019/01/16/5c3f612c268e3ee11b8b46d0.html](https://www.expansion.com/expansion-empleo/empleo/2019/01/16/5c3f612c268e3ee11b8b46d0.html)
  - Profesionales más buscados en 2019 (Periódico *Expansión*):  
[https://www.expansion.com/expansion-  
empleo/empleo/2019/01/08/5c349c4122601d44768b4594.html](https://www.expansion.com/expansion-empleo/empleo/2019/01/08/5c349c4122601d44768b4594.html)

Esta demanda de perfiles especializados también se observa en el marco internacional. La conclusión es que existe una amplia demanda de profesionales con un perfil investigador en Ciencia de Datos.

2. Consultas con investigadores/académicos expertos sobre el plan de estudios propuesto, obteniendo respuestas positivas en todos los casos y sugerencias que han servido para mejorar el plan de estudios.
3. Consulta a colegios profesionales de Ingeniería Informática e Ingeniería de Telecomunicación, obteniendo respuestas positivas en todos los casos.
4. Consultas con empresas del mundo laboral. La Universidad Autónoma de Madrid ha consultado con empresas privadas la opinión sobre la propuesta del máster y la demanda de especialistas en la Ciencia de Datos. La respuesta obtenida ha sido favorable a los estudios propuestos indicando claramente la necesidad de perfiles especialistas con la formación impartida en el máster.



En resumen, todas las consultas realizadas han recibido una respuesta muy satisfactoria claramente apoyando la idoneidad del plan de estudios y gran oportunidad que representa esta propuesta de máster. A continuación, se especifican casos concretos que evidencian los puntos anteriores.

Como parte del punto 2 de los mecanismos de consulta externos, se han realizado consultas con los siguientes investigadores, especialistas en el área de inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático dentro del ámbito universitario:

- Dra. Amparo Alonso Betanzos. Catedrática de Universidad en el Departamento de Computación de la Facultad de Informática de Universidade da Coruña (UDC). Coordina el grupo de investigación LIDIA (Laboratorio de I+D en Inteligencia Artificial) y es Presidenta de la Asociación Española de Inteligencia Artificial (AEPIA).
- Dr. Francisco Herrera Triguero, Catedrático de Universidad en el Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, en la Universidad de Granada. Director del grupo de investigación “*Soft Computing y Sistemas de Información Inteligentes*”.
- Dr. Pedro Larrañaga, Catedrático de Universidad en el departamento de Inteligencia Artificial de la Universidad Politécnica de Madrid y director del grupo de investigación “*Computational Intelligence Group*” .
- Dr. Juan José Rodríguez Díez. Profesor Titular de Universidad en la Universidad de Burgos. Coordinador del grupo de investigación “*ADMIRABLE: Advanced Data Mining Research And LEarning*”.
- Dr. Emilio Soria Olivas. Catedrático de Universidad en el Departamento de Ingeniería Electrónica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universitat de València. Coordina el grupo de investigación IDAL (Intelligent Data Analysis Laboratory). Es miembro de la Comisión de Seguimiento del Grado en Ciencia de Datos de la UV y es el coordinador del máster en Ciencia de Datos de la UV.

Con respecto al punto 3 de los mecanismos de consulta externos (colegios profesionales de Ingeniería Informática e Ingeniería de Telecomunicación) se ha consultado con:

- Carlos Risueño: Miembro del Consejo de Colegios de Ingeniería informática (CCII)
- Adrián Nogales, Director de Relaciones Institucionales del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT)
- Alejandro Gil, Gerente de la Delegación de la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación de la Comunidad de Madrid (AEITM)

Asimismo, con respecto al punto 4 de los mecanismos de consulta externos se ha consultado con investigadores de empresas e institutos de i+D+I que desarrollan su



actividad en el área de la ciencia de datos. En concreto, se han recibido cartas de interés y apoyo por el programa por parte de:

- Dr. David López-Paz. Investigador en *Facebook AI Research* (París, Francia)
- Dr. Enrique Alfonseca. Investigador en *Google AI* (Zürich, Suiza).
- *Instituto de Ingeniería del Conocimiento* [<http://www.iic.uam.es/>]

El Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC) es una entidad privada de I+D+i especializada en la extracción de conocimiento a partir de grandes volúmenes de datos heterogéneos (Big Data) y la optimización de procesos empresariales en campos como la banca, la salud, los medios sociales, la energía y la gestión del talento en RR. HH.

- *Redexis* [<http://www.redexisgas.es/>]  
Redexis una compañía integral de infraestructuras energéticas que apuesta por la excelencia y la innovación con la finalidad de contribuir activamente al bienestar social y al desarrollo sostenible.
- *Cognodata Consulting* [<http://www.cognodata.com/>]  
Creada en 2001, Cognodata es una empresa de consultoría de tecnología y procesos pionera en España en el uso de Machine Learning e Inteligencia Artificial en problemas como Customer Analytics, People Analytics y modelización predictiva, desarrollando sus propios productos y procesos con un alto componente tecnológico.
- *Agruposistemas* [<http://www.agruposistemas.es/>]  
Agruposistemas es una empresa creada en 2002 que ofrece servicios integrales en tecnología e innovación.
- *Antartyca* [<http://www.antartyca.com/>]

Grupo de empresas que cuenta con una marca especializada en Big Data y Ciencia de Datos (AIRENOVE).

Estas cartas se adjuntan al final de este documento.

Como resultado del mecanismo de consulta externo, el plan de estudios ha sido revisado, sobre todo en lo relativo a los aspectos éticos, cuestiones de privacidad de los datos y confidencialidad de la información. Estas cuestiones son cruciales en la investigación académica y en el desarrollo de aplicaciones prácticas de la Ciencia de Datos, por lo que han sido incluidas de manera transversal en el diseño de las actividades de formación.



## **Relación con otros títulos impartidos en EPS-UAM:**

A continuación se incluye el listado de másteres oficiales impartidos dentro del programa de posgrado de EPS-UAM:

- Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
- Máster Universitario en Ingeniería Informática
- Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación
- Máster Universitario en Investigación e Innovación en Inteligencia Computacional y Sistemas Interactivos.
- Máster Inter-Universitario en Métodos Formales en Ingeniería Informática
- Máster Universitario en *Image Processing and Computer Vision* (IPCV)

Se imparten en estos programas asignaturas relacionadas con el procesamiento de información, el análisis de señal y el aprendizaje automático. Sin embargo, en ninguno de ellos se pueden adquirir las competencias contenidas en esta propuesta, que garantizan una formación sólida en innovación e investigación en Ciencia de Datos.

Existe, no obstante, un título propio, el “*Máster en Big Data y Data Science: Ciencia e Ingeniería de Datos*” en el que se proporciona formación práctica, centrada en el uso de las tecnologías de macrodatos, con un enfoque netamente profesional. Dada la orientación y el público potencial al que se dirige este título propio, suficientemente diferenciados, no se anticipan confusión ni existe solapamiento significativo con el máster oficial cuyo diseño se detalla en esta propuesta.

Asimismo, desde la EPS-UAM se ha puesto en marcha una iniciativa para diseñar un Máster Universitario en “*Deep Learning for Audio and Video Signal Processing*”. Este máster tendría un carácter especializado, proporcionando formación específica en métodos de aprendizaje profundo aplicados al procesamiento de señales de audio y vídeo. Se trata por tanto de una oferta complementaria a la propuesta actual.

## **Investigación en Ciencia de Datos en EPS-UAM:**

La investigación en EPS-UAM se realiza en el marco de los siguientes grupos:

- Computación y Redes de Altas prestaciones
- Grupo de Aprendizaje Automático
- Grupo de Neurocomputación Biológica
- Hardware & Control Technology Laboratory
- Inteligencia Aplicada y Análisis de datos
- Laboratorio de sistemas digitales
- Grupo de Herramientas Interactivas Avanzadas
- Grupo de Modelado e Ingeniería del software
- Grupo de Radiofrecuencia: Circuitos, Antenas y Sistemas
- Grupo de Tratamiento de Señales Biomédicas
- Grupo de Recuperación de Información
- Video Processing & Understanding Lab



- Audio, Data Intelligence and Speech
- Biometrics & Data Pattern Analytics
- Grupo de Sensores Ambientales
- Medical Engineering Development & Innovation Center

En la mayoría de ellos existen investigadores expertos en áreas relacionadas con el procesamiento de información, el análisis de señal, o el aprendizaje automático, áreas relevantes para la Ciencia de Datos. Adicionalmente, en otros grupos desempeñan su labor especialistas en campos que son de interés para el diseño, implementación e implantación de sistemas Inteligentes basados en datos (sistemas digitales, computación de altas prestaciones, desarrollo de software, herramientas interactivas, etc.) y en aplicaciones (ingeniería biomédica, neurocomputación, control, etc.). Estos grupos están capacitados para acoger en su seno a estudiantes del máster en Ciencia de Datos que deseen iniciarse en la investigación. Se garantiza de este modo que exista una oferta suficientemente amplia y variada para la realización de Trabajos de Fin de Máster con una importante componente investigadora o de innovación.

## Referencias

G. Berger. “*LinkedIn’s 2018 U.S. Emerging Jobs Report*”, Dec. 2018.  
[<https://economicgraph.linkedin.com/research/linkedin-2018-emerging-jobs-report>]

Deutsches Bundesregierung "Eckpunkte der Bundesregierung für eine Strategie Künstliche Intelligenz", julio 2018 [[https://www.bmbf.de/files/180718%20Eckpunkte\\_KI-Strategie%20final%20Layout.pdf](https://www.bmbf.de/files/180718%20Eckpunkte_KI-Strategie%20final%20Layout.pdf)]

R. Bowley. “*LinkedIn’s 2017 U.S. Emerging Jobs Report*”, Dec. 2017.  
[<https://economicgraph.linkedin.com/research/LinkedIns-2017-US-Emerging-Jobs-Report>]

CareerCast. “*The Toughest Jobs to Fill in 2017*”. CareerCast.com, 2017.

European Commission (EC). “*Artificial Intelligence for Europe*.” abril 2018  
[<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-artificial-intelligence-europe>]

Grupo de trabajo de la fundación Cotec sobre Big Data, “*Generación de talento Big Data en España*,” 2017 [<http://informecotec.es/media/BIG-DATA-FINAL-web.pdf>]

IBM. “*10 Key Marketing Trends for 2017 and Ideas for Exceeding Customer Expectations*.” Watson Marketing, July 2017.

J. Manyika et al. “*Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity*.” McKinsey & Co., May 2011.

J. McGregor. “*The 50 Best Jobs in America According to Glassdor*.” The Washington Post, Jan. 2018.



S. Miller and D. Hughes. “*The Quant Crunch – How the Demand for Data Science Skills is Disrupting the Job Market.*” Burning Glass Technologies, 2017.

R. Orihuela and D. Bass. “*Help wanted: Black Belts in Data.*” Bloomberg Business Week, June 2015.

L. Pierson. “*The State of Data Science. Stitch Data*”, June 2015.

Grupo de Trabajo en Inteligencia Artificial (GTIA) y Secretaría General de Coordinación de Política Científica del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades “*Estrategia Española de I+D+I para la Inteligencia Artificial*”, marzo 2019

[[http://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ciencia/Ficheros/Estrategia Inteligencia Artificial-IDI.pdf](http://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ciencia/Ficheros/Estrategia_Inteligencia_Artificial-IDI.pdf)]

Villani, C. “*For Meaningful Artificial Intelligence. Towards a French and European Strategy.*”, 2018

[[https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/MissionVillani\\_Report\\_ENG-VF.pdf](https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/MissionVillani_Report_ENG-VF.pdf)]



Dr. David Lopez-Paz  
Research Scientist  
Facebook AI Research  
Paris, France  
dlp@fb.com

June 4, 2019

Dear Sir or Madam,

Machine learning is fueling impressive advances across a variety of applications, including image processing, language translation, transportation, health-care, and customized advertisement. The ever-increasing amount of data in these, as well as in new domains, is driving a very strong demand for specialists able to devise and implement state-of-the-art machine learning systems.

As an alumnus of the Escuela Politécnica Superior at the Universidad Autónoma de Madrid, I attest the talent of both its professors and students, as well as a lack of up-to-date post-graduate courses that deepen into the fundamentals of machine learning and artificial intelligence. Thus, we are lucky to face an unique opportunity for the creation of a new post-graduate program in data science.

In summary, I would like to hereby convey my strongest support towards the creation of the proposed “Master en Ciencia de Datos”. I expect that this program will unlock collaborations between the EPS-UAM and industries performing research in artificial intelligence, in the form of external lectures and student internships. This is an important step to place the EPS-UAM at the fore-front of the Spanish efforts in machine learning.

Sincerely,



Dr. David Lopez-Paz



Professor Alberto Suarez  
Escuela Técnica Superior de Informática  
Universidad Autónoma de Madrid

28 May 2019

To whom it may concern,

Data Science deals with tools, resources, algorithms and processes that allow humans to learn useful insights from large amounts of data. The amount of information generated and stored in digital form has grown exponentially in the past decades, and data science has become commonplace to improve all kinds of everyday tools, from information and communication technologies to risk management, healthcare and wellbeing or education, to cite a few.

Data Science is a multidisciplinary area in Computer Science that brings together Database Systems, Machine Learning and Artificial Intelligence, Privacy and Security and Statistics. The proposed curriculum for the new master in Data Science at the Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid should provide the students with a robust understanding of the field, from the foundations in the area to the latest trends in data science. In that respect, I view the proposed curriculum as having strong potential in educating new specialists on these highly demanded skills.

Yours faithfully,



Enrique Alfonseca  
Research Manager  
Google Switzerland  
Brandschenkestrasse 110  
8002 Zurich



A quien puede interesar:

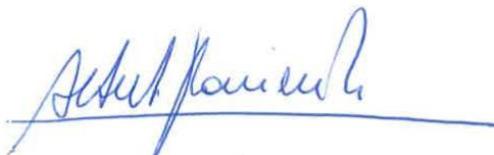
La digitalización de prácticamente cualquier sector de la economía y de la sociedad ha generado no solo un enorme volumen de datos, sino también la oportunidad e incluso la necesidad de explotar los mismos para mejorar procesos ya existentes y abrir nuevas actividades.

Esto ha hecho que la ciencia de datos en general y el aprendizaje automático en particular hayan cobrado un gran auge acompañado, entre otros, de una demanda constante de profesionales preparados en estos campos.

En la opinión del Instituto de Ingeniería del Conocimiento dicha preparación debe abordar por supuesto las metodologías y tecnologías más punteras, pero también debe incluir una formación en profundidad suficiente en los fundamentos científicos de los distintos modelos y algoritmos.

Esta opinión está contrastada con nuestra experiencia de colaboración en investigación e innovación con la Universidad Autónoma de Madrid desde nuestra creación en 1989, y con el gran número de profesionales del IIC formados en los distintos grados y másteres de la misma.

Bajo esta perspectiva, vemos la oferta del **nuevo Master en Ciencia de Datos** por parte de la Escuela Politécnica Superior de la UAM como una oportunidad muy positiva de formar nuevos profesionales en los perfiles más avanzados en aprendizaje automático y ciencia de datos.



Alberto Barrientos Álvarez

Instituto de Ingeniería del Conocimiento

Director general



Madrid, a 3 de julio de 2019

A quien pueda interesar:

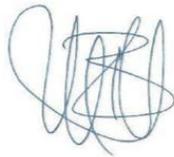
La digitalización que han sufrido todos los sectores, ha propiciado la oportunidad de analizar y explotar los datos para mejorar los procesos, descubrir oportunidades e incrementar la eficiencia.

Todo ello sólo es posible con profesionales de la ciencia del dato, por lo que esta actividad ha cobrado un auge importante y por tanto la demanda de profesionales con conocimientos especializados en este área.

La preparación de estos profesionales debe incluir metodologías y tecnologías novedosas, pero también un profundo conocimiento de las materias necesarias para desarrollar algoritmos y modelos que respondan a estas necesidades.

Por tanto, consideramos que la oferta de un máster en ciencia de datos impartido por la Escuela Politécnica Superior de la UAM, puede contribuir muy positivamente a la formación de estos profesionales tan necesarios actualmente.

Atentamente,



Dña. Mercedes Barreiro Hernández  
Directora de Recursos Corporativos



# cognodata,

Madrid, 17 de Octubre 2019

A quien pueda interesar:

En el contexto actual, la digitalización de prácticamente cualquier sector de la economía y de la sociedad ha generado no solo un enorme volumen de datos, sino también la oportunidad e incluso la necesidad de explotar los mismos para mejorar procesos ya existentes y encontrar nuevos nichos de negocio. Esto ha hecho que la ciencia de datos en general y el aprendizaje automático en particular hayan cobrado un gran auge acompañado, entre otros, de una demanda constante de profesionales preparados en estos campos.

En la opinión de Cognodata Consulting, consultora especializada en el análisis avanzado de datos, dicha preparación debe abordar por supuesto las metodologías y tecnologías más punteras, pero también debe incluir una formación en profundidad suficiente en los fundamentos científicos de los distintos modelos y algoritmos.

Esta opinión además está contrastada con nuestra experiencia de colaboración en investigación e innovación con la Universidad Autónoma de Madrid desde nuestra creación en 2001, y con el gran número de profesionales de Cognodata formados en los distintos grados y másteres de la misma.

Bajo esta perspectiva, vemos la oferta del nuevo Máster en Ciencia de Datos por parte de la Escuela Politécnica Superior de la UAM como una oportunidad muy positiva de formar nuevos profesionales en los perfiles más avanzados en aprendizaje automático y ciencia de datos.

  
Fernando José Corbacho Abelaira

Director General

Cognodata Consulting SL

**cognodata,**  
Edificio Guzzo III • Paseo de la Castellana, 135  
28046 Madrid • Tel.: 91 411 63 15



**Antartyca**

C/ Isabel Colbrand 10, of. 123  
28050 Madrid

Teléfono: 91 736 0053  
www.antartyca.com

En Madrid a 16 de Octubre de 2019

A quien pueda interesar:

Como empresa del sector apoyamos la creación del master en Ciencia de Datos en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y además nos parece muy apropiado el plan de formación propuesto para este master.

Como grupo de empresas de tecnología contamos con una marca especializada en Big Data y Ciencia de Datos (AiRENOVE) y podemos afirmar que en la actualidad nos encontramos en un momento de crecimiento de la demanda de profesionales expertos en big data y ciencia de datos, a la vez que nos encontramos con una escasez importante de profesionales expertos en la materia. Esto es consecuencia de que en los últimos años las empresas son cada vez mas conscientes de la ventaja competitiva que supone sacar valor a los datos.

En consecuencia, creemos que los master van a ayudar a paliar esta carencia de profesionales y a mejorar la competitividad de nuestras empresas.

Atentamente,

Antartyca Consulting SL

Fdo: Jorge Domenech

General Manager





**Agrupado Sistemas, S.L.**

C/ Isabel Colbrand 10, Oficina 94  
28050 Madrid

Teléfono: 91 736 00 53  
<http://www.agruposistemas.es>

En Madrid a 16 de octubre de 2019

A quien pueda interesar:

Hemos tenido conocimiento del máster en Ciencia de Datos impartido por la Escuela Politécnica Superior de la UAM para la formación de profesionales en esta área.

Como empresa consultora informática especializada en los procesos de Desarrollo de software e integración para empresas y Transformación Digital,

Consideramos

- Los nuevos procesos de negocio para el entorno de empresas conocido como Empresas 4.0, los cambios en los procesos de análisis y toma de decisiones de las empresas hacia entornos predictivos
- Las necesidades presentes y futuras de este tipo de profesionales y su preparación en metodologías y tecnologías acordes a este nuevo enfoque
- La digitalización que están sufriendo todos los sectores, su necesidad de analizar y explotar los datos para mejorar los procesos

Hacen imprescindible poder disponer de profesionales de la ciencia del dato con conocimientos especializados en esta área. Buenos fundamentos para el desarrollo de modelos y algoritmos.

Por tanto, estamos convencidos que la oferta del referido **máster en Ciencia de Datos** impartido por la **Escuela Politécnica Superior de la UAM**, va a contribuir a la formación de estos profesionales tan necesarios y solicitados actualmente.

Atentamente,  
Agrupado Sistemas



Fdo: Rogelio Delgado  
General Manager

