



POLITÉCNICA

Memoria del Título:
Máster Universitario en Ciencia de Datos

TÍTULO:
**Máster Universitario en
Ciencia de Datos (Master's Programme in
Data Science)**

UNIVERSIDAD:
Universidad Politécnica de Madrid

Septiembre 2018

Esta memoria ha sido elaborada a partir del documento "Guía de apoyo para la elaboración de la memoria de verificación de títulos oficiales universitario" publicado por ANECA (V.04-16/01/2012) y de las especificaciones de la aplicación VERIFICA.



ÍNDICE

1.	DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO.	5
1.1.	Datos Básicos.	5
1.2.	Universidad solicitante y Centro responsable de las enseñanzas conducentes al Título, o en su caso, Departamento o Instituto.	5
1.3.	Tipo de enseñanza.	5
1.4.	Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas.	5
1.5.	Número mínimo de créditos europeos de matrícula por estudiante y periodo lectivo y, en su caso, normas de permanencia.	5
1.6.	Resto de información necesaria para la expedición del suplemento europeo al título de acuerdo con la normativa vigente.	6
2.	JUSTIFICACIÓN.	7
2.1.	Justificación del Título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo.	7
2.2.	Referentes externos que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas.	11
2.3.	Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del Plan de Estudios.	16
3.	COMPETENCIAS.	23
3.1.	Objetivos del Título.	23
3.2.	Competencias generales y específicas.	24
4.	ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES.	37
4.1	SISTEMAS DE INFORMACIÓN PREVIA A LA MATRICULACIÓN Y PROCEDIMIENTOS ACCESIBLES DE ACOGIDA Y ORIENTACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE NUEVO INGRESO PARA FACILITAR SU INCORPORACIÓN A LA UNIVERSIDAD Y LA TITULACIÓN	37
4.1.1	Sistema de Preinscripción	37
4.1.2	Información Previa a la Matrícula	37
4.1.3	Procedimientos y Actividades de Acogida y Orientación de Estudiantes de Nuevo Ingreso	37



4.2 REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN	39
4.2.1 Perfil de Ingreso	39
1.2.3 Admisión	41
4.1. Sistemas de apoyo y orientación de los estudiantes una vez matriculados.	42
4.2. Sistemas de Transferencia y Reconocimiento de Créditos.	45
5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS.	49
5.1. Estructura de las enseñanzas.	49
5.2. Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes	49
5.3. Descripción detallada de los Módulos y Materias.	55
6. PERSONAL ACADÉMICO.	71
6.1. Personal académico disponible.	71
6.2. Otros recursos humanos disponibles.	84
6.3. Mecanismos para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad.	85
7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS.	86
7.1. Justificación de la adecuación de los medios materiales y servicios disponibles.	86
8. RESULTADOS PREVISTOS	91
8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación.	91
8.2. Progreso y resultados de aprendizaje	91
9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD DEL TÍTULO.	93
9.1. Responsables del Sistema de Garantía de Calidad del plan de estudios.	93
9.2. Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado.	93
9.3. Procedimientos para garantizar la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad.	97
9.4. Procedimientos de análisis de la inserción laboral de los graduados y de la satisfacción con la formación recibida.	98



9.5.	Procedimiento para el análisis de la satisfacción de los distintos colectivos implicados (estudiantes, personal académico y de administración y servicios, etc.), y de atención a las sugerencias o reclamaciones.	98
9.6.	Criterios específicos en el caso de extinción del título.	99
9.7.	Mecanismos para asegurar la transparencia y la rendición de cuentas.	100
10.	CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN.	101
10.1.	Cronograma de implantación del Título.	101
10.2.	Procedimiento de adaptación, en su caso, al nuevo plan de estudios por parte de los estudiantes procedentes de la anterior ordenación universitaria.	101
10.3.	Enseñanzas que se extinguen por la implantación del título propuesto.	101



1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO.

1.1. Datos Básicos.

Denominación:

Máster Universitario en Ciencia de Datos (Master's Programme in Data Science).

1.2. Universidad solicitante y Centro responsable de las enseñanzas conducentes al Título, o en su caso, Departamento o Instituto.

Universidad: Universidad Politécnica de Madrid (institución pública).

Centro responsable de las enseñanzas: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos.

Departamentos participantes:

- Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos
- Inteligencia Artificial
- Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software
- Lingüística Aplicada a la Ciencia y a la Tecnología

1.3. Tipo de enseñanza.

Máster de investigación, Enseñanza presencial.

1.4. Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas.

El número de plazas de nuevo ingreso que se propone ofertar para los próximos cuatro cursos académicos es el siguiente:

- 2019-2020: 40 alumnos.
- 2020-2021: 40 alumnos.
- 2021-2022: 40 alumnos.
- 2022-2023: 40 alumnos.

1.5. Número mínimo de créditos europeos de matrícula por estudiante y periodo lectivo y, en su caso, normas de permanencia.

Número de créditos del título

El número total de créditos de la titulación es de 60 ECTS en un único curso académico.

Se distribuyen de la siguiente manera:



● Créditos Obligatorios	36
● Créditos Optativos	12
● Créditos Trabajo Fin de Máster	12
● CRÉDITOS TOTALES	60

Número mínimo de créditos europeos de matrícula por estudiante y periodo lectivo, y en su caso, normas de permanencia.

El número de créditos europeos en los que se matricularán los estudiantes a tiempo completo será de 30 ECTS por semestre (60 ECTS por curso).

Para aquellos alumnos con necesidades educativas especiales, se evaluará la necesidad de posibles adaptaciones curriculares, itinerarios o estudios alternativos.

En aquellas situaciones en las que el alumno haya agotado los 3 cursos académicos (desde el primero en matricularse) y desee continuar sus estudios de máster, debe presentar una solicitud a la Comisión Académica del Máster Universitario en Ciencia de Datos, que analizará la situación del alumno y elevará su solicitud a la Comisión de Ordenación Académica de la E.T.S.I. Informáticos.

Se incluye también la exigencia de que el alumno supere al menos 15 ECTS el primer año, y al menos 45 ECTS en los dos primeros años de matriculación.

En todo caso, las normas de permanencia del Máster se atenderán a la normativa establecida por la Universidad Politécnica de Madrid para el régimen de permanencia en las titulaciones.

1.6. Resto de información necesaria para la expedición del suplemento europeo al título de acuerdo con la normativa vigente.

Rama de conocimiento

Ingeniería y Arquitectura.

Profesiones para las que capacita una vez obtenido el título

El título no capacita para acceder a ninguna profesión regulada.

Lengua(s) utilizadas a lo largo del proceso formativo

Inglés y Castellano.

Código ISCED

481 Ciencias de la computación

Secundario: 520 Ingenierías y profesiones afines y 406 Matemáticas y estadística



2. JUSTIFICACIÓN.

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

El Máster Universitario en Ciencia de Datos tiene carácter investigador. Se trata de un máster que permite formar a los estudiantes en conocimientos cuantitativos y cualitativos relacionados con la Ciencia de datos. Se trata de un máster de investigación que por un lado permite adquirir la formación técnica suficiente para cursar estudios de doctorado. Por otro lado, el máster también permite proporcionar una orientación al mercado laboral que, si bien no se orienta al ejercicio de una profesión concreta, sí se diseña teniendo en cuenta las necesidades del mercado.

La ciencia de datos es una disciplina emergente, que surge en la intersección entre áreas tales como las matemáticas, la estadística y la informática. Requiere de un enfoque multidisciplinar y debe construirse sobre la base de las transformaciones que las actuales tecnologías basadas en datos están generando en todos los dominios de la industria y de la investigación. Así, se hace necesario establecer una nueva y profunda reflexión y un rediseño de los programas académicos actuales que, en su mayoría, cubren un conjunto limitado de materias académicas relacionadas con un cuerpo de conocimiento completo de Ciencia de Datos, abarcando sólo un subconjunto limitado y parcial de áreas de conocimiento y perfiles profesionales.

De esta forma, con el diseño de una nueva titulación de Máster Universitario en Ciencia de Datos, será posible evitar las brechas en el conocimiento y las competencias de los graduados de estos programas que dificultan y limitan actualmente su integración como especialistas en datos en un entorno de trabajo real.

El Máster Universitario en Ciencia de Datos responde a esta necesidad acuciante de formar profesionales versátiles con una sólida base matemática y estadística, y con habilidades propias de la ingeniería, capaces de hacer frente a los nuevos retos que plantea la creciente demanda de soluciones para adquirir, procesar, modelizar, estructurar, almacenar, distribuir, gestionar, visualizar y analizar cantidades masivas de datos para resolver problemas complejos mediante soluciones innovadoras, trabajando en equipos multidisciplinarios en un entorno tecnológico en rápida evolución y con aplicaciones tan diversas como el marketing digital, la mercadotecnia, las redes sociales, los recursos humanos, el comercio electrónico, la Internet de las Cosas, la analítica financiera, la biología, la salud o la biomedicina, entre otros.

Se considera que una adecuada justificación del título propuesto vendría dada por el nivel de demanda de los estudios, la relevancia científica del profesorado en el ámbito de la Ciencia de Datos, así como la alta demanda de egresados de la titulación. El perfil de egresado se centrará en personas con conocimientos cuantitativos y cualitativos relacionados con la Ciencia de datos, capaces de desempeñar tareas de forma eficiente tanto en el mercado laboral, como para cursar estudios de doctorado. Así, El programa de “Máster Universitario en Ciencia de Datos” tiene por objetivo formar profesionales en el desarrollo de proyectos integrales de ciencia de datos que requieran abordar y solucionar de manera creativa problemas de carácter científico-tecnológico en ese ámbito, y para ello se centra en dotar a los estudiantes de los conocimientos, las herramientas y las competencias necesarias para que sean especialistas en la práctica de la



ciencia de datos. Como se describirá en los siguientes apartados, todo estos aspectos evidencian el interés académico, científico y profesional del título así como su relación con la situación de la I+D+i y del ámbito profesional del sector. Estos últimos estarían representados por los agentes sociales y las Administraciones Públicas que han financiado los distintos proyectos mencionados, y que han demandado profesionales en el área de la Ciencia de Datos.

Los datos que se aporta a continuación evidencian lo fructífero de la investigación propuesta tanto en la productividad como en su proyección.

JUSTIFICACIÓN DEL INTERÉS ACADÉMICO DEL TÍTULO

Los estudios de Máster tienen la finalidad de que el estudiante adquiera una formación avanzada de carácter especializado o multidisciplinar, orientada a la especialización académica o profesional, o bien promover la iniciación de tareas investigadoras. Es en este escenario en donde se localiza el presente título de Máster Universitario en Ciencia de Datos, en virtud de lo dispuesto en el Real Decreto 43/2015, por el que se modifica el RD 1393/2007.

Tal y como se verá y desarrollará en el Capítulo 3 de la presente memoria, el objetivo general del máster que se propone es proporcionar a los profesionales de la Ingeniería Informática y, en general, a los profesionales de la Ciencia de la Computación y la Tecnología Informática, un mayor grado de conocimientos en técnicas de Ciencia de Datos, para que **sean capaces de abordar y solucionar nuevos problemas de carácter científico y tecnológico mediante la aplicación de técnicas de Ciencia de Datos.**

JUSTIFICACIÓN DEL INTERÉS CIENTÍFICO DEL TÍTULO

A nivel nacional, la *Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación* es el instrumento marco en el que quedan establecidos los objetivos generales a alcanzar durante el período 2013-2020 ligados al fomento y desarrollo de las actividades de I+D+i en España. Estos objetivos se alinean con los que marca la Unión Europea dentro del nuevo programa marco para la financiación de las actividades de I+D+i «Horizonte 2020» para el período 2014-2020, contribuyendo a incentivar la participación activa de los agentes del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación en el espacio europeo. En este sentido, constituye el marco de principios y objetivos generales, ampliamente compartidos, a partir de los cuales han de elaborarse los subsiguientes Planes nacionales y regionales de I+D.

La *Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación* ha elaborado con la participación de los actores del sistema español de Ciencia y Tecnología, junto a representantes de la Administración General del Estado, las Comunidades Autónomas, los ejecutores de la I+D+i (científicos y tecnólogos), los agentes sociales (sindicatos y patronal), etc. Dentro de los ocho retos sociales cinco acciones estratégicas que significan una apuesta clara del Gobierno en materia de I+D+i para el período 2013-2020, siendo un aspecto a claves el acceso abierto a datos y microdatos.

El número de proyectos y la financiación obtenida por el profesorado que impartirá docencia en el máster, tanto en los Planes Nacionales mencionados (convocatorias públicas competitivas nacionales), como en convocatorias públicas competitivas internacionales o en contratos con entidades públicas o privadas en ámbito no competitivo nacional e internacional, demuestra que la formación en las áreas de conocimiento propuestas tienen interés y pertinencia científica. Dichos proyectos son ejecutados a través de grupos de investigación pertenecientes a la Universidad Politécnica de Madrid, que ocupan una posición destacada en el ranking global que



proporciona el Observatorio I+D+i de dicha universidad (<http://www2.upm.es/observatorio/vi/index.jsp>).

JUSTIFICACIÓN DEL INTERÉS PROFESIONAL DEL TÍTULO

En relación con la empleabilidad del perfil profesional del graduado, es importante destacar que el volumen de datos que se generan a nivel mundial está creciendo rápidamente. Para 2020, se prevé que haya más de 16 zettabytes de datos útiles (16 trillones de GB)¹, lo que implica un crecimiento del 236% anual desde 2013 hasta 2020. Esta explosión de datos es una realidad que debe enfrentarse y explotarse al máximo para crear valor para los ciudadanos, las administraciones públicas, las empresas de todos los sectores y la sociedad en su conjunto.

En este escenario, catalogado de cambio de paradigma hacia un modelo socio-económico basado en los datos², la Ciencia de Datos y el big data representan cada vez más una necesidad para las empresas de cara a mejorar su competitividad e incluso para asegurar su viabilidad. Para ello, estas empresas tienen que estar atentas además a un entorno tecnológico en rápida evolución. Así, un estudio reciente de Accenture señala que el 79% de los ejecutivos de las empresas consultadas están de acuerdo en que las compañías que no adopten el big data perderán su posición competitiva y podrían enfrentarse a su desaparición. El 83% de estos ejecutivos reconocen haber abordado proyectos de big data para obtener una ventaja competitiva. Por otra parte, el 59% de los ejecutivos consultados en un estudio reciente de PwC señalaron que tenían previsto mejorar el uso de big data en sus compañías mediante el uso de la inteligencia artificial.

El mercado global del big data se estima que crecerá por ingresos en software y servicios desde los 7,6 billones de dólares USA de 2011 a 49 billones de dólares en 2019, y se pronostica un crecimiento sostenido para los próximos 10 años, hasta alcanzar los 103 billones de dólares en 2027. Esto representa una tasa de crecimiento anual compuesta superior al 10% (Statista, 2018). Según Forrester, además, esas cifras representan ya en 2018 un 5% de los ingresos totales del

¹ The digital universe of opportunities: rich data and the increasing value of the Internet of Things, Informe de IDC para EMC. Abril 2014.

² BDV SRIA – European Big Data Value Strategic Research and Innovation Agenda. Octubre 2017



mercado mundial del software³. Esta tendencia la respaldan también estudios de IDC⁴, McKinsey⁶, Calsoft⁷, etc.

Fruto de este crecimiento, los datos referentes a empleabilidad de este perfil profesional son muy favorables. Ya en 2015 la consultora Gartner pronosticaba que para ese año se crearían 4.4 millones de puestos de trabajo en torno al Big Data. Asimismo, un análisis realizado por LinkedIn muestra que ya en 2014 y 2015 las habilidades más buscadas eran análisis estadístico y minería de datos.

Por su parte, El estudio de empleabilidad realizado por Universia en enero de 2018 sitúa como tercera profesión más demandada "Experto en Minería de Datos y Big Data" con un 89% de empleabilidad. Según Fundación Telefónica, sólo en España se crearán 1.25 millones de empleos en 2022 de especialistas de "Big Data", desarrolladores software y expertos de ciberseguridad y realidad virtual. Harvard Business Review ya calificó la Ciencia de Datos como la profesión más atractiva del siglo XXI, por su fuerte demanda, gran reconocimiento y alta remuneración.

En definitiva, la creación de una titulación de *Máster Universitario en Ciencia de Datos* en la Universidad Politécnica de Madrid como elemento fundamental para consolidar la oferta formativa de la E.T.S.I. Informáticos se concibe como una herramienta para proporcionar titulados ampliamente necesarios en Europa.

El título está incluido en el Mapa de Titulaciones de la Universidad Politécnica de Madrid y no conduce a profesión regulada. Cuenta con el informe favorable de la Junta de la E.T.S.I. Informáticos de 26 de Octubre de 2018. Asimismo cuenta con los informes favorables de todos los Departamentos participantes (Consejo del Departamento de Inteligencia Artificial de 24 de octubre de 2018, Consejo del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería del Software de 24 de octubre de 2018 y Consejo del Departamento de Arquitectura y Tecnología de los Sistemas Informáticos de 24 de octubre de 2018). También, ha sido informado favorablemente por el Consejo de Gobierno y el Consejo Social de la UPM [6]. Todo ello de acuerdo con lo establecido en la LOU y en los Estatutos de la UPM.

³ Midyear Global Tech Market Outlook for 2017, Forrester, <https://www.forrester.com/report/Midyear+Global+Tech+Market+Outlook+For+2017+To+2018/-/E-RES140272>

⁴ IDC forecasts big growth for Big Data, Analytics Magazine. April 2018, <http://analytics-magazine.org/idc-forecasts-big-growth-for-big-data/>

⁵ Big Data and Business Analytics Revenues Forecast to Reach \$150.8 Billion This Year, Led by Banking and Manufacturing Investments, According to IDC, March 14, 2017, <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS42371417>

⁶ Analytics Comes of Age, McKinsey Analytics, January 2018, <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Analytics/Our%20Insights/Analytics%20comes%20of%20age/Analytics-comes-of-age.ashx>

⁷ Big Data 2017 - Market Statistics, Use Cases, and Trends, Calsoft, <http://asiandatasience.com/wp-content/uploads/2017/11/eBook-Big-Data-2017-Market-Statistics-Use-Cases-and-Trends.pdf>



2.2. Referentes externos que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas.

En este apartado se muestran distintos referentes, externos a la Universidad Politécnica de Madrid, que han sido consultados y analizados a la hora de diseñar y desarrollar el Plan de Estudios que se propone, en los aspectos referentes a objetivos, competencias generales y específicas, estructura, materias y asignaturas y demás aspectos requeridos por la ANECA y por Fundación para el conocimiento Madrid+d. Con ellos se expone la adecuación de la propuesta a criterios nacionales e internacionales para títulos de similares características académicas.

1. El Real Decreto 43/2015, de 2 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE Núm. 29, publicado el 3 de febrero de 2015.
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-943>
- 2.- La *Guía de apoyo para la elaboración de la Memoria para la solicitud de verificación de títulos oficiales (Grado y Máster)*, de la ANECA.
<http://www.aneca.es/Programas-de-evaluacion/Evaluacion-de-titulos/VERIFICA/Verificacion-de-Grado-y-Master/Documentacion-y-herramientas>
- 3.- *Protocolo de verificación y modificación de títulos oficiales de Grado y Máster* de la Fundación para el conocimiento Madrid+d.
<https://www.madrimasd.org/universidades/evaluacion-acreditacion-verificacion/verificacion-modificacion>
- 4.- Estudios PAFET: Perfiles emergentes de profesionales TIC en Sectores Usuarios
http://www.coit.es/index.php?op=estudios_215 De modo especial, *PAFET V Competencias profesionales y necesidades formativas en el Sector de Servicios que hacen un uso intensivo de las TIC* <http://www.coit.es/descargar.php?idfichero=2713>
- 5.- Informe *EURO-INF Framework Standards and Accreditation Criteria for Informatics Programmes 01*, desarrollado por The European Quality Assurance Network for Informatics Education (EQANIE).
<http://www.eqanie.eu/pages/about-eqanie/the-euro-inf-project/downloads.php?searchresult=1&sstring=Euro-Inf+Project>
- 6.- Estudio del Centro de Alto Rencimiento de Accenture (CAR) y Universia: *Las competencias profesionales en los titulados. Constraste y diálogo Universidad – Empresa*
<http://www.universia.es/estaticos/noticias/ResumenEjecutivoEstudioCompetencias.pdf>
- 7.- Documento *Estudio sobre Demanda Potencial de Formación de Posgrado de Egresados y Matriculados en las Universidades Públicas de la Comunidad de Madrid para Universidades Públicas Madrileñas*, de Julio de 2007, realizado por Append, en base a la ejecución de un estudio sobre la demanda potencial de formación de postgrado entre los egresados y matriculados de las Universidades Públicas de la Comunidad de Madrid.
<http://www.ucm.es/info/ucmp/cont/descargas/documento16676.pdf>
- 8.- Desarrollo del Marco para la acreditación de títulos universitarios en ingeniería dentro del Espacio Superior Europeo de Educación Superior, elaborado por la European



Accreditation of Engineering Programmes (EUR-ACE): *EUR-ACE. Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes.*

http://www.enaee.eu/pdf/EUR-ACE_Framework_Standards_20110209.pdf

- 9.- La EDISON Data Science Framework, colección de documentos que definen la profesión de Ciencia de Datos y que incluyen el Data Science Model Curriculum. Proyecto EDISON

<http://edison-project.eu/data-science-model-curriculum-mc-ds>

- 10.- Se han utilizado, como **referentes nacionales**, otras propuestas de estudios de postgrado de calidad e interés académico contrastado, como las que se indican a continuación en la tabla 1 (se indica en la tabla, a su vez, su relación con las asignaturas que se encuentran presentes en el máster que se propone).

- 11.- **A nivel internacional** los referentes utilizados son los mostrados en la tabla 2.

Universidad	Título del Máster	Contenidos formativos comunes en el máster propuesto
Universidad de Valencia	Máster Universitario en Ciencia de Datos https://www.uv.es/uvweb/master-ciencia-datos/es/master-universitario-ciencia-datos-1285949661373.html	Aprendizaje automático, análisis estadístico de datos, visualización de datos, aplicaciones.
Universidad Oberta de Cataluña	Máster Universitario en Ciencia de Datos http://estudios.uoc.edu/es/masters-universitarios/data-science/presentacion?utm_medium=blogs&utm_source=tra_0_informatic_a&utm_campaign=20181_nd_es_mk_top_e_intern_generic&utm_content=area_immt_0	Aprendizaje automático, análisis estadístico de datos, visualización de datos, aplicaciones, Big Data, Programación para Ciencia de Datos, grafos y redes.
Universidad Carlos III de Madrid	Máster Universitario en Estadística para la Ciencia de Datos https://www.uc3m.es/ss/Satellite/Postgrado/es/Detalle/Estudio_C/1371237139502/1371219633369/Master_Universitario_en_Estadistica_para_la_Ciencia_de_Datos	Programación para Ciencia de Datos, Redes Bayesianas, análisis estadístico de datos, series temporales, infraestructuras big data.
Universidad Carlos III de Madrid	Máster Universitario en Métodos Analíticos para Datos Masivos: Big Data. https://www.uc3m.es/ss/Satellite/Postgrado/es/Detalle/Estudio_C/1371210340413/1371219633369/Master_Universitario_en_Metodos_Analiticos_para_Datos_Masivos_Big_Data	Programación para Ciencia de Datos, Redes Bayesianas, análisis estadístico de datos, computación de alto rendimiento, Aprendizaje automático, entornos cloud computing, grafos y redes, visualización de datos, infraestructuras big data.



Universidad Complutense de Madrid	Máster Big Data y Business Analytics https://www.masterbigdataucm.com/programa-master-big-data/	Big data, bases de datos no relacionales, programación para Ciencia de Datos, análisis estadístico de datos, grafos y redes, aplicaciones, datos abiertos
Universidad de Alcalá	Máster en Business Intelligence y Data Science https://www.master-bigdata.com/	Big data, aspectos éticos y legales, análisis estadístico de datos, aprendizaje automático, grafos y redes, cloud computing, bases de datos no relacionales, visualización de datos, aplicaciones
Universidad Autónoma de Madrid	Máster en Big Data y Data Science: Ciencia e Ingeniería de Datos https://www.uam.es/ss/Satellite/es/1242654675830/1242692602422/estudioPropio/estudioPropio/Master_en_Big_Data_y_Data_Science:_Ciencia_e_Ingenieria_de_Datos.htm	Big data, aspectos éticos y legales, análisis estadístico de datos, aprendizaje automático, grafos y redes, cloud computing, bases de datos no relacionales, visualización de datos, aplicaciones
EOI	Máster en Big Data https://www.eoi.es/es/cursos/23401/master-en-big-data-madrid	Big data, bases de datos no relacionales, cloud computing, programación para Ciencia de datos, visualización de datos, aplicaciones
Universidad de Granada	Ciencia de Datos e ingeniería de computadores http://masteres.ugr.es/datcom/pages/master/implanta	Programación para Ciencia de Datos, aprendizaje automático, pre-procesado de Datos, computación de altas prestaciones, series temporales, visualización de datos, big data, aplicaciones
Universidad Autónoma de Barcelona	Ciencia de Datos https://www.uab.cat/web/informacion-academica-de-los-masteres-oficiales/la-oferta-de-masteres-oficiales/informacion-general/ciencia-de-datos/-/data-science-1096480309770.html?param1=1345665013528	Análisis estadístico de datos, big data, aprendizaje automático, visualización de datos, grafos y redes, aplicaciones
Universidad de Barcelona	Fundamentos de Ciencia de Datos http://www.ub.edu/estudis/es/mastersuniversitaris/cienciadades/plan-de-estudios	Redes bayesianas, aprendizaje automático, visualización de datos, bases de datos avanzadas, Deep learning, series temporales, grafos y redes
Universidad Politécnica de Cataluña	Ciencia de Datos https://www.fib.upc.edu/es/estudios/masteres/master-en-innovacion-e-investigacion-en-informatica/plan-de-estudios/especialidades/ciencia-de-los-datos	Análisis estadístico de datos, aprendizaje automático, bases de datos avanzadas, datos abiertos, procesamiento de lenguaje natural, aplicaciones

Tabla 1: Referentes nacionales

Estos referentes se han utilizado para los siguientes aspectos de la memoria que se presenta a verificación:

- 1, 10 y 12 han establecido las directrices fundamentales de la estructura y espíritu de la presente memoria que se presenta a verificación.
- 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 11 se han utilizado para el diseño de objetivos y competencias del Plan de Estudios que se propone.



- 1 y 10 se han utilizado para la definición de las estructuras de las enseñanzas, para el establecimiento de la planificación y secuenciación de las mismas, y para la concreción de contenidos formativos.

En este último aspecto interesa destacar que, si bien todos estos referentes presentan afinidades con los contenidos que se proponen en esta memoria, el Máster Universitario en Ciencia de Datos es el único ofertado como tal con dicha denominación, en esta área específica, en la Comunidad de Madrid, y uno de los cinco únicos que se ofertan en España (Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad Oberta de Cataluña, Universidad de Valencia y el que se propone por la Universidad Politécnica de Madrid). Asimismo, tal y como se mostrará en el posterior desarrollo de este documento, la amplitud e intensidad de los estudios propuestos no queda recogida en ninguno de los planes de estudio analizados.

A nivel internacional cabe destacar los siguientes másteres Internacionales que se muestran en la Tabla 2:

Universidad	Título del Máster
Stanford University	Master of Science in Statistics: Data Science
U. of California at Berkeley	Master in Information and Data Science
Carnegie Mellon University	Master in Data Science
Georgia Institute of Technology	Master of Science in Analytics
U. California San Diego	Master in Data Science and Engineering
U. De Paul	Master in Predictive Analytics
U. of Chicago	Master of Science in Analytics
U. of Columbia	Master of Science in Data Science
New York University	Master of Science in Data Science
North Carolina State University	Master of Science in Analytics
Texas A&M University	Master of Science in Analytics
U. Warwick	Master in Data Science
U. Paris-Saclay	Master in Data Science
TU Eindhoven	Master in Data Science
TU Munich	Master in Data Engineering and Analytics
Aalborg University	Master in Data Engineering

Tabla 2: Referentes Internacionales

Tal y como se puede apreciar en la tabla 2, los principales referentes de máster internacionales corresponden a universidades de referencia en Estados Unidos, así como algunas de las principales universidades europeas. Se puede apreciar que se trata de enseñanzas que han comenzado a impartirse en Estados Unidos y que comienzan a impartirse cada vez con mayor nivel de aceptación en las principales universidades europeas.

Recientemente han surgido diversas organizaciones profesionales en el ámbito de la ciencia y la ingeniería de datos, como son la Data Science Association, Association of Big Data Professionals, Digital Analytics Association, que se unen a las más tradicionales American Statistics Association, Data Mining Section of INFORMS, SIGKDD, ACM SIGMOD. Sin embargo, aún no se han elaborado recomendaciones para planes de estudios. Así, por ejemplo, el Comité *Data Science Education Curriculum Committee* de la *Data Science Association* está actualmente en fase de reclutamiento de expertos para abordar el desarrollo y el establecimiento de estándares de acreditación para los planes de estudios de nivel de posgrado en Ciencia de Datos⁸.

⁸ <http://www.datascienceassn.org/data-science-education-curriculum-committee>



Por su parte, las asociaciones ACM e IEEE no han incorporado aún ninguna recomendación específica para planes de estudios en Ciencia de Datos en sus bien conocidas *ACM-IEEE Computing Curricula Recommendations*, como sí ha hecho ya por ejemplo en el ámbito de la Ciberseguridad. En cualquier caso, un plan de estudios en ciencia e ingeniería de datos se construirá necesariamente sobre la base de las cinco disciplinas clásicas, como de hecho hacen ya las recomendaciones para Ciberseguridad o Interacción Persona-Ordenador, que se suman a esas cinco disciplinas clásicas, como se espera que lo hagan otras disciplinas emergentes de la informática como es la Ciencia de Datos.

Por su parte, Europa ha puesto en marcha iniciativas en pro de la creación de la profesión de científico/a de datos. En este contexto, el diseño de la titulación ha tenido también en consideración los resultados de los proyectos europeos EDISON⁹ y EDSA¹⁰. El proyecto EDISON persigue el objetivo de acelerar la creación de la profesión de científico/a de datos con un foco en investigación y en la industria. En concreto, el proyecto EDISON produjo a finales de 2017 un marco de trabajo para definir la profesión de Científico/a de Datos. Este marco de trabajo está formado por un conjunto de documentos interrelacionados pensados para asistir a educadores, formadores, empleadores y gestores en la formación, certificación, identificación, reclutamiento e inspiración de los futuros profesionales competentes y cualificados para ejercer como científicos de datos, a saber, un Marco de Competencias conforme al e-CF, un Cuerpo de Conocimientos y un Modelo de Plan de Estudios; además de un Marco de Definición de Perfiles Profesionales en Ciencia de Datos y de diversos procesos pensados para mantener estos documentos actualizados.

Por su parte, el objetivo principal del proyecto EDSA de la Academia Europea de Ciencia de Datos es ofrecer planes de estudio modulares y adaptables y recursos de aprendizaje para satisfacer las necesidades de la industria en perfiles profesionales de científicos e ingenieros de datos.

La Comisión Europea ha creado junto con la BDVA (Big Data Value Association) un partenariado público-privado (PPP) para impulsar en Europa la investigación, el desarrollo y la innovación en Big Data. Además, participa en varias *tasks forces* y lidera algunas de ellas. En concreto, lidera la task force TF9: Skills and Education. Esta TF desarrolla las actividades educativas relacionadas con Big Data para capacitar a futuros científicos de datos, luego de analizar las habilidades que buscan las empresas al alinearse con los esfuerzos existentes, como EDSA y EIT-Digital, entre otros. El foco de la actividad es el uso de analítica y big data en educación, además de analizar las habilidades requeridas en los próximos años para explotar la tecnología de big data en proyectos innovadores, así como para desarrollar la próxima generación de tecnología para big data. Adicionalmente, UPM participa en la CSA (*Coordination and Support Action*) BDVw, vigente hasta 2020 para dar apoyo a esta PPP en Big Data. Esta CSA se llama BDVe. En particular, UPM es responsables de la TF generada para reconocimiento de *skills* de *data science* en Europa.

También en el contexto europeo, EQANIE ha incluido recientemente en el marco de su sello de calidad para programas de grado y máster en informática Euro-Inf recomendaciones para Informática Empresarial¹¹ (Business Informatics) y programas relacionados que incluyen

⁹ Proyecto EDISON, <http://edison-project.eu/>

¹⁰ <http://edsa-project.eu/>

¹¹ [http://www.eqanie.eu/media/Euro-](http://www.eqanie.eu/media/Euro-Inf_Programme_Outcomes_for_Business_Informatics_Accreditation_2017-10-23.pdf)

[Inf Programme Outcomes for Business Informatics Accreditation 2017-10-23.pdf](http://www.eqanie.eu/media/Euro-Inf_Programme_Outcomes_for_Business_Informatics_Accreditation_2017-10-23.pdf)



competencias directamente relacionadas con la ciencia e ingeniería de datos, que han sido consideradas en el diseño de esta titulación.

2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del Plan de Estudios.

El R.D. 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, así como los distintos documentos elaborados por la ANECA en el marco del programa VERIFICA desarrollando el proceso de verificación de las propuestas de títulos universitarios oficiales de grado y posgrado, definen un marco en el que elaborar las propuestas de nuevas titulaciones que las universidades españolas deseen implantar en los próximos años.

En la UPM se han desarrollado una serie de actuaciones siguiendo un conjunto de procedimientos de consulta y aprobación internos y externos a través de diferentes comisiones y órganos de gobierno, que garantizan la máxima calidad posible en la propuesta del nuevo plan de estudios que se presenta al proceso de verificación del que es responsable el Consejo de Universidades. Su finalidad es describir el proceso mediante el cual, de una forma estructurada, ordenada y coordinada, la UPM, con la participación de todos sus Centros y grupos de interés, aborda el diseño de nuevos Títulos, cumpliendo las directrices establecidas a nivel nacional y europeo, y los mandatos de la legislación vigente. La orientación con criterios académicos y profesionales hacia una completa formación del alumno, y teniendo una visión global de universidad, hace necesaria la participación de órganos de gobierno y personas de toda la UPM y de colaboradores externos.

Procedimientos de consulta internos

En el proceso de elaboración de la propuesta recogida en este documento se ha seguido un procedimiento de consulta interno que consta de varios puntos:

1) Comisión de nuevas titulaciones de la E.T.S.I. Informáticos, con la siguiente estructura:

- Presidente: Director de la Escuela
- Otros Representantes del Equipo Directivo:
 - Subdirector de Postgrado e Investigación
 - Jefe de Estudios
- Representantes de los departamentos: un representante de cada departamento o sección departamental adscritos al centro (Director de departamento o persona en quien delegue)
- Representantes de alumnos: Un representante de alumnos

2) Comisión asesora para la creación del Grado en Ciencia e Ingeniería de Datos, con la siguiente estructura:

- Presidente: Jefe de Estudios
- Representantes de los departamentos: Representantes de cada departamento o sección departamental adscritos al centro:



- 2 representantes del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software (DLSIIS)
- 2 representantes del Departamento de Inteligencia Artificial (DIA)
- 1 representante del Departamento de Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (DMATIC)
- 1 representante del Departamento de Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos (DATSI)
- 1 representante del Departamento de Ingeniería de Organización, Empresa y Estadística
- 1 representante del Departamento de Lingüística Aplicada a la Ciencia y a la Tecnología (DLACYT)

4) Consultas al profesorado y a los grupos de investigación relacionados. Durante la elaboración del plan de estudios, la Comisión asesora para la creación del nuevo Grado en Ciencia e Ingeniería de Datos contó con el asesoramiento del futuro profesorado de la titulación, cuyo prestigio y reconocimiento internacional en la materia tiene reflejo en los premios y reconocimientos recibidos en los últimos años, entre los que destacan:

- Fellow of the European Academy of Sciences (2018-)
- Fellow of the European Association for Artificial Intelligence (2012-)
- Fellow of the Academia Europaea (2018-)
- Fellow of the European Coordinating Committee for Artificial Intelligence ECCAI (2012-)
- Founding member of the International Academy of Health Sciences Informatics, promoted by the International Medical Informatics Association (IMIA)
- Fellow of the American College of Medical Informatics (ACMI)
- Un Premio Nacional de Investigación “Julio Rey Pastor” en Matemáticas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en su edición 2005, otorgado por el Ministerio de Educación y Ciencia
- Tres Premios Nacionales de Informática “Aritmel” (bianual), en sus ediciones de 2005, 2014 y 2016, otorgados por la Sociedad Científica Informática de España
- Un Premio Nacional de Informática “Ramon Llull”, en su edición 2006, otorgado por la Sociedad Científica Informática de España
- Un Premio Nacional de Informática “José García Santesmases” a la trayectoria profesional, en su edición 2007, otorgado por la Sociedad Científica Informática de España
- Un Premio AEPIA 2018 de la Asociación Española de Inteligencia Artificial
- Dos Premios de Investigación de la Universidad Politécnica de Madrid, en sus ediciones de 2014 y 2016
- Un Premio de la Universidad Politécnica de Madrid a la Proyección Investigadora, en su edición 2017
- Un Premio Juan López de Peñalver 2016, otorgado por la Real Academia de Ingeniería para distinguir la labor de ingenieros que hayan sobresalido por su labor investigadora



- Un Premio Ada Byron a la Mujer Tecnóloga 2015, concedido por la Universidad de Deusto
- Un Premio académico internacional IBM Faculty Award 2015
- Un representante en el "Grupo de Sabios sobre Inteligencia Artificial y Big Data" (9 miembros) puesto en marcha por el Gobierno de España en 2018 para asistir al Ejecutivo mediante la creación de un Libro Blanco sobre la materia
- Presidencia del Consejo Científico del Instituto Francés de Investigación en Informática y Automática (INRIA, Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique).
- Dirección del Instituto IMDEA Software (Madrid Institute for Advanced Studies in Software Development Technologies), perteneciente a la red de Institutos Madrileños de Estudios Avanzados.
- Dirección del AI.nnovation Space Accenture-UPM, el primer Centro tecnológico mixto europeo en el área de Inteligencia Artificial ubicado en una universidad española (sede en la E.T.S.I. Informáticos de UPM).
- Dirección del Research Center for Computacional Simulation, interuniversitario: UPM, URJC, UCM y UAM (sede en la E.T.S.I. Informáticos de UPM)
- Presidencia de la IEEE Education Society (2018-)
- Premio al mejor proyecto Europeo de I+D en cooperación 2015, concedido por la fundación madri+d al proyecto LeanBigData coordinado por profesores de la E.T.S.I. Informáticos.
- Premio "Best Young SME 2017" otorgado por la Comisión Europea a la spin-off LeanXcale, creada por profesores de la E.T.S.I. Informáticos en el área de Big Data.
- Premio EIT ICT Labs Idea Challenges Startups 2015 a la spin-off de UPM LeanXcale, creada por profesores de la E.T.S.I. Informáticos en el área de Big Data.

Según el "Ranking of scientists in Spain" que clasifica a los científicos de instituciones españolas de acuerdo a sus perfiles públicos de Google Scholar Citations, 13 profesores de la Escuela en activo se encuentran entre los 5.000 científicos con mejor índice h y mayor número de citas de España (de entre 37.819 considerados en todas las ramas de la ciencia). Entre esos 13 profesores más citados, acumulan más de 70.000 citas a sus artículos científicos.

Se contó también con el asesoramiento de los siguientes grupos de investigación reconocidos de la Universidad Politécnica de Madrid, relacionados con la ciencia y la ingeniería de datos y liderados por profesores de la futura titulación:

- Grupo de Investigación en Inteligencia Computacional (CIG, <http://cig.fi.upm.es/>). Su área principal de investigación es la modelización y el análisis de datos, cuyos problemas principales actuales incluyen: flujos de datos, clasificación supervisada multidimensional, clasificación multi-etiqueta, agrupamiento en espacios de alta dimensión, selección de subconjuntos de características utilizando métodos como redes bayesianas, regularización, clasificación por regresión. El grupo investiga también en optimización heurística, neurociencia e industria 4.0, campo este último en el que



desarrollan soluciones de aprendizaje automático para sistemas ciber-físicos. El grupo publica en media más de 15 artículos científicos en revistas indexadas en posiciones relevantes del JCR.

- Proyectos relevantes de reciente ejecución:
 - Human Brain Project (2013-2023), EC 7th Framework Programme, FET Flagship Initiative, <http://www.humanbrainproject.eu/>
 - Cajal Blue Brain (2008–2018), Ministerio de Ciencia e Innovación, E.T.S.I. Informáticos coordina el módulo científico de análisis de datos) <http://cajalbbp.cesvima.upm.es/>
 - Big Data and Scalable Data Analysis (Red de Excelencia Española), 2015-2016, Plan Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica, Ministerio de Economía y Competitividad
 - Bayesian Network Learning with non-Directional and Directional Variables for Association Discovery, Multi-Target Prediction and Clustering, 2014-2016, Plan Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica, Ministerio de Economía y Competitividad
 - Multi-view Clustering with Bayesian Networks, 2016-2018, Fundación BBVA grants to Scientific Research Teams in Big Data,
 - Minería de Datos con Modelos Gráficos Probabilísticos: Nuevos Algoritmos y Aplicaciones. 2011-2013, Plan Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica, Ministerio de Ciencia e Innovación. <http://leo.ugr.es/MD-PGMs/?seccion=inicio>
- Grupo de Investigación en Minería de Datos y Simulación MIDAS (<https://midas.ctb.upm.es/>). El grupo está respaldado por las unidades de Análisis y Visualización de datos masivos (*big data*), Procesamiento de lenguaje natural, Optimización heurística, Procesamiento y análisis de imágenes y señales de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos (E.T.S.I. Informáticos) y del Centro de Tecnología Biomédica (CTB) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y lleva a cabo investigaciones básicas y aplicadas adaptadas a las necesidades de la industria.
 - Proyectos relevantes de reciente ejecución:
 - BigMedilytics: Big Data Medical Analytics (2018-2020), H2020 (IA) 16.940.837,50 € https://cordis.europa.eu/project/rcn/213551_es.html
 - Integration and analysis of heterogeneous big data for precision medicine and suggested treatments for different type of patients (2017 – 2020), H2020 – Research and Innovation Action (RIA), 4,3M€, http://cordis.europa.eu/project/rcn/209744_es.html
 - Big Data Value eCosystem (2017 - 2020), 4,9M€, H2020 – Coordination and support action (CSA), http://cordis.europa.eu/project/rcn/206401_es.html
 - Integral low-cost platform for the monitoring and help of neurodegenerative patients in mental capabilities (2016 - 2017),



- Financiado por Ministerio de economía y competitividad y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), Ref: RTC-2016-4922-1) <http://www.ndmonitor.proasistech.com/>
- Proyectos del Plan Nacional directamente relacionados con la temática de la titulación:
 - SCOVIMI: Soft computing, visualization and multimodal interaction for complex systems and data (MICINN TIN2010-21289; 2010-2013)
 - NAVAN: Nuevos Avances en Visualización Analítica (MICINN TIN2014-57481; Ene. 2015-Jul. 2018)
 - VIANA: Visualización analítica avanzada (MICINN TIN2017-83132-C-2-2R; 2018-2020)
 - Cajal Blue Brain (2008 – 2018), E.T.S.I. Informáticos: ha coordinado los módulos de Herramientas y Visualización de Datos en el período 2008-2015, <http://cajalbbp.cesvima.upm.es/>
 - Grupo de Investigación en Ingeniería Ontológica (OEG, <http://www.oeg-upm.net/>), el grupo ocupa la 8ª posición del ranking de grupos reconocidos de UPM, que cuenta más de 200 grupos, y es ampliamente reconocido en Europa en las áreas de ingeniería ontológica, web semántica, datos sociales y enlazados, lenguaje natural, e-ciencia semántica y la Internet del Futuro.
 - proyectos relevantes de reciente ejecución:
 - TheyBuyForYou (2018 – 2020), H2020 –Innovation Action (IA), 3,3M€, <http://www.oeg-upm.net/>.
 - Clarity, Champion e-government applications to increAse tRust, accountablility and TransparencY in public services (2016 – 2020), H20180 – Coordination and Support Action (CSA), 0,6M€, <http://www.oeg-upm.net/>.
 - Starsforall, A Collective Awareness Platform for Promoting Dark Skies in Europe (2016 – 2018), H2020 – Research and Innovation Action (RIA), 1,9M€, <http://www.oeg-upm.net/>.
 - SlideWiki, Large-scale pilots for collaborative OpenCourseWare authoring, multiplatform delivery and Learning Analytics (2016 – 2018), H2020 –Innovation Action (IA), 7,0M€, <http://www.oeg-upm.net/>.
 - MobileAge (2016 – 2019), H2020 –Innovation Action (IA), 3,0M€, <http://www.oeg-upm.net/>.
 - esTextAnalytics (2016 – 2019), H2020 – Retos Colaboración 2016, 0,27M€, <http://www.oeg-upm.net/>.
 - Transforming Transport (2017 – 20219), H2020 –Innovation Action (IA), 18,7M€, <http://www.oeg-upm.net/>.
 - OASIS (2016 – 2018), H2020 – CEF Telecom, 2,0M€, <http://www.oeg-upm.net/>.



- VICINITY, Open virtual neighbourhood network to connect intelligent buildings and smart objects (2016 – 2019), H2020 – Research and Innovation Action (RIA), 7,5M€, <http://www.oeg-upm.net/>.
- Laboratorio de Sistemas Distribuidos (LSD, <http://lsd.ls.fi.upm.es/>). Los intereses de investigación del grupo cubren diferentes aspectos de la teoría y la práctica de los sistemas distribuidos, con un fuerte énfasis en la escalabilidad y la alta disponibilidad y en los últimos 7 años también en la computación en la nube: sistemas de bases de datos escalables, sistemas de procesamiento de eventos escalables, Cloud Platform as a Service (PaaS), elasticidad, sistemas transaccionales escalables, middleware escalable e infraestructuras orientadas a servicios, alta disponibilidad y tolerancia a fallos y sistemas distribuidos autónomos. El grupo ha registrado varias patentes y ha promovido una spin-off de UPM (LeanXcale) en el área de Big Data que ha sido merecedora de varios premios: Premio "Best Young SME 2017" otorgado por la Comisión Europea y Premio EIT ICT Labs Idea Challenges Startups 2015.
 - Proyectos relevantes de reciente ejecución:
 - BigDataStack, EC Horizon 2020 Programme, 2017-2020
 - CrowdHealth, EC Horizon 2020 Programme, 2017-2020
 - CloudDBAppliance: European Cloud In-Memory Database Appliance with Predictable Performance for Critical Applications, EC Horizon 2020 Programme, 2016-2019
 - LeanBigData: Ultra-Scalable and Ultra-Efficient Integrated and Visual Big Data Analytics, EC 7th Framework Programme, 2014-2017 (Premio al mejor proyecto europeo de I+D en cooperación 2015, concedido por la fundación madri+d)
 - BigDataPaaS: Una plataforma como servicio para Big Data, Ministerio de Economía y Competitividad, Programa Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica, 2013-2016
- Laboratorio de Redes de Comunicaciones y Tecnologías Web (CoNWeT), el laboratorio desarrolla su actividad investigadora e innovadora en el área de la Futura Internet, las Ciudades Inteligentes, la Internet de las Cosas y la Economía de los Datos.
 - Proyectos relevantes de reciente ejecución:
 - FI-NEXT: Bringing the Future Internet Core Platform (FIWARE) to the next step, EC HORIZON 2020 Programme,. Collaborative Project. 6 M€, 2016-2018
 - FI-CORE: Future Internet – Core, EC 7th Framework Programme, Future Internet Public-Private Partnership (FI-PPP) Programme,. Collaborative Project. 22M€, 2014-2016
 - FI-WARE: Future Internet Core Platform, EC 7th Framework Programme. Future Internet Public-Private Partnership (FI-PPP) Programme, Collaborative Project, 41M€, 2011-2014

- 4CaaS: Building the PaaS Cloud of the Future EC 7th Framework Programme, Collaborative Project, 8,8M€, 2010-2013

Procedimientos de consulta externos

En el proceso de elaboración de la propuesta recogida en este documento se ha seguido un procedimiento de consulta externo que consta de varios puntos:

1) Consultas a empresas. Para llevar a cabo el diseño del título se han realizado diversos mecanismos de consulta a empresas e instituciones con las que colabora habitualmente la ETSI Informáticos de la UPM. Estas consultas se han materializado en cartas de apoyo concretas por parte de distintas empresas punteras en el sector y ajenas a la Universidad, tales como Accenture, Telefónica y Atos. La información obtenida en todos los casos resalta el valor añadido que proporciona una titulación de estas características, ya que se trata de perfiles necesarios y altamente demandados en el mercado

2) Consultas con la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática de España (CODDII), de la que el Director de la ETS de Ingenieros Informáticos de la UPM es Vicepresidente.

3) Se ha consultado el **Observatorio Académico de la UPM**, con datos de interés sobre acceso y perfil de estudiantes, inserción laboral, satisfacción, etc. La experiencia del Observatorio Académico en la adquisición, tratamiento y análisis de la información universitaria hace que sea una pieza clave en el desarrollo e implantación del proyecto de Inteligencia Institucional de la Universidad Politécnica de Madrid,
<http://www.upm.es/UPM/Inteligencia/ObservatorioAcademico>.



3. COMPETENCIAS.

3.1. Objetivos del Título.

El Plan de Estudios que se propone se articula a partir del establecimiento de objetivos que reflejan la orientación profesional del mismo. Dichos objetivos permiten al estudiante conocer la orientación que se pretende dar al título, ayudándole a comprender el sentido de las competencias generales y específicas que debe adquirir durante sus estudios y que son exigibles para otorgar el título. Los párrafos siguientes se refieren, por tanto, a la especificación de dichos objetivos.

Los estudios de Máster tienen la finalidad de que el estudiante adquiera una formación avanzada, de carácter especializado o multidisciplinar, orientada a la especialización académica o profesional, o bien promover la iniciación de tareas investigadoras. Es en el primer escenario, de especialización académica y profesional, en donde se localiza el presente título de Máster Universitario en Ciencia de Datos.

Objetivo general del Título de Máster en Ciencia de Datos

El **objetivo principal** del Máster Universitario en Ciencia de Datos es **preparar al alumno para la innovación en el área de la Ciencia de Datos, en dos sentidos: la creación de técnicas y métodos innovadores en el propio área de investigación de la Ciencia de Datos y la incorporación de esas técnicas y métodos a la realidad social y empresarial, creando procesos y soluciones informáticas innovadoras.**

De esta forma, se proporcionará a los profesionales de la Ingeniería Informática y, en general, a los profesionales de la Ciencia y la Tecnología, un mayor grado de conocimientos en Ciencia de Datos, para que sean capaces de abordar y solucionar problemas de carácter tanto científico como tecnológico mediante técnicas y métodos productos recientes de la investigación en el área. Este objetivo general puede completarse con dos metas adicionales e intrínsecas al contenido de la titulación. En primer lugar, la idea de innovar para investigar y, simultáneamente, la idea de investigar para innovar. La primera meta sugiere programas innovadores, que sean capaces de combinar el carácter especializado de la formación con la creatividad que subyace a líneas originales, activas y productivas de investigación. La segunda se dirige hacia la capacidad de ser creativo a la hora de abordar y solucionar problemas mediante la investigación.

Objetivos específicos del Título de Máster en Ciencia de Datos

Este objetivo global se concreta en los siguientes **objetivos más específicos**:

- Objetivo 1: Adquirir conocimientos sobre las infraestructuras para el almacenamiento y gestión de datos, así como sobre los procesos de adquisición, extracción, manipulación y conversión de datos en diferentes entornos.
- Objetivo 2: Adquirir destrezas en la utilización de las principales arquitecturas y herramientas tecnológicas en Ciencia de Datos.
- Objetivo 3: Adquirir conocimientos sobre las técnicas estadísticas y métodos de aprendizaje automático avanzados para el análisis de datos descriptivo y predictivo.



- Objetivo 4: Capacitar al alumno para ser creativo a la hora de abordar y solucionar problemas de carácter científico y tecnológico en Ciencia de Datos.
- Objetivo 5: Poner en práctica los conocimientos adquiridos para aplicarlos en un entorno real de trabajo y desarrollar un proyecto completo de Ciencia de datos.
- Objetivo 6: Adquirir una formación avanzada, de carácter especializado y multidisciplinar, orientada a promover la iniciación de tareas investigadoras en Ciencia de Datos.

3.2. Competencias generales y específicas.

A continuación se describen las competencias generales y específicas que deben adquirir los estudiantes durante sus estudios. Dichas competencias se definen teniendo en cuenta lo siguiente:

- los derechos fundamentales y de igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres,
- los principios de igualdad de oportunidades y accesibilidad universal de las personas con discapacidad y
- los valores propios de una cultura de paz y de valores democráticos.

Puesto que las competencias definidas deben ser evaluables, se ha puesto énfasis, en su redacción, en el hecho de que permitan identificar resultados de aprendizaje que puedan observarse y medirse.

Las competencias del título de Máster Universitario en Ciencia de Datos se han estructurado en dos categorías. En la primera se incluyen **competencias generales**, las cuales son comunes para cualquier máster en España, al provenir de un Real Decreto, o bien ser propuestas por la Universidad Politécnica de Madrid, o estar incluidas en el estándar EURO-INF, que señala competencias para que un título se pueda acreditar como máster en informática.

En una segunda categoría estarán las **competencias de investigación** de la titulación.

En una tercera categoría estarán las **competencias específicas en Ciencia de Datos**, que diferencian al título propuesto de cualquier otro máster de profesional de la E.T.S.I. Informáticos.

Se ha comprobado que las competencias generales utilizadas cubren los descriptores genéricos de resultados de aprendizaje establecidos en el Marco Superior de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) (RD 1027/2011, de 15 de julio) para Nivel 3 (Máster).

Competencias Generales:

Las competencias generales del título de Máster Universitario en Ciencia de Datos se han establecido a partir de diferentes fuentes: RD 1393/2007, RD 1027/2011, así como redes y entidades nacionales (Universidad Politécnica de Madrid, Comunidad de Madrid) e internacionales (EURO-INF):

- Las competencias establecidas en el **RD 1393/2007**¹², comunes a cualquier título oficial de máster.

¹² Real Decreto RD 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales en España.



- 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.
- Las competencias establecidas como obligatorias por la **Universidad Politécnica de Madrid** para los títulos oficiales de Másteres¹³.
 - UPM1.- Uso de la lengua inglesa.
 - UPM2.- Liderazgo de equipos.
 - UPM3.- Creatividad.
 - UPM4.- Organización y planificación.
 - UPM5.- Gestión de la información.
 - UPM6.- Gestión económica y administrativa.
 - UPM7.- Trabajo en contextos internacionales.
- Otro grupo de competencias se han extraído del marco de acreditación europeo **EURO-INF** (textualmente "The Euro-Inf Framework is thus intended as a broad common denominator, or overarching reference point, for the variety of informatics programmes", <http://www.eqanie.eu/>).
 - EUROINF1.- Especificación y realización de tareas informáticas complejas, poco definidas o no familiares.
 - EUROINF2.- Planteamiento y resolución problemas que abarquen áreas nuevas y emergentes de su campo de estudio.
 - EUROINF3.- Aplicación últimos o más novedosos métodos para resolver problemas que, posiblemente, involucren a otras disciplinas.
 - EUROINF4.- Capacidad de pensamiento de forma creativa para desarrollar aproximaciones y métodos nuevos y originales.
 - EUROINF5.- Integración del conocimiento de distintos campos de estudio.
 - EUROINF6.- Comprensión de las técnicas y métodos aplicables en una especialización concreta, así como de sus limitaciones.
 - EUROINF7.- Apreciación de los límites del conocimiento actual y de la aplicación práctica de la última tecnología.

¹³ *Requisitos y recomendaciones para la implantación de los planes de estudio UPM* Texto refundido de los acuerdos del Consejo de Gobierno, reuniones del 26 de junio, 10 y 24 de julio de 2008.



- EUROINF8.- Conocimiento y comprensión de la informática para crear modelos, así como sistemas y procesos de información complejos.
- EUROINF9.- Capacidad para contribuir al desarrollo futuro de la informática.
- EUROINF10.- Capacidad de realizar un trabajo de forma autónoma en su campo profesional.
- EUROINF11.- Habilidad para cooperar con un equipo posiblemente compuesto de personas procedentes de distintas disciplinas y niveles y liderarlo.
- EUROINF12.- Habilidades comunicativas efectivas, posiblemente también en contextos internacionales.
- EUROINF13.- Comprensión de los principios de la gestión de proyectos, riesgo y cambio, así como poseer la capacidad de aplicar metodologías y procesos para gestionar proyectos y mitigar los riesgos.

Con objeto de eliminar competencias redundantes en contenidos, se ha llevado a cabo una redefinición del listado de competencias generales del título, fusionando aquellas con contenidos semejantes. Estableciéndose las siguientes agrupaciones:

- UPM1 + UPM11 + EUROINF12
- UPM2 + UPM6 + EUROINF11
- UPM3 + EUROINF4
- UPM4 + EUROINF13

Por otro lado, se considera que la competencia EUROINF2 está contenida dentro de la competencia básica CB7, que la competencia EUROINF10 está contenida dentro de la competencia básica CB10, y que las competencias UPM5 y EUROINF6 se alcanzan a través de todas las competencias específicas de Ciencia de Datos que se describen más adelante.

Teniendo en cuenta lo anterior, el listado final de las competencias generales asociadas al título objeto de verificación queda reflejado en la Tabla 3.1, donde se muestra entre paréntesis la correspondencia de cada una de ellas con su origen.

Competencias del título	Competencias originales	Definición de la competencia
CG1	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
CG2	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
CG3	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



CG4	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
CG5	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
CG6	EUROINF1	Especificación y realización de tareas informáticas complejas, poco definidas o no familiares
CG7	UPM3 + EUROINF3	Aplicación de los últimos o más novedosos métodos para resolver problemas que, posiblemente, involucren a otras disciplinas
CG8	EUROINF4	Capacidad de pensamiento de forma creativa para desarrollar aproximaciones y métodos nuevos y originales
CG9	EUROINF5	Integración del conocimiento de distintos campos de estudio
CG10	EUROINF7	Apreciación de los límites del conocimiento actual y de la aplicación práctica de la última tecnología
CG11	EUROINF8	Conocimiento y comprensión de la informática para crear modelos, así como sistemas y procesos de información complejos
CG12	EUROINF9	Tener la capacidad de contribuir al desarrollo futuro de la informática
CG13	UPM2 + UPM6 + EUROINF11	Habilidades de gestión y capacidad de liderar un equipo que puede estar integrado por disciplinas y niveles distintos
CG14	UPM1 + UPM11 + EUROINF12	Capacidad de trabajar y comunicarse también en contextos internacionales
CG15	UPM4 + EUROINF13	Comprensión de los principios de la gestión de proyectos, riesgo y cambio, así como poseer la capacidad de aplicar metodologías y procesos para gestionar proyectos y mitigar los riesgos

Tabla 3.1: Competencias generales del título

El nivel de Máster se constituye en el nivel 3 del Marco Superior de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) (RD 1027/2011¹⁴, de 15 de julio), en el que se incluyen aquellas cualificaciones que 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.

- MECES1.- Haber obtenido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos o prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.

¹⁴ Real Decreto RD 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior.



- MECES2.- saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.
- MECES3.- Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios de información incompleta o limitada, incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.
- MECES4.- Ser capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.
- MECES5.- Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.
- MECES6.- Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.
- MECES7.- Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.

La Tabla 3.2 muestra la correspondencia entre los resultados de aprendizaje del MECES y las competencias básicas y específicas del Máster Universitario en Ciencia de Datos.

Competencias MECES	Competencias básicas del Máster U. en Ciencia de Datos
MECES1	EUROINF7 + EUROINF8 + Competencias específicas
MECES2	EUROINF3 + EUROINF5+ EUROINF6
MECES3	CB8
MECES4	EUROINF3 + EUROINF4+ EUROINF11
MECES5	CB9 + EUROINF12
MECES6	EUROINF11 + EUROINF12+ EUROINF13



MECES7	CB10
--------	------

Tabla 3.2: Correspondencia competencias MECES y básicas del Máster U. en Ciencia de Datos

La Tabla 3.3, muestra información complementaria sobre las competencias generales del perfil de egreso del título. Para identificar el nivel de competencia alcanzado se ha utilizado como escala la *taxonomía de Bloom*¹⁵ con 4 posibles valores (Conocimientos: C, Comprensión: P, Aplicación: A y Síntesis y Análisis: S).

Nº de la competencia general	¿Es de las acordadas con carácter general para la Universidad Politécnica de Madrid? (SI / NO)	Nivel de competencia que se alcanzará	Nº de asignaturas o seminarios obligatorios en las que se formará en esta competencia	¿El Trabajo Fin de Máster permitirá desarrollar esta competencia? (SI / NO)
CG1	NO	S	6	SI
CG2	NO	S	8	SI
CG3	NO	S	8	NO
CG4	NO	A	6	SI
CG5	NO	S	8	SI
CG6	NO	P	6	NO
CG7	SI	A	7	SI
CG8	NO	A	6	SI
CG9	NO	A	7	SI

¹⁵ Bloom, B.S. (Ed.) (1956) *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain*. New York ; Toronto: Longmans, Green.

<http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomCuadro.php3>



CG10	NO	A	7	SI
CG11	NO	P	4	SI
CG12	NO	P	3	NO
CG13	SI	C	2	NO
CG14	SI	P	4	SI
CG15	SI	C	2	NO

Tabla 3.3: Competencias generales del perfil de egreso del título

Competencias de investigación:

Serán competencias específicas de investigación de los egresados de la titulación (compartidas por todos los másteres de orientación investigadora de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos) las que se identifican a continuación:

- CG11: Adquirir conocimientos científicos avanzados del campo de la informática que le permitan generar nuevas ideas dentro de una línea de investigación (EURACE¹⁶).
- CG12: Comprender el procedimiento, valor y límites del método científico en el campo de la Informática, siendo capaz de identificar, localizar y obtener datos requeridos en un trabajo de investigación, de diseñar y guiar investigaciones analíticas, de modelado y experimentales, así como de evaluar datos de una manera crítica y extraer conclusiones (EURACE).
- CG13: Capacidad para valorar la importancia de las fuentes documentales, manejarlas y buscar la información para el desarrollo de cualquier trabajo de investigación.
- CG14: Capacidad de leer y comprender publicaciones dentro de su ámbito de estudio/investigación, así como su catalogación y valor científico.
- CG15: Que el estudiante adquiera el conocimiento necesario sobre los mecanismos de financiación de la investigación y transferencia de la tecnología, y sobre la legislación vigente sobre protección de resultados.

La Tabla 3.4, muestra información complementaria sobre las competencias específicas del perfil de egreso del título.

¹⁶ EUR-ACE Framework Standard for the Accreditation of Engineering Programmes as approved by the ENAEE Administrative Council on 5 November 2008 http://www.enaee.eu/pdf/EUR-ACE_Framework_Standards_20110209.pdf



Nº de la competencia general	¿Es de las acordadas con carácter general para la Universidad Politécnica de Madrid? (SI / NO)	Nivel de competencia que se alcanzará	Nº de asignaturas o seminarios obligatorios en las que se formará en esta competencia	¿El Trabajo Fin de Máster permitirá desarrollar esta competencia? (SI / NO)
CGI1	NO	A	6	Sí
CGI2	NO	A	8	Sí
CGI3	NO	S	5	Sí
CGI4	NO	S	6	Sí
CGI5	NO	P	2	Sí

Tabla 3.4: Competencias de investigación del perfil de egreso del título

Competencias específicas en Ciencia de Datos:

Serán competencias específicas en Ciencia de Datos de los egresados de la titulación (competencias que distinguen esta titulación de otras de otros másteres profesionales) las que se identifican a continuación:

- CECD1: Conocer los procesos de captura, extracción, manipulación y conversión de datos en diferentes entornos.
- CECD2: Conocer los principales sistemas de almacenamiento de la información estructurada y no estructurada de fuentes heterogéneas.
- CECD3: Manejar las herramientas informáticas para *Big Data*
- CECD4: Capacidad para aplicar técnicas para la generación de visualizaciones adecuadas a cada problema para el análisis y la exploración de datos, y para la correcta comunicación de los resultados del análisis.
- CECD5: Conocer y tener capacidad para aplicar técnicas de análisis estadístico avanzado a tareas de modelado y análisis de datos heterogéneos y para predicción
- CECD6: Conocer y tener capacidad para aplicar métodos de minería de datos para clasificación, modelado, segmentación y predicción a partir de un conjunto de datos.
- CECD7: Capacidad para desarrollar de modelos inteligentes basados en datos
- CECD8: Capacidad para diseñar y gestionar proyectos en el ámbito del análisis de datos.
- CECD9: Capacidad para actuar con los principios éticos y legales relacionados con la manipulación de datos según el ámbito de aplicación.
- CEC10: Demostrar el uso de la ciencia de datos en un entorno aplicado



A continuación, se enumeran las competencias identificadas en el EDISON Data Science Model Curriculum¹⁷. EDISON es un proyecto europeo (Coordination and cooperation to establish new profession of data scientist for European Research and Industry) que se inició en 2015 con el propósito de acelerar la creación de la profesión en Ciencia de Datos. La EDISON Data Science Framework es una colección de documentos que definen la profesión de Ciencia de Datos, incluyendo el Data Science Model Curriculum.

- EDISON1.- Develop and implement data management strategy for data collection, storage, preservation, and availability for further processing.
- EDISON2.- Use domain knowledge (scientific or business) to develop relevant data analytics applications; adopt general Data Science methods to domain specific data types and presentations, data and process models, organisational roles and relations
- EDISON3.- Create new understandings and capabilities by using the scientific method (hypothesis, test/artefact, evaluation) or similar engineering methods to discover new approaches to create new knowledge and achieve research or organisational goals
- EDISON4.- Use engineering principles and modern computer technologies to research, design, implement new data analytics applications; develop experiments, processes, instruments, systems, infrastructures to support data handling during the whole data lifecycle.
- EDISON5.- Use appropriate data analytics and statistical techniques on available data to discover new relations and deliver insights into research problem or organizational processes and support decision-making.

La Tabla 3.5 muestra la correspondencia entre las 5 competencias identificadas en el EDISON Data Science Model Curriculum y las competencias específicas en Ciencia de Datos de esta titulación.

Competencias EDISON	Competencias específicas en Ciencia de Datos del Máster U. en Ciencia de Datos
EDISON1	CECD1 + CECD2 + CECD3
EDISON2	CECD8 + CECD10
EDISON3	CECD5 + CECD6 + CECD7
EDISON4	CECD1 + CECD2 + CECD3 + CECD4 + CECD8

¹⁷ EDISON building the data science profession. EDSF Part 3. Data Science Model Curriculum (MC-DS) Release 2, Version v.03 (<http://edison-project.eu/data-science-model-curriculum-mc-ds>)



EDISON5	CECD5 + CECD6 + CECD7
---------	-----------------------

Tabla 3.5: Correspondencia competencias EDISON y específicas en Ciencia de Datos del Máster U. en Ciencia de Datos

La Tabla 3.6, muestra información complementaria sobre las competencias específicas del perfil de egreso del título.

Nº de la competencia general	¿Es de las acordadas con carácter general para la Universidad Politécnica de Madrid? (SI / NO)	Nivel de competencia que se alcanzará	Nº de asignaturas o seminarios obligatorios en las que se formará en esta competencia	¿El Trabajo Fin de Máster permitirá desarrollar esta competencia? (SI / NO)
CECD1	NO	S	3	SI
CECD2	NO	S	4	SI
CECD3	NO	S	3	SI
CECD4	NO	S	3	SI
CECD5	NO	S	3	SI
CECD6	NO	S	3	SI
CECD7	NO	S	3	SI
CECD8	NO	S	4	SI
CECD9	NO	A	2	SI
CECD10	NO	S	0	SI

Tabla 3.6: Competencias específicas del perfil de egreso del título

Las Tablas 3.7, 3.8 y 3.9 muestran el acuerdo entre las competencias generales, de investigación y específicas y cada objetivo que define el perfil de egreso del título.



Competencias generales	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5	Objetivo 6
CG1			X	X		X
CG2	X	X	X	X	X	
CG3			X			
CG4	X		X			X
CG5			X		X	
CG6	X	X				
CG7		X	X	X		
CG8			X	X		
CG9		X	X		X	
CG10	X	X	X			
CG11	X	X				
CG12	X	X				X
CG13					X	X
CG14			X	X		X
CG15					X	

Tabla 3.7.- Contraste competencias generales / objetivos



Competencias específicas	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5	Objetivo 6
CGI1						X
CGI2						X
CGI3						X
CGI4						X
CGI5						X

Tabla 3.8.- Contraste competencias de investigación / objetivos

Competencias específicas	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5	Objetivo 6
CECD1	X	X			X	X
CECD2	X	X			X	X
CECD3	X	X			X	X
CECD4			X		X	X
CECD5			X	X	X	X
CECD6			X	X	X	X
CECD7			X	X	X	X
CECD8			X		X	X
CECD9					X	



CECD10					X	X
--------	--	--	--	--	---	---

Tabla 3.9.- Contraste competencias específicas / objetivos



4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES.

En las siguientes secciones se recoge toda la información solicitada en relación con el acceso y admisión de estudiantes en el Máster Universitario en Ciencia de Datos de la Universidad Politécnica de Madrid. No obstante, cabe mencionar que siempre se procederá de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 412/2014, de 6 de junio, por el que se establece la normativa básica de los procedimientos de admisión a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado, así como la restante normativa y legislación existente al respecto y que sea aplicable.

4.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN PREVIA A LA MATRICULACIÓN Y PROCEDIMIENTOS ACCESIBLES DE ACOGIDA Y ORIENTACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE NUEVO INGRESO PARA FACILITAR SU INCORPORACIÓN A LA UNIVERSIDAD Y LA TITULACIÓN

4.1.1 Sistema de Preinscripción

La **preinscripción** para solicitar el acceso y admisión al Máster Universitario en Ciencia de Datos se realiza online a través de la plataforma Helios. Los alumnos solicitantes entregan, a través de dicha plataforma, toda la información requerida para que se pueda evaluar si cumple las condiciones de acceso; y, en su caso, ser admitido como alumno del programa.

4.1.2 Información Previa a la Matrícula

El equipo de gobierno de la **Universidad Politécnica de Madrid** (UPM) se responsabiliza de una serie de sistemas de información generales para todas sus titulaciones. En concreto, la UPM dispone de una dirección URL habilitada para acceder a toda la información general de sus programas de postgrado oficiales, de modo que el potencial estudiante no tenga que desplazarse:

<http://www2.upm.es/portal/site/institucional/menuitem.ddbefbbbe5008e8c7e089010dff46a8/?vgnnextoid=4e9e297df804f110VgnVCM10000009c7648aRCRD>

En esta página, el alumno puede encontrar la oferta de programas oficiales de máster de la UPM (pudiéndose realizar búsquedas según diversos criterios). El potencial alumno puede acceder, desde esta misma dirección URL, a la información sobre el proceso de admisión (incluyendo un enlace para realizar la solicitud telemática, información sobre documentación requerida, modo de notificación del resultado del proceso de admisión, etc.), proceso de matrícula y calendario de postgrado.

Asimismo, en la dirección URL

<http://www2.upm.es/portal/site/institucional/menuitem.0a1286764e8a4162309bfa04dff46a8/?vgnnextoid=392bb5959bc81110VgnVCM100000fdbf648aRCRD>

la UPM suministra información sobre:



- La vida académica general (convalidaciones, calendario académico, oferta de asignaturas, convenios con otras instituciones y universidades).
- Becas y ayudas.
- Movilidad y programas de intercambio dentro de programas nacionales e internacionales.
- Empleo y prácticas.
- Cursos de verano.
- Asociaciones de estudiantes.
- Actividades deportivas.
- Servicios en red.
- Biblioteca universitaria.
- Defensor universitario.
- Etcétera.

Adicionalmente, la E.T.S.I. Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid también lleva a cabo las siguientes acciones:

- Difusión activa en redes sociales del programa de máster por E.T.S.I. Informáticos (Facebook, Twitter, etc.)
- Anuncios en Google ads.
- Servidor web de la universidad, con información acerca de estudios y titulaciones, en general, e información particular sobre el proceso de preinscripción y matriculación.
- Servidor web del centro, donde se presenta la estructura y asignaturas del programa de máster. En la página principal del servidor web aparecen de forma destacada tanto una sección especialmente dedicada al "Perfil de Futuro Alumno", como una sección denominada "Conócenos", en las que se reúnen los enlaces a los contenidos que pueden ser de interés para los futuros alumnos.
- Presencia del programa en portales universitarios.
- Organización de reuniones informativas en la E.T.S.I. Informáticos dirigidas a alumnos de último curso de grado en Informática y Matemáticas e Informática.
- Presencia de profesorado del centro en ferias de orientación universitaria.
- Organización de reuniones informativas en las diferentes escuelas de la UPM.
- Atención personalizada desde el Centro de Postgrado a cualquier persona que solicite información, incluyendo visitas guiadas al centro para posibles futuros alumnos y familiares o amigos, así como desde la Subdirección de Ordenación Académica para informar sobre la estructura del Máster, contenidos, orientaciones, etc.

4.1.3 Procedimientos y Actividades de Acogida y Orientación de Estudiantes de Nuevo Ingreso

El procedimiento de acogida y orientación para los alumnos de nuevo ingreso comienza una vez admitido el alumno y consta de las siguientes acciones:

- Proceso on-line de preinscripción, admisión y matriculación de todos los alumnos del Máster, a través de una plataforma on-line. El órgano encargado de realizar la admisión de los alumnos será el Comité Académica del Máster en Ciencia de Datos.



- Envío, mediante correo electrónico, de cartas de bienvenida con información detallada sobre datos prácticos necesarios para su llegada a la Universidad.
- Acto de bienvenida previo a la matriculación, con el fin de orientar acerca del proceso de matrícula y de la estructura del plan de estudios, sobre la estructura organizativa del centro, así como para dar a conocer las acciones de orientación y acogida que tienen a su disposición los alumnos. En este acto de bienvenida se programa una visita guiada a las instalaciones del centro en la que profesores actúan como guías. La difusión de este acto se realizará a través de la carta de admisión remitida a los alumnos por la universidad y a través del servidor web del centro.
- Ayuda para la búsqueda de alojamiento llevada a cabo por la Oficina de Relaciones Externas de la E.T.S.I. Informáticos, complementando la información ofrecida por el servicio de atención al alumno de la universidad, a través del servidor web de la universidad.
- Ayuda para la tramitación de visados, permisos de residencia, etc.
- Oferta de cursos de español para estudiantes extranjeros.
- Durante todo el proceso el Centro de Posgrado de la E.T.S.I. Informáticos, prestará apoyo y orientación a todos los alumnos vinculados de una manera u otra al programa de máster.

4.2 REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

4.2.1 Perfil de Ingreso

El perfil de ingreso recomendado de los estudiantes describe, de manera concisa, las características personales (capacidades, actitudes) y académicas (conocimientos) que se consideran mínimos necesarios para un correcto seguimiento de los estudios. En este sentido, para aquellos estudiantes que quieran comenzar sus estudios en el máster, se recomienda un perfil de ingreso como el mostrado a continuación:

Características personales:

- Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos.
- Saber trabajar en situaciones carentes de información y bajo presión, teniendo nuevas ideas, siendo creativo.
- Capacidad para trabajar dentro de un equipo, organizando, planificando, tomando decisiones, negociando y resolviendo conflictos, relacionándose, y criticando y haciendo autocrítica.
- Iniciativa.
- El liderazgo, la dirección, la gestión de equipos y proyectos.
- Buen comunicador, tanto de forma oral como escrita, en diferentes lenguas con público de diferente procedencia.

Características académicas: el alumno debe tener conocimientos en las siguientes materias: Conocimientos en Programación, Estadística, Bases de datos, Inteligencia Artificial e Inglés.

Se requiere que el título que ostente el candidato sea de Informática:



- Grado en Ingeniería Informática,
- Grado en Informática y Matemáticas,
- Grado en Informática y Administración y Dirección de Empresas,
- Grado en Ingeniería del Software,
- Grado en Sistemas de Información
- Grado en Ingeniería de Computadores,
- ...

o afín:

- Cualquier grado desarrollado en el ámbito de la ingeniería (telecomunicaciones, industriales, aeronáuticos...) con especialidad en Computación o que cubra las características académicas demandadas.
- Grados en Matemáticas o Físicas con especialidad en Computación o que cubra las características académicas demandadas.

Para aquellas titulaciones anteriores a la implantación del EEES se requerirá la titulación académica de licenciado o ingeniero técnico o superior que equivalga a los títulos mencionados anteriormente.

En el caso de que el candidato presente alguna carencia en las características académicas identificadas (programación, estadística, bases de datos e inteligencia artificial), tendrá que cursar **complementos formativos** para subsanarla.

La Comisión Académica del Máster U. en Ciencia de Datos (CAMUDS) será la responsable de asignar hasta un máximo de 30 ECTS de complementos formativos a los candidatos que presenten alguna carencia en las características académicas demandadas, así como de identificar las asignaturas concretas que actuarán como complemento formativo en cada caso.

Las asignaturas seleccionadas como complementos formativos, que forman parte de los Grados en Ingeniería en Informática y en Matemáticas e Informática por la UPM, impartidos también en la E.T.S. de Ingenieros Informáticos, que permitirán cubrir alguna carencia en las características académicas mencionadas anteriormente de los candidatos a cursar la titulación son las siguientes:

- o Programación I (6 ECTS, Primer Curso)
- o Algoritmos y Estructuras de Datos (6 ECTS, Segundo Curso)
- o Probabilidades y Estadística I (6 ECTS, Primer Curso)
- o Probabilidades y Estadística II (3 ECTS, Segundo Curso)
- o Bases de Datos (6 ECTS, Segundo Curso)
- o Inteligencia Artificial (6 ECTS, Tercer Curso)

4.2.2 Acceso.

Para ser admitido se deberá estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior del Espacio Europeo de Educación Superior que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de Máster. Así mismo, 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 posgrado. 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.

Aquellos alumnos, que se encuentren en su último año de estudios universitarios, podrán preinscribirse en el programa y en el caso de que cumplan todos los requisitos solicitados recibirán una admisión condicional.

1.2.3 Admisión

El órgano responsable de la admisión de los alumnos al Máster Universitario en Ciencia de Datos es la Comisión Académica del Máster Universitario en Ciencia de Datos (CAMUDS). En el proceso de selección y admisión interviene además el Vicerrectorado de Estrategia Académica e Internacionalización de la Universidad Politécnica de Madrid, validando la documentación aportada por los alumnos en la plataforma de preinscripciones y el Centro de Postgrado de la E.T.S.I. Informáticos para validar los certificados de inglés aportados por los candidatos.

La E.T.S.I. Informáticos dispone de un Sistema de Garantía Interna de Calidad, cuyo diseño fue aprobado por la ANECA el 24 de febrero de 2009. En él se encuentra recogido el Proceso de selección y admisión de estudiantes (PR/CL/007), cuyo objetivo es definir el proceso de Selección y Admisión de alumnos que vayan a desarrollar sus estudios en cualquiera de las titulaciones impartidas en primer y segundo ciclo en la E.T.S.I. Informáticos.

Con él, y siempre dentro del marco de lo especificado en el Real Decreto 1393/2007 y en la Normativa de Acceso y Matriculación aprobada por el Consejo de Gobierno de la UPM en su sesión de 26 de marzo de 2009, se busca establecer un proceso de selección y admisión de estudiantes que cumpla los requisitos indicados por la ANECA en el marco de AUDIT.

La Figura 1 muestra el diagrama de trabajo en el proceso de selección y admisión.

El número de plazas ofertadas está limitado a 40 plazas en UPM -para nuevos alumnos y el proceso de selección es altamente competitivo. Al haber una oferta limitada de plazas de nuevo ingreso en el título propuesto, la CAMUDS, en función del número de preinscripciones realizadas (si es muy superior a las plazas ofertadas), determinará la necesidad de realizar un **proceso de selección de alumnos** para su admisión.

Los elementos de referencia que considerará la CAMUDS en el proceso de selección de los alumnos serán:

- Calidad y prestigio de la Universidad de origen (20%)
- Idoneidad de los estudios realizados (grado y máster) (10%)
- El curriculum vitae y/o expediente académico (50%)
- Cartas de recomendación (10%)
- Que el alumno lo sea a tiempo completo (10%).



La documentación que se solicitará al alumno será la siguiente: fotocopia del DNI, certificado académico y curriculum vitae.

La admisión no implicará, en ningún caso, modificación alguna de los efectos académicos y, en su caso, profesionales que correspondan al título previo de que esté en posesión el interesado, ni su reconocimiento.

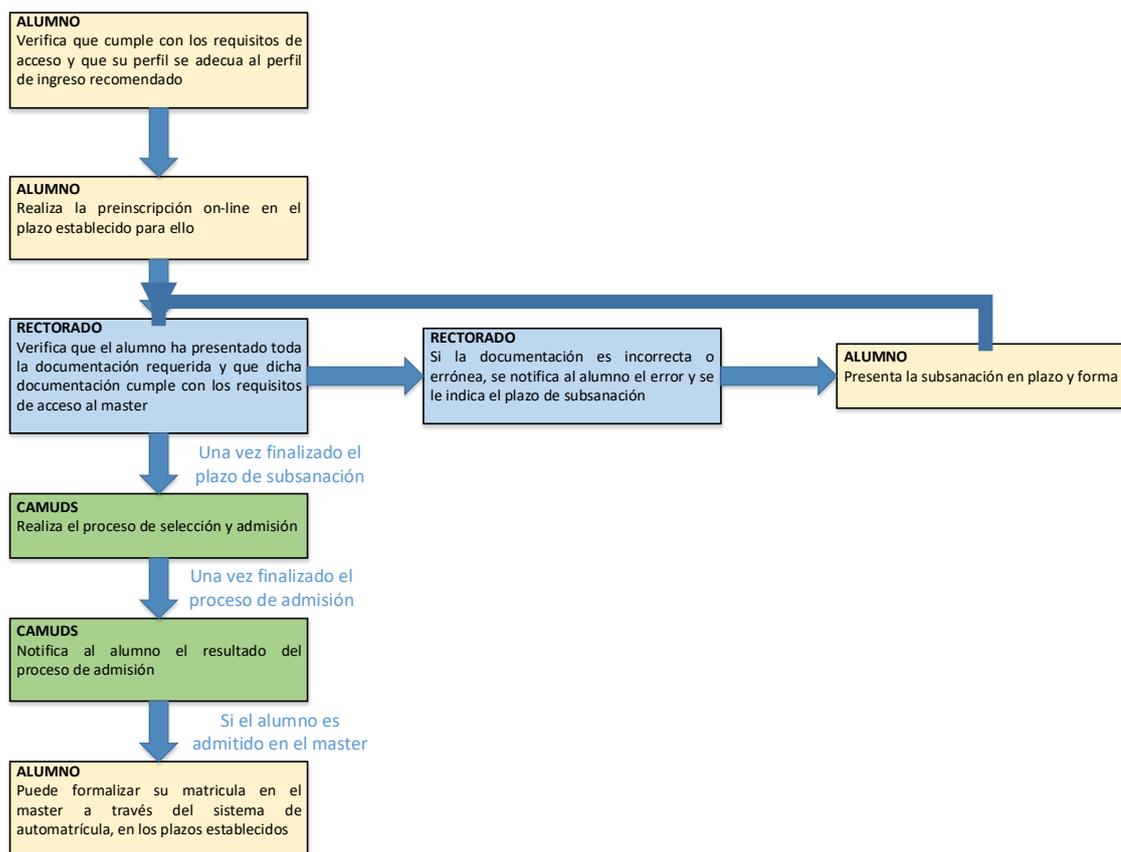


Figura 1. Diagrama del proceso de selección y admisión.

La CAMUDS notificará la resolución al alumno por correo ordinario, electrónico y/o página web.

Es requisito de admisión acreditar el Nivel B2 de dominio del idioma inglés (*Common European Framework of Reference for Languages*). La documentación acreditativa deberá incorporarse a la solicitud telemática de preinscripción y consistirá en un certificado emitido por una institución autorizada o en una declaración de verificación emitida por el Departamento de Lingüística de la Universidad Politécnica de Madrid.

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

Desde el momento en el que un alumno ha sido admitido para cursar la titulación se habilitará un mecanismo especial de acogida de éstos en el centro. El programa de acogida comenzará a



funcionar desde ese mismo momento, para recibir y presentar el centro a los alumnos de nuevo ingreso, antes de la fecha en que comienza su estancia en la Universidad, y continuará hasta la inmersión de estos alumnos en el programa de Tutorías.

La Escuela proponente cuenta con los siguientes procedimientos de acogida y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso, para facilitar su incorporación a la Universidad y la Titulación, definidos en el Sistema de Garantía Interna de Calidad del centro. En ellos se determina las vías y requisitos de admisión de estudiantes, los procesos de acciones de acogida, el proceso de orientación profesional, de información previa a la matrícula, los procesos de publicación de información y los procesos de tutorización.

- Selección y Admisión de Estudiantes (PR/CL/007)
- Matriculación (PR/CL/008)
- Acciones de Orientación y Apoyo al Estudiante (PR/CL/002)

Finalmente, los procedimientos relacionados anteriormente y los descritos en el Sistema de Garantía Interna de Calidad garantiza la publicación de toda la información necesaria para que los estudiantes que ingresen en este Título dispongan de la información adecuada y actualizada de:

- Contenidos de asignaturas y su planificación docente.
- Fichas técnicas y Guías docentes.
- Profesores que las imparten y sus horarios de atención de tutorías.
- Calendario de exámenes.
- Vías de acceso a las distintas plataformas de tele-enseñanza.
- Otros.

Además, se incluyen algunas acciones concretas para la orientación y apoyo a los estudiantes admitidos en el Máster:

- Plan de Tutorías curriculares: un tutor curricular asesorará al alumno a lo largo de su estancia en el Centro en cualquier cuestión relativa con su trayectoria curricular.
- Tutorías académicas: los profesores de las diversas materias que constituyen el título solventarán las dudas de cualquier alumno matriculado en sus materias facilitando su comprensión y sus posibilidades de evaluación positiva en la misma.
- Servicio de atención psicológica de la UPM.
- Cuenta de correo electrónico UPM. La forma de activación estará disponible en el servidor Web de la Universidad.
- Información sobre Prácticas en Empresa y Trabajo Fin de Máster .

En las tablas 4.1 y 4.2 se resumen los sistemas de acogida y orientación que se establecerán para la nueva Titulación.



MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA de DATOS POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID Sistemas de acogida y orientación a nuevos estudiantes		
	(Sí / No)	Procedimiento de Difusión o Acceso
En la documentación, ¿se describe un programa de acogida y orientación de estudiantes de nuevo ingreso? Elementos, dirigidos a los nuevos alumnos, que lo componen:		
<i>Bienvenida del Coordinador del Programa</i>	Sí	Internet. Acto de Bienvenida
<i>Presentación de la estructura organizativa del Centro</i>	Sí	Internet. Acto de Bienvenida
<i>Sistema específico de tutorías curriculares</i>	Sí	Internet
<i>Sistema de e-acogida a través del campus virtual de la UPM</i>	Sí	Internet
¿Se contemplan algunos de los servicios siguientes en el programa de acogida...?		
<i>Cuenta de correo electrónico</i>	Sí	Internet
<i>Ayuda para alojamiento</i>	No	-
<i>Ayuda administrativa en el proceso de matriculación</i>	Sí	Internet
<i>Becas y ayudas al estudio</i>	Sí	Internet
<i>Asignación de un tutor curricular a cada alumno</i>	Sí	Internet
En el programa de acogida y orientación ¿se detallan actuaciones específicas para estudiantes extranjeros?	Sí	Internet. Acto de Bienvenida

Tabla 4.1 Sistema de acogida y orientación a nuevos estudiantes

MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA de DATOS POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID Sistemas de apoyo y orientación a los estudiantes una vez matriculados		
	(Sí / No)	Procedimiento de Difusión o Acceso
En la documentación ¿se describen los programas de apoyo y orientación a los estudiantes una vez matriculados? Elementos que lo componen:		
<i>Tutorías vinculadas al contenido académico de cada asignatura</i>	Sí	Internet
<i>Tutorías curriculares dirigidas a orientar al estudiante</i>	Sí	Internet
<i>Actividades de Orientación Profesional - Coaching</i>	Sí	Internet
¿Se contemplan algunos de los servicios siguientes en el programa de apoyo y orientación?		



Apoyo a la movilidad de estudiantes de la titulación	Sí	Internet. Acto de Bienvenida
Apoyo a la realización de estancias en empresa	Sí	Internet. Tutorías
Servicio de orientación para el empleo	Sí	Tutorías
Servicio de atención psicológica	Sí	
Otros : Programa de Formación en lengua española	Sí	Clases

Tabla 4.2. Sistemas de apoyo y orientación a los estudiantes una vez matriculados

4.2. Sistemas de Transferencia y Reconocimiento de Créditos.

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM), de acuerdo al Real Decreto 861/2010, de 2 de julio (que modifica al Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre), aprobó, en la reunión de su Consejo de Gobierno del 31 de enero de 2013, una **Normativa de reconocimiento y transferencia de créditos de la Universidad Politécnica de Madrid**, que sustituye a la anterior normativa aprobada en reunión de su Consejo de Gobierno del 26 de febrero de 2009, accesible en la dirección web:

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

que ha sido publicada en el B.O.U.P.M. el 30 de abril de 2013 y ha entrado en vigor el día 31 de Abril de 2013.

En ella, la UPM sigue optando, como en la anterior, por un sistema de literalidad pura, es decir, en el expediente del estudiante se hará constar de manera literal el nombre de la asignatura, curso, número de créditos ECTS, tipo de asignatura (básica, obligatoria, optativa) y calificación, en la titulación en que los hubiera superado, y con indicación de la titulación, así como centro y universidad de procedencia.

Para dar respuesta a las solicitudes de reconocimiento y transferencia de créditos, la UPM crea la **Comisión de Reconocimiento y Transferencia de Créditos (CRTC)**, cuya composición se describe en la citada *Normativa de reconocimiento y transferencia de créditos de la UPM*.

Las funciones de la CRTC son:

- Resolver las solicitudes de reconocimiento y transferencia de créditos y notificar el sentido de las mismas a los solicitantes.
- Implantar, mantener y desarrollar las bases de datos y tablas de equivalencia que permitan resolver de forma ágil las solicitudes que tuvieran precedentes iguales.
- Solicitar a las correspondientes Direcciones o Decanatos informe de las Comisiones de Ordenación Académica o sus equivalentes que entiendan sobre aquellas solicitudes de reconocimiento de créditos que no cuenten con precedentes iguales resueltos anteriormente.
- Facultar al Presidente para firmar las Resoluciones de los reconocimientos automáticos.
- Aprobar el Reglamento de Desarrollo de los Catálogos, General y Específico de Actividades Universitarias Acreditables en Titulaciones de la U.P.M.



- Aprobar el Catálogo General de Actividades Universitarias de Representación Estudiantil, Deportivas, Culturales y de Cooperación y Solidarias Acreditables en Titulaciones de la U.P.M.

El procedimiento de reconocimiento y transferencia de créditos puede ser de carácter ordinario o automático. El Jefe de Estudios comprobará a cuál de los dos procedimientos corresponde la solicitud, según los antecedentes previos aprobados y ordenará el trámite correspondiente.

El **procedimiento ordinario** se iniciará a solicitud del interesado que deberá ser presentada mediante el formulario electrónico de reconocimiento de créditos, disponible en la página web de la UPM.

La presentación de la documentación requerida, deberá realizarse en la Secretaría del Centro, o enviada a través del registro electrónico, acompañada de la solicitud impresa. Si el alumno en el plazo de 15 días desde la presentación de la instancia, no entrega la documentación requerida, se le tendrá por desistido de la solicitud.

La **Comisión Académica del Máster en Ciencia de Datos (CAMUDS)** analizará las peticiones y elaborará los correspondientes informes, que remitirá a la **Comisión de Ordenación Académica (COA)** de la E.T.S.I. Informáticos, la cual a vez emitirá informe del cual, junto con la documentación, dará traslado al **Vicerrectorado de Alumnos**. El plazo máximo para la emisión de informe y remisión de documentación al Vicerrectorado de Alumnos será de dos meses a contar desde la fecha de recibo de la documentación completa. La Resolución concediendo o denegando los reconocimientos de créditos será adoptada por la CRTC.

La Resolución se notificará al interesado mediante su cuenta de correo electrónico institucional poniendo fin al procedimiento. En el caso de no ser alumno UPM, se notificará en el correo electrónico que obligatoriamente designe el interesado en la solicitud.

El **procedimiento de reconocimiento automático** se iniciará a solicitud del interesado que deberá ser presentada mediante el formulario electrónico de reconocimiento de créditos, disponible en la página web de la UPM. La presentación de la documentación requerida deberá realizarse en la Secretaría del Centro, o enviada a través del registro electrónico, acompañada de la solicitud impresa.

Si el alumno, en el plazo de 15 días desde la presentación de la instancia, no entrega la documentación requerida, se le tendrá por desistido de la solicitud.

El Jefe de Estudios, previa comprobación de la existencia de precedentes y siempre que no se hubiesen producido cambios significativos en los programas, emitirá informe, del cual, junto con la documentación, dará traslado al Vicerrector de Alumnos.

El plazo máximo para la emisión de informe y remisión de documentación al Vicerrectorado de Alumnos será de un mes a contar desde la fecha de recibo de la documentación completa. La Resolución concediendo o denegando los reconocimientos de créditos será adoptada por el Presidente de la CRTC conforme a lo establecido en el art. 5 d) de la presente normativa.

La Resolución se notificará al interesado mediante su cuenta de correo electrónico institucional poniendo fin al procedimiento. En el caso de no ser alumno UPM, se notificará en el correo electrónico que obligatoriamente designe el interesado en la solicitud.

En cualquier caso, el plazo máximo para resolver y notificar las resoluciones será de tres meses contados desde la fecha de recibo de la documentación completa.

El vencimiento del plazo máximo, sin haberse notificado Resolución expresa, legitima al interesado para entender desestimada la solicitud.



La Resolución de Reconocimiento y Transferencia de Créditos, agota la vía administrativa. Contra dicha Resolución o no habiéndose notificado Resolución expresa, conforme a lo establecido en el punto anterior, podrá interponerse recurso Contencioso-Administrativo ante los Juzgados de lo Contencioso-Administrativo de Madrid, o recurso potestativo de reposición ante la CRTC.

Los **créditos reconocidos**, en forma de unidad evaluada y certificable, pasarán a consignarse en el nuevo expediente del estudiante con el literal, la tipología, el número de ellos y la calificación obtenida en el expediente de origen, con indicación de la Universidad, Centro y Titulación en la que se cursó.

Si al realizarse el reconocimiento, se eximen de cursar asignaturas de tipología diferente de las de origen se mantendrá en el expediente del alumno el literal de los de origen, de acuerdo con el formato recogido en el Anexo III de esta normativa.

Se deberá reconocer, en cualquier caso, la totalidad de la unidad certificable aportada por el estudiante, no pudiendo eximirse de cursar parcialmente ninguna asignatura.

En todo caso, no podrán ser objeto de reconocimiento los créditos correspondientes a los trabajos de fin de Grado y de Máster, ni los estudios reconocidos podrán superar el 60% de los créditos del plan de estudios o del currículo del título de grado que se pretende cursar, siempre que se trate de reconocimiento de estudios entre las diferentes enseñanzas que constituyen la educación superior, según establece el R.D. 1618/2011, de 14 de noviembre. Tampoco podrá superarse el 50 % de los créditos en los estudios de Máster.

Terminado el procedimiento, todos los créditos obtenidos por el estudiante en enseñanzas oficiales de educación superior, los transferidos, los reconocidos y los superados para la obtención del correspondiente título, deberán ser incluidos en su expediente académico y reflejados en el Suplemento Europeo al Título, regulado en el Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición del Suplemento Europeo al Título.

En relación con el **Reconocimiento de créditos obtenidos en estancias externas**, para que la UPM reconozca los créditos cursados por sus estudiantes en centros externos, deberá existir un acuerdo previo entre las dos Universidades en el que se defina, el proyecto formativo a desarrollar, las competencias que se adquieren en el mismo, así como las materias previstas que, en el plan de estudios, van a ser eximidas de cursar. Las materias cursadas en origen incluidas en los contratos de estudio, serán reconocidas directamente por la titulación correspondiente, que llevará a cabo la tramitación de todo el procedimiento.

Para que la UPM reconozca los créditos cursados por sus estudiantes, correspondientes a prácticas externas realizadas en el extranjero, deberá existir un acuerdo previo entre la Universidad y las entidades colaboradoras en las que se desarrolle la actividad formativa. Estas actividades serán reconocidas directamente por la titulación correspondiente, que llevará a cabo la tramitación de todo el procedimiento.

Dichos acuerdos se ajustarán a la legislación vigente, las normativas específicas de la Universidad o, en su caso, a lo establecido en los programas de movilidad para realizar prácticas en el extranjero.

En relación con la **transferencia de créditos**, los créditos superados por el estudiante en enseñanzas universitarias oficiales que no hubiesen conducido a la obtención de un título oficial y no fueran constitutivos de reconocimiento, tendrán la consideración de créditos transferidos y deberán consignarse en el expediente del estudiante, en caso de tratarse de estudios cursados dentro del Espacio Europeo de Educación Superior.



En el expediente académico se establecerá una separación tipográfica clara entre los créditos que conducen a la obtención del título de grado correspondiente y aquellos otros créditos transferidos que no tienen repercusión en la obtención del mismo.

En la **Normativa de reconocimiento y transferencia de créditos de la UPM** se puede encontrar información adicional sobre el reconocimiento de actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación.



5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS.

5.1. Estructura de las enseñanzas.

El plan de estudios del máster en Ciencia de Datos se ha estructurado de forma que el alumno, para finalizar sus estudios y obtener el título correspondiente, ha de superar 60 créditos ECTS distribuidos de la siguiente forma: 36 créditos correspondientes a asignaturas obligatorias semestrales, 12 créditos correspondientes a asignaturas optativas, y 12 créditos asociados al Trabajo Fin de Máster (TFM), tal y como se muestra en la tabla 5.1:

Tipo de materia	Créditos
Obligatorias	36
Optativas	12
Trabajo Fin de Máster	12
CRÉDITOS TOTALES	60

Tabla 5.1 Distribución del Plan de Estudios en créditos ECTS, por tipo de materia

Explicación general de la planificación del plan de estudios

Tal y como establece el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, modificado por Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, el presente Plan de Estudios consta de 60 ECTS impartidas en un curso académico.

El plan de estudios se ha estructurado tomando como referencia un total de 3 materias, que se enumeran a continuación:

- M1: “Fundamentos de la Investigación”
- M2: “Infraestructura y Procesamiento de Datos”
- M3: “Análisis y Explotación de Datos”
- M4: “Aspectos Éticos, Legales y Sociales de la Ciencia de Datos”

Para cada una de las materias anteriores, se ha identificado un conjunto de 9 asignaturas obligatorias y asignaturas optativas.

En el primer semestre se cursan 7 de las 10 asignaturas obligatorias, que suponen un total de 28.5 ECTS. En el segundo semestre está dividido en dos periodos, de 8 semanas cada uno. En el primero se imparten las tres asignaturas obligatorias restantes y las asignaturas optativas (se dobla la docencia presencial semanal asociada al impartirse en la mitad de semanas). En el segundo, los alumnos realizan el Trabajo Fin de Máster.

Las asignaturas obligatorias pueden tener asignadas 4.5, 3 o 1.5 ECTS, mientras que las optativas pueden ser de 3 o 4.5 ECTS.



El alumno tiene total libertad para escoger las asignaturas optativas que se ofertan entre las distintas materias en el segundo semestre.

Normativa de permanencia

En aquellas situaciones en las que el alumno haya agotado los 3 cursos académicos (desde el primero en matricularse) y desee continuar sus estudios de máster, debe presentar una solicitud a la Comisión Académica del Máster Universitario en Ciencia de Datos, que analizará la situación del alumno y elevará su solicitud a la Comisión de Ordenación Académica de la E.T.S.I. Informáticos.

Se incluye también la exigencia de que el alumno supere al menos 15 ECTS el primer año, y al menos 45 ECTS en los dos primeros años de matriculación.

En todo caso, las normas de permanencia del Máster se atenderán a la normativa establecida por la Universidad Politécnica de Madrid para el régimen de permanencia en las titulaciones, disponible en

http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Informacion/Normativa/Permanencia_2011_2012.pdf.

Coordinación de las enseñanzas

La Junta de la E.T.S.I. Informáticos, en su sesión extraordinaria del 6 de mayo de 2009, aprobó la composición y competencias de las diferentes comisiones académicas asociadas a los nuevos títulos conforme al RD 1393/2007. Estas comisiones se estructuran en una Comisión de Ordenación Académica de Centro (COA) que a través de sus competencias coordinará el resto de las comisiones aprobadas:

- Una Comisión Académica para cada Título de Grado
- Una Comisión Académica para cada Título de Máster Universitario
- Una Comisión Académica para cada Título de Máster Universitario de Investigación (Másteres universitarios diseñados íntegramente para que constituyan el periodo de formación que se contemple en uno o varios programas de doctorado)
- Una Comisión Académica para cada Programa de Doctorado

La **Comisión de Ordenación Académica de Centro** (COA) está regulada por los estatutos de la Universidad Politécnica de Madrid y actuará de manera coordinada con el Programa Institucional de Calidad.

<http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Legislacion%20y%20Normativa/Normativa/Normativa%20de%20la%20Universidad/Estatutosupm031003.pdf>

Estará **constituida** por:

- El Vicedecano Jefe de Estudios, que la presidirá por delegación del Decano, y los Vicedecanos encargados de Postgrado, Calidad, y Orientación y Acogida de Alumnos, que pertenecerán a esta comisión como miembros natos con voz y voto.



- El Secretario del Centro, que actuará como Secretario.
- Los Directores de los Departamentos de la Facultad o miembro del Departamento en quien éstos deleguen.
- El Delegado de Alumnos del Centro o Subdelegado que le sustituye.
- Un Subdelegado de Centro designado por el Delegado de Alumnos del Centro.

Las **funciones de esta comisión** serán:

- a. Informar de la programación docente propuesta por los Departamentos y proponer a la Junta de Escuela o Facultad la organización de la misma y la distribución de las evaluaciones y exámenes (por estatutos).
- b. Organizar con los Departamentos, cuando así lo acuerde la Junta de Escuela o Facultad, un sistema de tutela de la actividad académica de los estudiantes (por estatutos).
- c. Valorar los posibles casos de solape de contenidos de disciplinas, o de lagunas en los requisitos de asignaturas posteriores *a partir de los informes elaborados por las correspondiente Comisión Académica del Título* (por estatutos).
- d. Mediar en los conflictos derivados de la actividad docente en la Escuela o Facultad *a partir de los informes elaborados por las correspondiente Comisión Académica del Título* (por estatutos).
- e. Proponer la organización semestral de las asignaturas en función de los indicadores de resultados anuales y criterios de coordinación a partir de los informes elaborados por las correspondiente Comisión Académica del Título.
- f. Establecer criterios para el reconocimiento académico en créditos por la participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación, tal y como establece el RD 1393/2007, previa consulta a los representantes de asociaciones estudiantiles y delegación de alumnos.
- g. Establecer una normativa que permita la asistencia a las reuniones y actos de asociaciones estudiantiles, así como las labores de representación estudiantil, sin perjuicio académico de ningún tipo para los participantes.
- h. Proponer a la Junta del Centro el Modelo de medida de la actividad docente del PDI, considerando lo establecido en el Modelo aprobado por la Universidad.
- i. Proponer a la Junta del Centro criterios de reconocimiento de la actividad docente en inglés, y de la participación y dedicación en las distintas tareas de gestión de los títulos.
- j. Asumir cualesquiera competencias que la Junta de Facultad delegue en ella y la normativa le confiera (por estatutos).

La **composición aprobada para la Comisión Académica de Másteres Universitarios de Investigación** fue:

- Presidente: Director de un departamento con un porcentaje de docencia en el título superior o igual al 25%, rotando entre ellos cada dos años.



- Secretario designado por el Presidente de entre los miembros de la comisión, que podrá ser sustituido por un miembro del PAS, en cuyo caso no tendrá voto.
- Todos los profesores doctores de la Universidad Politécnica de Madrid que participen en el máster hasta un máximo de veinte miembros. Si el número de profesores participantes fuera mayor de veinte, se elegirán cada cuatro años por y entre los profesores de la Universidad Politécnica de Madrid participantes en el mismo.
- El Coordinador del Título, nombrado por el Presidente, si no forma parte de la comisión por los puntos a), b) y c).
- El Delegado o el Subdelegado de la Titulación.

Y en cuanto a las **atribuciones de la de Comisión Académica de Másteres Universitarios de Investigación**, la Junta de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos ha aprobado las siguientes:

- a) Proponer a la COA, junto con los Departamentos implicados en la docencia de la titulación, y cuando así lo acuerde la Junta de Escuela o Facultad, un sistema de tutela de la actividad académica de los estudiantes.
- b) Proponer a la COA la organización semestral de las asignaturas en función de los indicadores de resultados anuales y criterios de coordinación.
- c) Proponer a los Departamentos implicados en la docencia de la titulación la programación docente del Título, la organización de la misma y la distribución de las evaluaciones y exámenes.
- d) Valorar e informar a la COA sobre los posibles casos de solape de contenidos de disciplinas, o de vacíos en los requisitos de asignaturas posteriores.
- e) Elaborar informes sobre el reconocimiento y transferencia de créditos para estudiantes procedentes de otras titulaciones, y sobre los posibles itinerarios académicos más aconsejables a los estudiantes a los que la Universidad realice el reconocimiento de créditos en esta titulación de destino.
- f) Informar a la COA y mediar en los conflictos derivados de la actividad docente en la titulación.
- g) **Elaborar los criterios de propuesta y supervivencia de las asignaturas optativas, para incluirlas en la programación docente anual del título.**
- h) Establecer excepcionalmente cupos máximos de admisión en las asignaturas optativas.
- i) Admisión de los nuevos alumnos a la titulación.
- j) Promover la participación de profesores (de la propia Universidad Politécnica de Madrid o externos) que ocasionalmente pudieran ser invitados a impartir seminarios o a desarrollar otras actividades formativas.
- k) Especificar los profesores que impartirán docencia en inglés y proponer a la COA criterios de reconocimiento de carga docente que esto supone.
- l) Establecer la lista de personas (docentes y no docentes) asignadas a las distintas tareas de gestión del máster y su participación y dedicación a las mismas, y en el caso del PAS de acuerdo con los Departamentos.
- m) Valorar e informar a la COA sobre el trabajo anual derivado de la coordinación del máster, docencia en asignaturas (dependiente de la lengua de impartición), tutorías de



- alumnos, dirección de trabajos fin de máster, y tareas de gestión académica vinculada al máster.
- n) Promover acuerdos de colaboración con grupos de investigación de otros centros nacionales y/o extranjeros de prestigio.
 - o) Promover la preparación de propuestas para concurrir a las convocatorias públicas de movilidad de estudiantes, profesores y Personal de Administración y Servicios (PAS).
 - p) Elaborar el Plan de movilidad de profesorado.
 - q) Elaborar un Programa de movilidad de estudiantes.
 - r) Promover la preparación de propuestas de movilidad de estudiantes en centros extranjeros en programas de convocatoria pública y competitiva.
 - s) Elaborar y desarrollar planes de acogida y orientación de estudiantes.
 - t) Identificar y describir los recursos materiales y servicios clave (laboratorios, aulas y equipamientos especiales, bibliotecas específicas,...) para el cumplimiento de los objetivos del título, que serán compatibles con el plan de acogida e integración de alumnos en grupos y líneas de investigación.
 - u) Asumir cualesquiera competencias que la COA delegue en ella y la normativa le confiera.
 - v) Todas aquellas funciones que le atribuya la memoria del título.

La Comisión Académica del Máster Universitario en Ciencia de Datos (CAMUDS) tendrá, por lo tanto, la composición y atribuciones anteriores.

La demanda social así como la situación I+D+i del sector científico, profesional y socioeconómico irán mostrando la necesidad de nuevas líneas docentes acordes con las nuevas situaciones. Por tanto, la CAMUDS irá planteando la conveniencia de realizar una revisión periódica de asignaturas y seminarios. Esta revisión se contempla en “Proceso de Seguimiento de Títulos oficiales” (PR/ES/003) elaborado por el Sistema de Garantía Interna de Calidad (SGIC-ETSIIINF-UPM), y se realizará respetando los requisitos de los Másteres de la UPM y, dentro de cada materia afectada, **asegurando que tanto las competencias generales y específicas como su nivel de adquisición y dedicación ECTS se mantienen tal cual está especificado en esta memoria.**

Finalmente, conviene señalar que estas comisiones de coordinación docente del título trabajarán de forma coordinada con la Unidad de Calidad que, como puede comprobarse en el apartado 9 de esta memoria (Sistema de Garantía de la Calidad), dispone de un proceso (PR/CL/001, Proceso de Coordinación de las Enseñanzas) que describe el procedimiento utilizado para dicha organización y coordinación.

Clases prácticas y de laboratorio

La titulación no contempla prácticas en empresa. Sin embargo, sí se han considerado dentro de las metodologías docentes las clases prácticas y de laboratorio, ambas realizadas en las aulas docentes y de informática del Centro (E.T.S.I. de Ingenieros Informáticos) e impartidas por los profesores de la titulación.

Las clases prácticas consisten en la resolución de ejercicios prácticos y problemas por parte del profesor, en los que intervienen de forma activa los alumnos, desarrollándose en el aula donde se imparten las clases y no siendo, por tanto, necesario ningún tipo de desdoble para su impartición (se considera que 40 alumnos es un tamaño adecuado de grupo para llevar a cabo



este tipo de prácticas). Las clases de laboratorio se imparten en las aulas informáticas del Centro, que tienen suficiente capacidad para los alumnos de la titulación (se ofertan 40 plazas de nuevo ingreso y se dispone de aulas informáticas de mayor capacidad, como el aula A3013 o Reguerillo, véase la Tabla 7.2 del Capítulo de Recursos materiales y servicios de la documentación asociada a la solicitud). La capacidad del aula Reguerillo (70 equipos) permitirá un posible incremento en el número de alumnos de nuevo ingreso en un futuro, si se considera dicha posibilidad.

Trabajo Fin de Máster

El Trabajo Fin de Máster (TFM) tiene asignado un total de 12 ECTS. Las competencias que adquirirá el alumno mediante su realización (tanto generales como específicas de Ciencia de Datos) se muestran en las Tablas 3.3 y 3.5 de esta memoria.

El alumno, una vez matriculado en el Trabajo Fin de Máster, podrá proponer su director de entre el profesorado del máster, en función de las líneas de investigación que desee desarrollar, o solicitar a la Comisión Académica del Máster Universitario en Ciencia de Datos (CAMUDS) que le asigne uno.

Se permitirá la **codirección** de un TFM por dos profesores, previa solicitud y justificación de la misma a la Comisión Académica del Máster Universitario en Ciencia de Datos, siendo obligatorio que al menos uno de los dos profesores forme parte del profesorado del máster.

Las defensas de los TFM se puedan realizar a lo largo de todo el curso académico, siendo condición necesaria que el alumno haya superado todas las asignaturas, tanto obligatorias como optativas. La fecha de la defensa los TFM se solicitará por parte del alumno, mediante el impreso correspondiente, en la Secretaría de Postgrado de la E.T.S.I. Informáticos, indicándose en la misma el tribunal evaluador del TFM.

Se constituirá un tribunal para cada defensa de TFM. El director del TFM formará parte del tribunal y elegirá a los dos miembros restantes de entre el profesorado de la titulación.

En caso de codirecciones sólo uno de los dos directores podrá formar parte del tribunal. La designación de Presidente, Vocal y Secretario del tribunal se realizará en función de la categoría y antigüedad los miembros seleccionados para el mismo. El director propondrá el tribunal al coordinador del Máster, que dará el visto bueno.

Se permitirá que la **lengua** tanto de la memoria del TFM, como de la defensa del mismo ante el tribunal, sea el castellano o el inglés.

La defensa del TFM consistirá en una presentación oral sobre la misma por parte del alumno durante un tiempo mínimo de 20 minutos y máximo de 40 minutos, seguida de un turno de preguntas por parte de los miembros del tribunal durante un máximo de 20 minutos.



5.2. Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes

La E.T.S.I. Informáticos ha promovido, de manera ininterrumpida, la movilidad de estudiantes, tanto de los pertenecientes al máster como de los que se encuentran en el periodo de investigación del doctorado.

Dado el diseño del máster que se propone, en el que el alumno (si lo es a tiempo completo) puede cursar de forma íntegra el máster en un curso académico (60 créditos ECTS), incluido el Trabajo Fin de Máster, no se considera conveniente promover la movilidad de los alumnos dentro del mismo, al no disponer de tiempo material para su realización. Aun así, no se cierra la posibilidad de que los alumnos realicen estancias breves en otros grupos de investigación para la realización del mismo.

La CAMUDS se compromete a participar en las convocatorias públicas de ayuda a la movilidad de alumnos, ofreciendo en muchos casos, de forma adicional, la posibilidad de movilidad de los alumnos mediante financiación asociada a los proyectos de investigación en los que participan los grupos de investigación del personal docente e investigador del máster y en el marco de la relación que éstos tienen con otros grupos de investigación extranjeros.

5.3. Descripción detallada de los Módulos y Materias.

La descripción de los módulos se realizará utilizando una estructura de materias.

Todas ellas comparten una misma metodología de formación y unos mismos criterios de evaluación.

Metodología

En este apartado describiremos todos los aspectos metodológicos que se utilizarán en la impartición de las materias descritas.

Siguiendo el *European Credit Transfer System* (ECTS) y las recomendaciones de la Comisión Asesora para la Reforma de Planes de Estudios de la UPM, consideraremos que 1 crédito equivale a 27 horas de trabajo del alumno.

La metodología utilizada para la consecución de los objetivos planteados en la titulación del Máster Universitario en Ciencia de Datos se fundamenta en dos pilares básicos:

- Exposición o clase magistral. Eventualmente alguna de las clases magistrales podrá ser sustituida por conferencias expuestas por expertos externos. Con el fin de dinamizar la exposición, los docentes utilizarán algunas de las técnicas de aprendizaje desarrolladas para este fin como: brainstorming, utilización de mapas conceptuales, técnica de la pregunta,...
- Actividades teóricas y/o prácticas. Distinguiendo entre las centradas en el aprendizaje individual y las centradas en el trabajo en equipo, a través de la formación de pequeños grupos.



Se plantearán técnicas que garanticen una mayor implicación del alumno en su formación como el “estudio dirigido” y el “método de proyectos”. Se fomentará la creatividad de los alumnos planteando objetivos de resolución de problemas de gran complejidad, que requieren un planteamiento riguroso de análisis, síntesis y evaluación de resultados. También se trabajará con el “estudio de casos”, enfrentando al estudiante a problemas concretos que le describen situaciones reales de la vida profesional.

Metodologías de aprendizaje

En el **aprendizaje basado en casos** el estudiante se enfrenta a un caso real que debe resolver. Para ello debe realizar una búsqueda bibliográfica, selección de documentación, filtrado y síntesis de la misma. A partir de entonces el estudiante debe analizar las diferentes estrategias con las que abordar el caso a resolver en función de las características del mismo y de la documentación estudiada. El profesor queda en un mero plano de asesor e inductor de las líneas de solución a analizar.

En el **aprendizaje basado en problemas** se trata de enfrentar a los grupos base (entre 3 y 5 estudiantes) con un conjunto de problemas sin que previamente tengan los conocimientos teóricos para resolverlos. Los grupos, orientados por el profesor, deben documentarse sobre los temas necesarios para abordar el problema. Durante la realización de estas sesiones los estudiantes tendrán que entregar ejercicios resueltos individualmente así como ejercicios resueltos en grupo.

En el **aprendizaje basado en proyectos**, el profesor (o los propios estudiantes) propone la realización de un proyecto. El profesor no explica, más bien supervisa las reuniones de los estudiantes y monitoriza el avance de los equipos. Lo más importante no es el tema en sí del proyecto sino el uso de un conjunto de conocimientos para aplicarlos a un proyecto real o ficticio. Los estudiantes deben analizar el problema, proponer y aplicar una solución y evaluar dicha solución. El producto final suele ser el proyecto, un informe escrito y una presentación oral.

El **aprendizaje cooperativo** es una estrategia en la que los estudiantes trabajan divididos en pequeños grupos en actividades de aprendizaje y son evaluados según la productividad del grupo. Las metas de los miembros del grupo están compartidas y cada individuo alcanza su objetivo sólo si también consiguen sus compañeros el suyo. El aprendizaje cooperativo se sustenta en cuatro principios: interdependencia positiva, exigibilidad individual, interacción cara a cara y uso adecuado de habilidades para trabajar en grupo.

La **clase magistral** sigue siendo uno de los métodos docentes más utilizados en la enseñanza universitaria. En comparación con otros métodos es más eficaz para la transmisión de información a grandes grupos de estudiantes, para facilitar la comprensión de conceptos complejos y para sintetizar fuentes diversas de información.

La **clase magistral participativa** hace alusión a la creación de grupos informales de aprendizaje cooperativo creados temporalmente para dar respuesta a cuestiones planteadas por el docente.

La **tutoría grupal** es el proceso de seguimiento de un grupo de alumnos con la finalidad de abrir un espacio de comunicación, conversación y orientación grupal, donde los alumnos tengan la



posibilidad de revisar y discutir junto con su tutor temas que sean de su interés, inquietud, preocupación, así como también para mejorar el rendimiento académico, desarrollar hábitos de estudio, reflexión y convivencia social. Cada grupo acordará la cita con el profesor dentro de un rango de horarios preestablecido y es obligatoria la asistencia de todos los componentes del grupo.

Estrategias/métodos evaluadores

Para obtener **indicadores sobre el progreso en el aprendizaje** de nuestros estudiantes utilizamos pruebas de evaluación. Este conjunto de pruebas configura lo que ha venido a denominarse “evaluación continua”. Hay que reseñar que esta evaluación continua no excluye el clásico examen final; únicamente le resta “peso” dentro de la calificación final. De hecho, en la evaluación continua deben intervenir tantas pruebas y de tantos estilos distintos (estrategias evaluadoras) como considere necesario el docente para medir correctamente el aprendizaje del estudiante. Dichas estrategias evaluadoras deben ser lo más precisas y eficientes posibles. Precisas ya que deben determinar el grado (de 0 a 10) de aprendizaje del estudiante; eficientes, ya que su aplicación debe consumir el menor número de recursos del docente y del estudiante. Además, los métodos de evaluación para trabajos colectivos deben primar la responsabilidad individual y la interdependencia positiva.

Los métodos de evaluación que se utilizarán son:

- Exámenes escritos (parciales y finales) (ES). Estas son las estrategias evaluadoras más comúnmente utilizadas en el sistema universitario español. Incluso con un sistema de evaluación continuada estas estrategias pueden seguir siendo válidas. Los criterios de corrección deben publicarse inmediatamente después de finalizado el examen.
- Exámenes de prácticas (EP). En trabajos realizados en grupo es importante en algunos casos la realización de este tipo de exámenes para comprobar que todos los miembros del grupo han participado en su realización.
- Evaluación de trabajos en grupo (TG). Los casos y problemas específicos de la materia ayudan a los alumnos a presentar ideas y opiniones de forma autónoma, debatir otros puntos de vista, caer en la cuenta de bloqueos cognitivos, acostumbrarse a recibir críticas y formularlas adecuadamente a los demás.
- Evaluación de trabajos individuales (TI). En este tipo de evaluación es necesario que los criterios de corrección sean públicos antes de iniciar la actividad. Esta publicidad siempre es conveniente ya que evita la parcialidad a la hora de evaluar. Se deben entregar los trabajos corregidos a los estudiantes, con las anotaciones pertinentes (retroalimentación) de tal manera que rehagan/completan el trabajo para una próxima entrega. En función del número de entregas se puede crear un portafolio.
- Presentación individual (PI). El alumno presentará en clase ante sus compañeros y el profesor un trabajo individual realizado.
- Presentación de en grupo (PG). Los grupos de prácticas presentarán en clase ante sus compañeros y el profesor un trabajo en grupo realizado.



Requisitos previos

No existen requisitos previos, salvo los previstos por la secuenciación temporal de las asignaturas.

Listado de Módulos y Materias

MATERIAS OBLIGATORIAS

La estructura general de las materias obligatorias del Máster Universitario en Ciencia de Datos es la siguiente:

- Fundamentos de la investigación
- Infraestructura y procesamiento de datos.
- Análisis y explotación de datos.
- Aspectos Éticos, Legales y Sociales de la Ciencia de Datos.

Materia: Infraestructura y Procesamiento de Datos:

Esta materia se centra en aspectos tales como la adquisición, recuperación, extracción y visualización de datos, así como en los aspectos relacionados con la infraestructura y el almacenamiento de los datos. Se ofrecen un conjunto de conocimientos a los estudiantes para proporcionarles las habilidades necesarias para conocer y manejar las infraestructuras y procesamiento de datos.

En particular, la intención es proporcionar a los estudiantes las habilidades y herramientas necesarias para poder crear una infraestructura de almacenamiento y gestión de datos, así como los métodos, técnicas y herramientas utilizadas para el procesamiento y visualización de datos. Los estudiantes conocerán las metodologías utilizadas en los proyectos de Ciencia de Datos y adquirirán, además, habilidades para la toma de decisiones en las distintas etapas del ciclo de vida del dato.

Las asignaturas obligatorias de esta materia son:

- Visualización de datos (Data Visualization) (3 ECTS, primer semestre)
- Big Data (3 ECTS, primer semestre)
- Computación en la nube y ecosistemas Big Data (Cloud Computing and Big Data Ecosystems) (4.5 ECTS, primer semestre)
- Procesos de ciencia de datos (Data Science Processes) (4.5 ECTS, primer semestre)

Materia: Análisis y Explotación de Datos:

Esta materia se centra en la analítica y explotación de datos, incluyendo aspectos como el análisis estadístico de datos, aprendizaje automático, grafos de conocimiento, series temporales o redes bayesianas entre otros. Se ofrecen un conjunto de conocimientos a los estudiantes para proporcionarles las habilidades necesarias para conocer y manejar

la analítica de datos. Además, los estudiantes conocerán y utilizarán las técnicas de evaluación de los modelos obtenidos a partir de los datos.

En particular, el objetivo es que los estudiantes adquieran las habilidades necesarias para poder aplicar técnicas analíticas sobre conjuntos de datos, así como los métodos, técnicas y herramientas utilizadas en el proceso de análisis y explotación de los datos.

Las asignaturas obligatorias de esta materia son:

- Análisis estadístico de datos (Statistical Data Analysis) (4.5 ECTS, primer semestre)
- Aprendizaje automático (Machine Learning) (4.5 ECTS, primer semestre)
- Deep Learning (3 ECTS, segundo semestre)
- Datos abiertos y grafos de conocimiento (Open Data and Knowledge Graphs) (4.5 ECTS, primer semestre)

Materia: Aspectos Éticos, Legales y Sociales de la Ciencia de Datos:

Esta materia se centra en los aspectos éticos, legales y sociales de la Ciencia de Datos. Es un hecho que los aspectos éticos, legales y sociales son cada vez más importantes en las sociedades digitales y, se prevé que adquieran un papel aún más relevante en los próximos años con la emergencia de las sociedades artificiales y las sociedades mixtas humano-máquina. Se hace fundamental, por tanto, que los estudiantes sepan conocer y utilizar los fundamentos éticos y legales relacionados con la Ciencia de Datos, tales como la protección de la información o la toma de decisiones.

Esta materia está constituida por 1 asignatura obligatoria:

- Aspectos sociales/legales/éticos en la Ciencia de Datos (Social/legal/ethics aspects in Data Science)(3 ECTS, segundo semestre)

La distribución propuesta de las materias durante un año académico (y la correspondiente distribución en semestres) se ha realizado de acuerdo con la asignación de ECTS para los cursos principales y también para enlazar de manera adecuada con el desarrollo del *Trabajo Fin de Máster*.

Dentro de este marco, la estructura académica de las materias obligatorias de este módulo es la siguiente:



Módulo	Materias
Materias Obligatorias (36 ECTS)	Fundamentos de la Investigación (1.5 ECTS)
	Infraestructura y Procesamiento de Datos (15 ECTS)
	Análisis y Explotación de Datos (16.5 ECTS)
	Aspectos Éticos, Legales y Sociales de la Ciencia de Datos (3 ECTS)

Tabla 5.2. Materias obligatorias

OPTATIVAS

El Máster Universitario de Ciencia de Datos identifica cuatro materias obligatorias para los alumnos, tal y como se ha explicado en la sección anterior. Dos de las cuatro materias incluyen contenidos optativos, que permiten a los alumnos obtener especialización en ámbitos relacionados con la infraestructura y procesamiento de datos, así como con el análisis y explotación de datos. Los alumnos deben completar un total de 12 ECTS de entre la oferta de optatividad establecida.

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

El trabajo de fin de máster (TFM) consistirá en la realización, presentación y defensa, una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios, de un trabajo original realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto integral en la temática de la especialidad. El TFM se realizará preferentemente en una empresa. Para ello se contará con el apoyo de la oficina de relaciones externas de la Escuela que pondrá en contacto a empresas y alumnos.

Módulo	Materias
Trabajo de Fin de Máster (12 ECTS)	Trabajo de Fin de Máster (12 ECTS)

Tabla 5.3. Materia Trabajo Fin de Máster



Fichas de Materias

MATERIAS OBLIGATORIAS

MATERIA	Fundamentos de la Investigación	
Créditos ECTS	1.5	
Carácter	Obligatoria	
Semestre	2º	
Lengua de impartición	Inglés	
Resultados de Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> - Ser capaz de establecer un debate fundamentado sobre el conocimiento científico y las bases de la investigación. - Ser capaz de abordar los aspectos formales del proyecto inicial de una investigación. - Valorar la importancia de las fuentes documentales y seleccionar aquellas que sean más interesantes para publicar sus trabajos. - Ser capaz de elaborar documentos para difundir los resultados de la investigación de acuerdo con unas características específicas y dentro del estilo científico. - Presentar en público los resultados de sus trabajos de investigación. - Conocer las principales técnicas de liderazgo de equipos. - Conocer las principales características de la gestión de proyectos tecnológicos, así como de los programas de financiación pública y privada 	
Descriptor de los contenidos	<p>Este seminario pretende informar y orientar a los alumnos acerca de técnicas, normas y sistemas más habituales para la práctica de la investigación científica y sus bases metodológicas y documentales.</p> <p>Los temas a tratar serán los siguientes: <i>Planteamiento general</i> (El conocimiento científico y su finalidad, problemática de la investigación científica, trabajos de investigación); <i>El trabajo científico</i> (elección del tema, determinación de objetivos, formulación de hipótesis, elección del método de trabajo, elección de instrumentos y recursos. Fases del trabajo); <i>Búsqueda de información</i> (fuentes, publicaciones, búsquedas bibliográficas, acceso a la documentación científica, internet,...); <i>Redacción del trabajo</i> (normas, principios, consejos, estilo, lenguaje,...); y <i>Exposición y defensa del trabajo realizado</i> (aspectos legales, aspectos formales, aspectos personales, medios visuales como apoyo a la exposición).</p>	
Competencias Básicas y Generales	CG4, CG5, CG6, CG7, CG9, CG13, CG14, CG15	
Competencias de investigación	CGI2, CGI3, CGI4, CGI5	
Competencias Específicas		
Actividades formativas y porcentaje de ECTS dedicados	Clases teóricas	14.2%
	Clases prácticas	14.2%
	Prácticas individuales	66.9%
	Evaluación	4.7%



Métodos de evaluación (peso mínimo y máximo)	Trabajo individual	100-100
Metodologías docentes	Método expositivo/ lección magistral Estudio de casos Aprendizaje basado en problemas o prácticas	
Asignaturas obligatorias (ECTS, semestre)	Metodología de la Investigación (Research Methodology) (1.5 ECTS, segundo semestre)	

Tabla 5.4. Ficha de la Materia Fundamentos de la Investigación



MATERIA	Infraestructura y Procesamiento de Datos	
Créditos ECTS	15	
Carácter	Obligatoria	
Semestre	1º y 2º	
Lengua de impartición	Inglés	
Resultados de Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer técnicas y procesos de análisis de datos, y de programación, diseño y depuración de algoritmos, para computación de altas prestaciones. - Ser capaz de procesar datos masivos. - Conocer cómo se aplican las técnicas de computación científica en algún campo específico de ciencia o ingeniería. - Conocer los fundamentos de las técnicas de visualización analítica - Aprender la metodología de diseño de las herramientas de visualización analítica. - Aplicar esta metodología en el diseño de este tipo de herramientas. - Conocer distintos sistemas de almacenamiento masivo de datos. - Elegir el tipo de almacenamiento adecuado para aplicaciones con grandes cantidades de información. - Conocer la funcionalidad de cloud públicos para despliegue de aplicaciones y software el software que proporcionan para almacenamiento de grandes cantidades de datos. - Planificar y desarrollar un proyecto de Ciencia de Datos para cumplir un determinado objetivo de negocio. - Aplicar las técnicas requeridas en cada uno de las fases del desarrollo de un proyecto de Ciencia de Datos. - Analizar los resultados obtenidos después del desarrollo de un proyecto de Ciencia de Datos y realizar el despliegue de los modelos obtenidos si este fuera el caso 	
Descriptorios de los contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Fundamentos para el análisis de big data, Tecnologías para el análisis de big data, Aplicación de los fundamentos y las técnicas a casos de uso. - Visualización analítica, Herramientas de análisis exploratorio interactivo, Visualización de datos - Cloud computing, Big data, No SQL, data streaming - Planificación y desarrollo de proyecto de Ciencia de Datos, validación resultados de un proyecto de Ciencia de Datos, aplicar técnicas estadísticas/aprendizaje, comunicación de resultados 	
Competencias Básicas y Generales	CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CG8, CG9, CG10, CG11, CG13, CG15	
Competencias de investigación	CG11, CG12, CG13, CG14	
Competencias Específicas	CECD1, CECD2, CECD3, CECD4, CECD5, CECD6, CECD8, CECD9	
Actividades formativas y porcentaje de ECTS dedicados	Clases teóricas	13.3%
	Clases prácticas	6.9%
	Clase de laboratorio	3.7%
	Tutorías	5.9%
	Prácticas individuales o en grupo	17.7%



	Proyectos	17.5%
	Estudio y trabajo autónomo individual	24%
	Estudio y trabajo en grupo	9%
	Evaluación	2%
Métodos de evaluación (peso mínimo y máximo)	Examen escrito	0-50
	Examen de prácticas	0-50
	Trabajo individual	20-80
	Trabajo en grupo	0-70
	Presentación individual	0-30
	Presentación en grupo	5-10
Metodologías docentes	Método expositivo/ lección magistral Estudio de casos Resolución de ejercicios y problemas Aprendizaje basado en problemas o prácticas Aprendizaje orientado a proyectos Aprendizaje cooperativo, en grupo	
Asignaturas obligatorias (ECTS, semestre)	Visualización de datos (Data visualization) (3 ECTS, primer semestre) Big data (3 ECTS, primer semestre) Computación en la nube y ecosistemas Big data (Cloud computing and big data ecosystems) (4.5 ECTS, primer semestre) Procesos de Ciencia de Datos (Data Science Processes) (4.5 ECTS, primer semestre)	

Tabla 5.4. Ficha de la Materia Infraestructura y Procesamiento de Datos



MATERIA	Análisis y Explotación de Datos	
Créditos ECTS	16.5	
Carácter	Obligatoria	
Semestre	1º y 2º	
Lengua de impartición	Inglés	
Resultados de Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer y aplicar las principales técnicas para explorar, describir y analizar datos multivariantes. - Conocer y aplicar técnicas de reducción de dimensionalidad y modelización de datos multivariantes. - Aplicar la metodología apropiada para el ajuste de series temporales. - Modelizar problemas reales de clasificación mediante paradigmas computacionales. - Aportar nuevas ideas, tanto a nivel metodológico como de aplicación del aprendizaje automático, yendo más allá de la frontera del conocimiento, promoviendo la investigación. - Comprender el fundamento teórico de técnicas de deep learning. - Utilizar herramientas informáticas de deep learning. - Aplicar técnicas de deep learning adecuadas a cada problema. - Generar y publicar grafos de conocimiento en formatos que se utilizan habitualmente en la <i>Web of Linked Data</i>. - Desarrollar aplicaciones que permitan explotar los grafos de conocimiento. - Desarrollar ontologías que pueden ser utilizadas como vocabularies para grafos de conocimiento 	
Descriptorios de los contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Estadística Descriptiva Multivariante, Análisis de Componentes Principales y Análisis de Correspondencias, Modelos de regresión, Series Temporales. - Preprocesamiento de datos, Evaluación de modelos de aprendizaje automático, Clasificación no supervisada, Clasificación supervisada, Selección de variables. - Redes neuronales artificiales, Arquitecturas neuronales profundas, Generación, evaluación y mejora de modelos de deep learning. - Introducción a los grafos de conocimiento, representación de datos y de conocimiento así como acceso a grafos de conocimiento, generación de grafos de conocimiento a partir de fuentes de datos heterogéneas, selección y desarrollo de vocabularios para grafos de conocimiento, aplicaciones para grafos de conocimiento. 	
Competencias Básicas y Generales	CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CG8, CG9, CG10, CG11, CG12, CG14	
Competencias de Investigación	CGI1, CGI2, CGI4	
Competencias Específicas	CECD1, CECD4, CECD5, CECD6, CECD7, CECD8	
Actividades formativas y porcentaje de ECTS dedicados	Clases teóricas	10.1%
	Clases prácticas	5.2%
	Clase de laboratorio	9.3%
	Tutorías	4.1%
	Prácticas individuales o en grupo	42.3%
	Estudio y trabajo autónomo individual	21.2%
	Estudio y trabajo en grupo	6.2%
Evaluación	1.6%	



Métodos de evaluación (peso mínimo y máximo)	Examen escrito	0-50
	Examen de prácticas	12-45
	Trabajo individual	12-60
	Trabajo en grupo	12-60
	Presentación individual	2-50
	Presentación en grupo	12-40
Metodologías docentes	Método expositivo/ lección magistral Estudio de casos Resolución de ejercicios y problemas Aprendizaje basado en problemas o prácticas Aprendizaje orientado a proyectos Aprendizaje cooperativo, en grupo	
Asignaturas obligatorias (ECTS, semestre)	Análisis estadístico de datos (Statistical data analysis) (4.5 ECTS, primer semestre) Aprendizaje automático (Machine learning) (4.5 ECTS, primer semestre) Deep learning (3 ECTS, segundo semestre) Datos abiertos y grafos de conocimiento (Open Data and Knowledge graphs) (4.5 ECTS, primer semestre)	

Tabla 5.5. Ficha de la Materia Análisis y Explotación de Datos



MATERIA	Aspectos Éticos, Legales y Sociales de la Ciencia de Datos	
Créditos ECTS	3	
Carácter	Obligatoria	
Semestre	2º	
Lengua de impartición	Inglés	
Resultados de Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer del marco legal Europeo y Nacional de la Inteligencia Artificial y el procesamiento de datos. - Evaluar el impacto social, legal y ético de proyectos de procesamiento de datos 	
Descriptor de los contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Reglamento General de Protección de datos - Protección de la tecnología: derechos de propiedad intelectual e industrial - Licencias de datos y de software - Criterios éticos en los algoritmos de procesamiento de datos. 	
Competencias Básicas y Generales	CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG8, CG9, CG10, CG12, CG14	
Competencias de Investigación	CG12, CG15	
Competencias Específicas	CECD9	
Actividades formativas y porcentaje de ECTS dedicados	Clases teóricas	19.8%
	Clases prácticas	5.6%
	Prácticas individuales o en grupo	35.2%
	Proyectos	12.3%
	Estudio y trabajo autónomo individual	12.3%
	Estudio y trabajo en grupo	12.3%
	Evaluación	2.5%
Métodos de evaluación (peso mínimo y máximo)	Examen escrito	34%
	Trabajo individual	33%
	Trabajo en grupo	33%
Metodologías docentes	Método expositivo/ lección magistral Estudio de casos Aprendizaje orientado a proyectos Aprendizaje cooperativo, en grupo	
Asignaturas obligatorias (ECTS, semestre)	Aspectos sociales/legales/éticos en la Ciencia de Datos (Social/legal/ethics aspects in Data Science) (3 ECTS, segundo semestre)	

Tabla 5.6. Aspectos Éticos, Sociales y Legales de la Ciencia de Datos



TRABAJO FIN DE MÁSTER

MATERIA	Trabajo Fin de Máster	
Créditos ECTS	12	
Lengua de impartición	Inglés/Castellano	
Carácter	Obligatoria	
Semestre	2º	
Resultados de Aprendizaje	<p>- Proponer una solución justificada a un problema real que sea complejo o mal definido, o perteneciente a un área nueva o emergente, o que requiera el desarrollo de enfoques o métodos nuevos y originales, o que sea multidisciplinar justificándola de una forma cualitativa y cuantitativa.</p> <p>- Materializar la solución propuesta a un problema dado en términos de código, prototipo, informes, pruebas de concepto, análisis, diseños y/o documentación, ubicándola en un entorno empresarial real.</p> <p>- Exposición y defensa de la solución propuesta de un modo claro y sin ambigüedades ante un público especializado y no especializado.</p>	
Descriptorios de los contenidos	Realización, presentación y defensa, una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios, de un ejercicio original realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto integral de la especialidad de naturaleza profesional en el que se sintetizan las competencias adquiridas en las enseñanzas.	
Competencias Generales	CG1, CG2, CG4, CG5, CG7, CG8, CG9, CG10, CG11, CG14	
Competencias de Investigación	CGI1, CGI2, CGI3, CGI4, CGI5	
Competencias Específicas	CECD9, CECD10	
Actividades formativas y porcentaje de ECTS dedicados	Estudio personal y resolución autónoma de ejercicios y casos prácticos	97%
	Tutorías de TFM	3%
Métodos de evaluación (pesos)	Resolución individual, o en grupo, de ejercicios y casos prácticos	80%
	Exposición y Defensa Pública	20%
Metodologías docentes	<ul style="list-style-type: none"> Aprendizaje orientado a proyectos 	

Tabla 5.7. Ficha de la Materia Trabajo Fin de Máster



Correlación entre Materias y Competencias Generales en el Máster U. en Ciencia de Datos

		Competencias Generales							
MATERIAS	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	
Materias obligatorias									
Fundamentos de la Investigación				X	X	X	X		
Infraestructura y Procesamiento de Datos	X	X	X	X	X	X	X	X	
Análisis y Explotación de Datos	X	X	X	X	X	X	X	X	
Aspectos Éticos, Sociales y Legales de la Ciencia de Datos	X	X	X	X	X			X	
Trabajo Fin de Máster									
Trabajo Fin de Máster	X	X		X	X		X	X	

		Competencias Generales							
MATERIAS	CG9	CG10	CG11	CG12	CG13	CG14	CG15		
Materias obligatorias									
Fundamentos de la Investigación	X				X	X	X		
Infraestructura y Procesamiento de Datos	X	X	X		X		X		
Análisis y Explotación de Datos	X	X	X	X		X			
Aspectos Éticos, Sociales y Legales de la Ciencia de Datos	X	X		X		X			
Trabajo Fin de Máster									
Trabajo Fin de Máster	X	X	X			X			

Tabla 5.8. Correlación entre Materias y Competencias Generales en el Máster U. en Ciencia de Datos

Correlación entre Materias y Competencias de Investigación en el Máster U. en Ciencia de Datos

		Competencias de Investigación				
MATERIAS	CGI1	CGI2	CGI3	CGI4	CGI5	
Materias obligatorias						
Fundamentos de la Investigación		X	X	X	X	



Infraestructura y Procesamiento de Datos	X	X	X	X	
Análisis y Explotación de Datos	X	X		X	
Aspectos Éticos, Sociales y Legales de la Ciencia de Datos		X			X
Trabajo Fin de Máster					
Trabajo Fin de Máster	X	X	X	X	X

Tabla 5.9. Correlación entre Materias y Competencias de Investigación en el Máster U. en Ciencia de Datos

Correlación entre Materias y Competencias Específicas en el Máster U. en Ciencia de Datos

MATERIAS	Competencias Específicas				
	CECD1	CECD2	CECD3	CECD4	CECD5
Materias obligatorias					
Fundamentos de la Investigación					
Infraestructura y Procesamiento de Datos	X	X	X	X	X
Análisis y Explotación de Datos	X	X		X	X
Aspectos Éticos, Sociales y Legales de la Ciencia de Datos					
Trabajo Fin de Máster					
Trabajo Fin de Máster					
MATERIAS	Competencias Específicas				
	CECD6	CECD7	CECD 8	CECD9	CECD10
Materias obligatorias					
Fundamentos de la Investigación					
Infraestructura y Procesamiento de Datos	X		X	X	
Análisis y Explotación de Datos	X	X	X		
Aspectos Éticos, Sociales y Legales de la Ciencia de Datos				X	
Trabajo Fin de Máster					
Trabajo Fin de Máster				X	X

Tabla 5.10. Correlación entre Materias y Competencias Específicas en el Máster U. en Ciencia de Datos



6. PERSONAL ACADÉMICO.

6.1. Personal académico disponible.

A la hora de contabilizar la dedicación docente del profesorado, se han utilizado las cifras indicadas en la tabla 6.1.

Figura docente	Dedicación	Horas de docencia semanal	Legislación aplicable
Catedrático de Universidad	Tiempo Completo	8 + 6	Real Decreto 898/1985, de 30 de abril
Titular de Universidad	Tiempo Completo	8 + 6	Real Decreto 898/1985, de 30 de abril
Titular de Escuela Universitaria	Tiempo Completo	12 + 6	Real Decreto 898/1985, de 30 de abril
Profesor Contratado Doctor		8 + 6	I Convenio de PDI Laboral de las Universidades de Madrid
Colaborador		12 + 6	I Convenio de Personal Docente e Investigador Laboral de las Universidades de Madrid
Ayudante		60 horas/año	Art. 49, Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, de Universidades
Asociado con Contrato Administrativo	Tiempo Completo	8+6	I Convenio de PDI Laboral de las Universidades de Madrid
Asociados con Contrato Administrativo	Tiempo Parcial	3 + 3 ó 6 + 6	I Convenio de PDI Laboral de las Universidades de Madrid

Tabla 6.1. Dedicación horaria del profesorado dependiendo de la figura docente

En la tabla 6.2 se han recogido los acrónimos y abreviaturas utilizadas en las tablas incluidas en esta sección.



CATEGORIAS PROFESORADO	SIGLAS DEPARTAMENTOS
C.U. Catedrático de Universidad T.U. Profesor Titular de Universidad C.E.U. Catedrático de Escuela Universitaria T.E.U. Profesor Titular de Escuela Universitaria P.C.D. Profesor Contratado Doctor Colab. Profesor Colaborador AyD Profesor Ayudante Doctor Ay. Profesor Ayudante Asoc. Profesor Asociado Emer. Profesor Emérito M.L. Maestro de Laboratorio	DATSI: Departamento de Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos. DIA: Departamento de Inteligencia Artificial. DLSIIS: Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software.

Tabla 6.2. Acrónimo y abreviaturas

En la 6.3 se muestran los departamentos implicados en cada materia.

Materias	Departamento(s) participantes
Infraestructura y procesamiento de datos	DATSI DIA DLSIIS
Análisis y explotación de datos	DIA DLSIIS
Aspectos Éticos, Legales y Sociales de la Ciencia de Datos	DIA

Tabla 6.3. Departamentos implicados en la impartición de la titulación

En la Tabla .4 se muestra de manera agregada el PDI disponible en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la Universidad Politécnica de Madrid. Se indica, asimismo, el número de doctores, sexenios y quinquenios acumulados, y los profesores que están a tiempo completo.

PROFESORADO DEPARTAMENTOS													
DIA													
CU	TU	CEU		PCD	Col	AyD	Ay	Asoc	Total	Sexenios	Quinquenios	TC	TP



10	14			8		2			34	81	113	34	0
DATSI													
CU	TU	CEU		PCD	Col	AyD	Ay	Asoc	Total	Sexenios	Quinquenios	TC	TP
6	23			2	2	2			35	52	146	33	2
DLSIIS													
CU	TU	CEU		PCD	Col	AyD	Ay	Asoc	Total	Sexenios	Quinquenios	TC	TP
9	25			21	5	3	3		66	88	230	65	1

Tabla 6.4. Departamentos encargados de impartir la docencia y recursos humanos disponibles

6.2. Personal docente asignado al título y su dedicación

En la tabla 6.5 se indica el personal académico que participará en la titulación, agrupado por categorías profesionales, el porcentaje de doctores, la experiencia docente y la distribución de ECTS.

Categoría	Número de profesores	Número de quinquenios	Número de sexenios	Promedio ECTS (con TFM)
CATEDRÁTICO UNIVERSIDAD	11	45	35	42,75
TITULAR UNIVERSIDAD	11	43	22	39,00
L.D. PRF.CONTRATADO DOCTOR	5	9	8	18,35
L.D. PRF.AYUDANTE DOCTOR	5	0	0	15,10
L.D. PROF. ASOCIADO	1	0	0	3,3

Tabla 6.5. Número de profesores implicados en la docencia del título y quinquenios y sexenios por categoría

Figura docente	Catedrático de Universidad	Titular de Universidad	Contratado Doctor	Ayudante Doctor	Asociado
Dedicación	Tiempo completo	Tiempo completo	Tiempo completo	Tiempo Completo	Tiempo Completo
Horas de docencia semanal	8 + 6	8 + 6	8 + 6	8 + 6	4 + 4
Legislación aplicable	Real Decreto	Real Decreto	LEY ORGÁNICA	LEY ORGÁNICA	LEY ORGÁNICA



	898/1985, de 30 de abril	898/1985, de 30 de abril	4/2007, de 12 de abril	4/2007, de 12 de abril	4/2007, de 12 de abril
Capacidad docente total (horas de docencia anuales)	2640	2640	1200	1200	180
Actividad docente comprometida en otras titulaciones oficiales de Grado, Máster o Doctorado (horas de docencia anuales)	1523	1560	767	668	116
Actividad docente prevista en este Plan de Estudios una vez que esté implantado en su totalidad (horas de docencia anuales)	382	352	165	139	30
Actividad docente total comprometida considerando el nuevo título	1905	1912	932	806	146
% total de Carga del profesorado asignado, incluido este título	72,16%	72,42%	76,67%	67,17%	81,11%

Tabla 6.6: Dedicación docente

En la tabla 6.6 se puede observar que la disponibilidad docente (diferencia entre la capacidad docente total y la comprometida actualmente entre las distintas titulaciones) es bastante amplia en promedio, tanto para profesores catedráticos como para profesores titulares de universidad y profesores contratados doctores que impartirán docencia en el título que se propone.

Las necesidades docentes previstas para la implantación del nuevo título se encuentran muy por debajo de la disponibilidad. Para su estimación se ha tenido en cuenta que todas las asignaturas obligatorias (9, 48 ECTS) y optativas (7 inicialmente, 26 ECTS) del máster serán impartidas por los profesores del máster.

Teniendo en cuenta que la docencia presencial considerada por ECTS es de 8 horas, las necesidades totales en docencia presencial asociada al nuevo título son 468 horas. No están previstos desdobles de prácticas.

A estas horas hay que sumar las correspondientes a la tutorización o dirección de Trabajos Fin de Máster. Teniendo en cuenta que el número máximo de TFM en el máster por curso es 40 (el número de alumnos matriculados), y que en el modelo de estimación de actividad docente de la UPM (aprobado por Consejo de Gobierno de la UPM el 30 de Enero de 2014) se asigna un



total de 15 horas a la dirección de una TFM, el número medio de horas dedicadas como máximo por curso a la dirección de TFMs es de 600 horas.

Por lo tanto, el número total de horas de carga docente de la titulación es de 1068 horas por curso académico. Si tenemos en cuenta solamente los profesores con vinculación permanente a la Universidad (CU, PTU y CD), tenemos 33 profesores del máster sobre los que recae dicha carga docente, y teniendo en cuenta la asignación de docencia prevista, la carga comprometida no supera la capacidad docente total en ningún caso.

El profesorado del Máster Universitario en Ciencia de Datos tiene una amplia experiencia en impartición de docencia en lengua inglesa en titulaciones tales como el Máster Universitario en Inteligencia Artificial (impartido desde el curso 2010/11), con sello EURO-INF, o el European Master in Software Engineering (impartido desde el curso 2010/11).

El profesorado para la impartición de este título cuenta con amplia experiencia investigadora en contextos internacionales. Está acostumbrado a redactar, presentar y defender en público sus trabajos de investigación, es responsable y/o participa en contratos y proyectos de investigación internacionales que utilizan el inglés como lengua oficial y vehicular en todas las actividades de colaboración, gestión, revisiones técnicas, auditorías técnicas y económicas, etc. que exigen la capacidad de usar la lengua inglesa de manera competente, es decir, con capacitación para tareas complejas de trabajo.

La Junta de Escuela garantiza durante el proceso de planificación docente y asignación docente el adecuado nivel de inglés del profesorado asignado al título, con carácter previo a su participación en el mismo, conforme a lo dicho anteriormente. Se considerará que el nivel de inglés requerido será un nivel C1 del Marco Común Europeo de Referencia MCER o equivalente.

6.2.1 Perfil docente e investigador del personal asignado y su adecuación a la docencia asignada

En resumen, el personal docente de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos asociado al Máster Universitario de Investigación propuesto, es el que se muestra en la tabla 6.7.

	Catedrático de Universidad	Profesor Titular de Universidad	Profesores Contratados Doctores	Profesores Ayudantes Doctores	Profesores asociados
Número total	11	11	5	5	1
Número de doctores	11	11	5	5	1
Nº con dedicación a tiempo completo	11	11	5	5	1

Tabla 6.7: Equipo docente

En la tabla 6.7, se especificaba, en términos de perfiles, el personal académico asignado al título, con indicación de su categoría académica y su experiencia docente e investigadora. El número total de sexenios de investigación reconocidos es de 62, lo que supone una media de 1,88 para



el profesorado del máster. En cuanto a experiencia docente, el número total de quinquenios de docencia reconocidos es de 97, lo que supone una media de 2,94 para el profesorado del máster.

En la tabla 6.8, se completa la información presentada en la Tabla 6.7 especificando, en términos de perfiles, el personal académico disponible en estos momentos, con indicación de su categoría académica, su tipo de vinculación a la Universidad, su experiencia docente e investigadora, y su adecuación a los ámbitos de conocimiento vinculados al título, expresado en el área de conocimiento en que el perfil disponible es especialista, así como en sus líneas de investigación.

Categoría académica	Tipo de vinculación con la Universidad ¹⁸	Experiencia docente (Quinquenios de docencia reconocidos)	Experiencia investigadora (Sexenios de investigación reconocidos)	Experiencia a impartición de la docencia en inglés	Área de conocimiento	Líneas de Investigación
Doctor/a	CU a tiempo completo	2	2	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Datos abiertos, datos enlazados, ciencia abierta
Doctor/a	CU a tiempo completo	5	4	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Modelado de datos usando ontologías, multilingüismo en datos, veracidad de los datos
Doctor/a	CU a tiempo completo	6	4	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Aprendizaje automático, optimización heurística, industria4.0
Doctor/a	CU a tiempo completo	4	3	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Sistemas inteligentes, agentes autónomos, arquitecturas cognitivas
Doctor/a	CU a tiempo completo	1	2	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Sistemas multiagente, computación social, sistemas de razonamiento basado en casos
Doctor/a	CU a tiempo completo	5	3	sí	Estadística e Investigación Operativa	Redes Bayesianas, neurociencia computacional, clasificación supervisada

¹⁸ CU: Catedrático de Universidad; PTU: Profesor Titular de Universidad; CD: Profesor Contratado Doctor



Doctor/a	CU a tiempo completo	5	3	sí	Estadística e Investigación Operativa	Detección de fraude fiscal, detección de patrones en flujos de vuelos de aeronaves, análisis y gestión del riesgo
Doctor/a	CU a tiempo completo	5	4	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Visión por computador, aprendizaje automático, aprendizaje profundo
Doctor/a	CU a tiempo completo	5	4	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Técnicas de aprendizaje automático para detectar factores predictivos en biomedicina, técnicas de procesamiento de lenguaje natural y de minería de textos, métodos de integración de bases de datos biomédicas para uso en diseño de nuevos ensayos clínicos
Doctor/a	CU a tiempo completo	4	3	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Análisis de historia clínica digital, modelos de predicción para analizar la evolución de enfermedades, desarrollo de herramientas para ayuda al establecimiento de protocolos médicos en cáncer
Doctor/a	CU a tiempo completo	3	3	sí	Arquitectura y Tecnología de Computadores	Plataformas de Big Data, convergencia Big Data-HPC, algoritmos de modelado de comportamiento de sistemas distribuidos
Doctor/a	PTU a tiempo completo	4	2	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Sistemas Multiagente, Inteligencia Colectiva
Doctor/a	PTU a tiempo completo	3	2	sí	Estadística e Investigación Operativa	Regresión logística basada en distancias y análisis de redes para detección del fraude, utilización de técnicas de aprendizaje automático en ATM (air traffic management) (estudio de trayectorias de aeronaves y de pérdidas de separación entre ellas)
Doctor/a	PTU a tiempo completo	3	0	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Exploración de datos, análisis multivariante, modelos estadísticos
Doctor/a	PTU a tiempo completo	6	3	sí	Estadística e Investigación Operativa	Agregación de preferencias, resolución de



						conflictos, modelos de decisión grupal
Doctor/a	PTU a tiempo completo	6	2	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Descubrimiento de conocimiento en series temporales, abstracción temporal, descubrimiento de información en redes complejas
Doctor/a	PTU a tiempo completo	5	3	sí	Lenguajes y Sistemas	Big Data, Computación en la nube, sistemas a gran escala
Doctor/a	PTU a tiempo completo	1	0	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Extracción de conocimiento de fuentes no estructuradas, Creación de modelos para la predicción de información/datos/variables, comprensión y análisis avanzado de conjuntos de datos y sus relaciones, definición de procesos de procesado y análisis de datos, despliegue de modelos descriptivos o predictivos en entornos reales
Doctor/a	PTU a tiempo completo	5	2	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Descubrimiento de conocimiento en series temporales, abstracción temporal, descubrimiento de información en redes complejas
Doctor/a	PTU a tiempo completo	5	3	no	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Publicación web de grandes cantidades de datos geoespaciales, análisis y tratamiento de grandes cantidades de datos geoespaciales, captura de datos con drones y otras técnicas geoespaciales.
Doctor/a	PTU a tiempo completo	2	2	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Minería de textos, recuperación de la información, minería de opinión y análisis de sentimiento
Doctor/a	PTU a tiempo completo	3	3	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Redes de neuronas artificiales, computación evolutiva y sus sinergias
Doctor/a	CD a tiempo completo	1	1	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Representación del conocimiento, Ingeniería Ontológica, Datos enlazados



Doctor/a	CD a tiempo completo	0	0	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Ingeniería ontológica, integración de datos, datos enlazados
Doctor/a	CD a tiempo completo	1	2	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Análisis de datos clínicos, terminologías de codificación de datos biomédicos, motores de búsqueda de terminologías clínicas
Doctor/a	CD a tiempo completo	3	1	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Optimización heurística, estadística aplicada, aprendizaje automático (modelos gráficos probabilísticos)
Doctor/a	CD a tiempo completo	4	1	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Ciencia de datos automatizada, ETL en tiempo real, almacenamiento de datos en streaming
Doctor/a	AyD a tiempo completo	0	0	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Aprendizaje Automático e Inteligencia Artificial para el apoyo a los servicios sociales, interacciones del Deep Learning con tecnologías de la Web Semántica, análisis y generación de música y vídeos con Ciencia de Datos.
Doctor/a	AyD a tiempo completo	0	0	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Licenciamiento de datos, derecho como datos, Web Semántica
Doctor/a	AyD a tiempo completo	0	0	sí	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial	Integración de bases de datos heterogéneas en Biomedicina, preparación de datos y validación de su calidad, tratamiento de señales e imágenes biomédicas
Doctor/a	AyD a tiempo completo	0	0	sí	Arquitectura y Tecnología de Computadores	Visualización analítica aplicada a neurociencia, modelado del efecto de un trauma en la conductividad cerebral, aprendizaje automático aplicado a la construcción de modelos subrogados de funciones complejas.
Doctor/a	AyD a tiempo completo	0	0	sí	Arquitectura y Tecnología de Computadores	Visualización de información, visualización científica, recuperación por contenido de información multimedia



Doctor/a	Asociado	0	0	sí	Arquitectura y Tecnología de Computadores	Plataformas algoritmos paralelización	Big Data, de
----------	----------	---	---	----	---	---------------------------------------	--------------

Tabla 6.8: Perfiles del Personal Académico para la impartición del Máster Universitario en Ciencia de Datos

El profesorado participante en el Máster de Investigación en Ciencia de Datos tiene una amplia experiencia investigadora nacional e internacional. Los profesores del máster son miembros de grupos de investigación de la ETSI Informáticos, con una larga trayectoria de investigadora de calidad tales como: Grupo de Análisis de Decisiones y Estadística, Grupo de Informática Biomédica, Grupo de Inteligencia Computacional, Ontology Engineering Group, Grupo de Robótica Cognitiva y Computacional, Laboratorio de Inteligencia Artificial, Grupo de Visión por Computador y Robótica Aérea, Data Mining Research Group, Laboratorio de Sistemas Distribuidos, entre otros. La calidad de la investigación de los profesores participantes en el máster puede apreciarse a través de la participación en más de 15 proyectos europeos H2020, más de 30 proyectos europeos FP7, más de 30 proyectos en convocatorias nacionales y más de 20 proyectos privados con empresas o instituciones, todos ellos relacionados con la ciencia de datos. De esta forma, los estudiantes del máster tienen la opción de acceder a la participación en grupos de investigación, así como en proyectos a través de becas o contratos. Por otro lado, los profesores participantes en el máster tienen una alta productividad en términos de difusión científica en revistas y congresos relevantes. Dichas diseminaciones son altamente citadas por la comunidad científica. Los profesores del máster se muestran asimismo muy activos en innovación tal y como demuestra por ejemplo la participación en el centro tecnológico mixto en Inteligencia Artificial AI.nnovation Space.

Centrándonos en la parte obligatoria del título de Máster de Investigación en Ciencia de Datos, se recogen a continuación algunos de los perfiles docentes e investigadores del profesorado asignado al título de manera que se pueda valorar su adecuación a la docencia asignada:

Perfil 1:

- Fellow of the European Academy of Sciences (2018-)
- Premio Nacional de Informática “Aritmel” (bianual), en su edición de 2015, otorgado por la Sociedad Científica Informática de España
- Premio de Investigación de la Universidad Politécnica de Madrid, en su edición de 2016
- Premio Ada Byron a la Mujer Tecnóloga 2015, concedido por la Universidad de Deusto
- Representante en el "Grupo de Sabios sobre Inteligencia Artificial y Big Data" (9 miembros) puesto en marcha por el Gobierno de España en 2018 para asistir al Ejecutivo mediante la creación de un Libro Blanco sobre la materia
- Miembro proponente del Centro Tecnológico Mixto Universidad-Empresa “Artificial Intelligence Innovation Space - AI.nnovation Space” (Accenture - UPM)
- Miembro proponente del Centro Tecnológico Mixto Universidad-Empresa de UPM como son el “Center for Open Middleware” (Grupo Santander - UPM)



- Investigadora Responsable del Grupo de Investigación Ontology Engineering Group (OEG)
- Doctora en Informática (UPM)

Perfil 2:

- Fellow of the European Association for Artificial Intelligence (2012-)
- Fellow of the Academia Europaea (2018-)
- Premios Nacional de Informática "Aritmel" (bianual), en su edición de 2014, otorgado por la Sociedad Científica Informática de España
- Fellow of the European Coordinating Committee for Artificial Intelligence ECCAI (2012 -)
- Premio AEPIA 2018 de la Asociación Española de Inteligencia Artificial
- Miembro proponente del Centro Tecnológico Mixto Universidad-Empresa "Artificial Intelligence Innovation Space - AI.nnovation Space" (Accenture - UPM)
- Miembro proponente del Centro Tecnológico Mixto Universidad-Empresa de UPM como son el "Center for Open Middleware" (Grupo Santander - UPM)
- Investigador Responsable del Grupo de Investigación Computational Intelligence Group (CIG)
- Doctor en Informática (UPV)

Perfil 3:

- Premio de Investigación de la Universidad Politécnica de Madrid, en su edición de 2014
- Miembro proponente del Centro Tecnológico Mixto Universidad-Empresa "Artificial Intelligence Innovation Space - AI.nnovation Space" (Accenture - UPM)
- Miembro proponente del Centro Tecnológico Mixto Universidad-Empresa de UPM como son el "Center for Open Middleware" (Grupo Santander - UPM)
- Investigador Responsable del Grupo de Investigación Computational Intelligence Group (CIG)
- Doctora en Informática (UPM)

Perfil 4:

- Founding member of the International Academy of Health Sciences Informatics, promoted by the International Medical Informatics Association (IMIA)
- Fellow of the American College of Medical Informatics (ACMI)
- Premio Nacional de Informática y Salud otorgado por la Sociedad Española de Informática de la Salud
- Doctor en Informática (UPM)

Perfil 5:



- Premio de la Universidad Politécnica de Madrid a la Proyección Investigadora, en su edición 2017
- Doctor en Informática (UPM)

Perfil 6:

- Premio Juan López de Peñalver 2016, otorgado por la Real Academia de Ingeniería para distinguir la labor de ingenieros que hayan sobresalido por su labor investigadora
- Miembro proponente del Centro Tecnológico Mixto Universidad-Empresa “Artificial Intelligence Innovation Space - AI.nnovation Space” (Accenture - UPM)
- Miembro proponente del Centro Tecnológico Mixto Universidad-Empresa de UPM como son el “Center for Open Middleware” (Grupo Santander - UPM)
- Doctor en Informática (UPM)

Perfil 7:

- Premio académico internacional IBM Faculty Award 2014
- Miembro proponente del Centro Tecnológico Mixto Universidad-Empresa de UPM como son el “Center for Open Middleware” (Grupo Santander - UPM)
- Investigadora Responsable del Grupo de Investigación MIDAS en Data Mining y Analytics
- Doctora en Informática (UPM)

Perfil 8:

- Investigadora Responsable del Grupo de Investigación LSD: sistemas distribuidos, big data.
- Miembro proponente del Centro Tecnológico Mixto Universidad-Empresa “Artificial Intelligence Innovation Space - AI.nnovation Space” (Accenture - UPM)
- Miembro proponente del Centro Tecnológico Mixto Universidad-Empresa de UPM como son el “Center for Open Middleware” (Grupo Santander - UPM)
- Doctora en Informática (UPM)

Perfil 9:

- Investigador Responsable del Grupo de Investigación de Inteligencia Artificial (LIA) de la UPM
- Doctor en Informática (UPM)

Perfil 10:

- Investigador Responsable del Grupo de Investigación de análisis de decisiones y estadística de la UPM
- Coordinador del grupo español de decisión multicriterio
- Doctor en Informática (UPM)



POLITÉCNICA

Perfil 11:

- Director del Centro Tecnológico Mixto Accenture - UPM en Innovación en Inteligencia Artificial “AI.nnovation Space”. Primer Centro tecnológico mixto europeo en el área de innovación en Inteligencia Artificial ubicado en una universidad española (sede en la ETS de Ingenieros Informáticos de UPM)
- Doctor en Informática (USal)



6.3. Otros recursos humanos disponibles.

El Centro cuenta con personal de apoyo suficiente, por lo que no se plantean necesidades adicionales de plantilla. Las tablas 6.9 y 6.10 detallan el personal de administración y servicios disponible, su vinculación a la universidad en términos de categoría profesional y servicio en el que desarrollan su actividad y su experiencia profesional.

LEYENDA	
F11A	ESCALA INFORMÁTICA A
F03A	GESTIÓN
F12A	ESCALA INFORMÁTICA B
F12I	ESCALA INFORMÁTICA B INTERINO
F04A	AYUD. ARCHIVOS Y BIBLIOTECAS
F05A1	ADMINISTRATIVO
F05A3	TÉCNICO AUX. BIBLIOTECAS UPM
F05I2	AUXILIAR ARCHIVOS INTERINO
F06A	AUXILIAR ADMINISTRATIVO
F06I	AUXILIAR ADMINISTRAT. INTERINO
LA	GRUPO A
LB	GRUPO B
LC	GRUPO C
LCI	GRUPO C INTERINO
LD	GRUPO D
LDI	GRUPO D INTERINO

Tabla 6.9. Personal de administración y servicios

PUESTOS DE TRABAJO	CATEGORÍA													TOTAL			
	F11A	F03A	F12A	F12I	F04A	F05A1	F05A3	F05I2	F06A	F06I	LA	LB	LC		LCI	LD	LDI
Departamento O Laboratorio													1				1
Administración													6	1			7
Biblioteca											1		4		1		6
Mantenimiento													8	2			10
Informática												1	4				5
Ártes Gráficas													2	2			4
Servicios Generales													8		4	3	15
Adjunto Informática	1																1
Ayudante De Biblioteca					1												1
Jefe Negociado						9											9
Jefe De Sección			1			1											2
Jefe De Sección Informática	1		2														3
Jefe De Sección Archivos/Bibliotecas					1												1
Puesto Base						9			1	7							17
Auxiliar De Biblioteca							1	1									2
Responsable De Informática	1																1
Secretario Admon. De Dpto.						3											3
Secretario De Dirección						1											1
Técnico Administración			5														5
Técnico Informático	1		1	2													4
Administrador De Centro		1															1
TOTAL PUESTOS	4	7	3	2	2	23	1	1	1	7	1	1	33	5	5	3	99

Tabla 6.10. Puestos de trabajo por categoría

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

El Centro responsable del futuro título, como todos los de la Universidad Politécnica de Madrid, dispone de los mecanismos adecuados para asegurar que la contratación del profesorado y del personal de apoyo se realiza atendiendo a los criterios de igualdad entre hombres y mujeres y de no discriminación de personas con discapacidad. A continuación se refiere la normativa en la que se apoyan dichos mecanismos y que puede consultarse en la web <http://www.upm.es>:

- Criterios para convocar concursos de acceso a los que pueden concurrir profesores de la UPM habilitados para los cuerpos docentes universitarios.
- Reglamento para la contratación de personal docente e investigador en régimen laboral.
- Baremo a emplear en los procesos de selección de los Profesores Contratados.
- Normativa para la provisión de plazas de funcionarios interinos de los cuerpos docentes.
- Normativa para el nombramiento y la contratación de Profesores Eméritos de la UPM.
- Normativa para la contratación de Profesores Visitantes de la UPM.
- Reglamento de Profesor "AD HONOREM" de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Ley 1/1986, de 10 de abril, de la Función Pública de la Comunidad de Madrid, Real Decreto 364/1995, de 10 de Marzo, por el que se aprueba el Reglamento General de Ingreso del Personal al Servicio de la Administración General del Estado y de Provisión de Puestos de Trabajo y Promoción Profesional de los Funcionarios Civiles de la Administración General del Estado.
- Orden 1285/99, de 11 de mayo, por la que se aprueban instrucciones relativas al funcionamiento y actuación de los Tribunales de selección en el ámbito de la Administración de la Comunidad de Madrid.

Esta normativa cumple con lo establecido en la legislación existente al respecto, que incluye:

- Ley 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad de mujeres y hombres.
- Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.
- Real Decreto 2271/2004, de 3 de diciembre, por el que se regula el acceso al empleo público y la provisión de puestos de trabajo de las personas con discapacidad (publicado en el BOE de 17 de diciembre de 2004).
- Convención de Naciones Unidas sobre la eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer.



7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS.

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

No se considera la utilización de laboratorios específicos para las prácticas del título, ya que estas se realizan en laboratorios virtuales, a través del uso en remoto de recursos ofrecidos a través de la nube.

Todo el software empleado para las prácticas consideradas en el título es de libre distribución (Open Source Software), por lo que no conlleva ningún coste y está disponible para los estudiantes. Se utilizan lenguajes de programación: Java, R y Python, con entornos integrados de desarrollo (IDEs) de libre distribución. También es de libre distribución el software de virtualización utilizado y otras herramientas como Flink, Hadoop, HBase, Kafka, TensorFlow, Spark, Lucene, etc.

A nivel de hardware, los alumnos suelen utilizar sus propios portátiles y/o acceden a los portátiles que se ofrecen en préstamo por la Escuela y a las salas de trabajo colaborativo dotadas de PCs disponibles en abierto para prácticas en la Escuela (Sala Canalobre, etc.). Se cuenta además con dos cluster físicos dedicados para la titulación, ubicados en una de las salas técnicas de la Escuela, en los que los estudiantes pueden desplegar máquinas virtuales para prácticas, además del soporte del Centro de Supercomputación y Visualización de Madrid (CeSViMa, <http://www.cesvima.upm.es/>), que pertenece a UPM y que proporciona acceso a servicios sobre el 2º supercomputador más potente de España. Los estudiantes reciben máquinas virtuales para prácticas a solicitud del coordinador del título y/o de la asignatura. Los servicios de Virtualización que proporciona el CeSViMa son posibles gracias a 14 nodos IBM BladeCenter HS22. Cada uno de estos nodos tiene 8 cores Intel Xeon E5540, 96 GB de RAM, 2 puertos 10 Gb Ethernet y 2 discos locales SAS de 73 GB. En total se dispone de 112 cores y 1,34 TB de RAM. El almacenamiento de las imágenes de virtualización se lleva a cabo en una cabina IBM N3150. Esta cabina está equipada con 12 discos de 2 TB accesible a través de 2 controladoras con 2 puertos 10 Gb Ethernet. En total se dispone de 24 TB de capacidad con tolerancia a fallos que se dedica al almacenamiento de plantillas e imágenes. La comunicación entre los nodos de virtualización y la cabina de almacenamiento, se realiza mediante 2 switches IBM Virtual Fabric de 10 Gb.

Se están concretando además acuerdos con los principales proveedores de cloud (Amazon AWS, Google Cloud) para proporcionar a los estudiantes del título acceso a su infraestructura de manera gratuita, con el propósito de realizar sus prácticas.

El centro responsable es la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos (E.T.S.I. Informáticos).

La E.T.S.I. Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid cuenta con tres edificios en una superficie total construida de 23.644,60 m².

Con los recursos materiales disponibles en el Centro (aulas convencionales, aulas polivalentes, aulas informáticas y laboratorios), se puede cubrir la carga docente generada por el plan de



estudios propuesto y el tamaño (número de puestos) de las aulas en que deban realizarse las distintas actividades que requieren la presencia de los alumnos y/o del profesor.

Además, se hace constar que el Centro satisface los criterios de accesibilidad universal y diseño para todos, según lo dispuesto en la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.

A continuación se detallan los recursos materiales y servicios disponibles para la titulación en el Centro.

Recursos Generales

Existen aparcamientos a disposición tanto del personal docente e investigador y de servicios como para los alumnos, distribuidos en el campus en distintas superficies.

El Centro cuenta con distintos elementos que facilitan el acceso a las personas con movilidad reducida.

Para Servicios de Administración como Secretaría de Alumnos y Secretaría de Dirección cuenta con 431, 85 m².

La planta baja del bloque 1 cuenta con 5 Hemiciclos con 426,35 m², uno de ellos es un aula informática. La capacidad total de los 4 hemiciclos es de 228 puestos que se pueden utilizar para impartición de clases, seminarios, charlas, defensas de PFC, TFM, Tesis Doctorales, oposiciones, etc. En esta misma planta se encuentra el Salón de Actos con una medida aproximada de 248,70 m², una capacidad de 261 asientos, y un sistema integrado de audiovisuales.

La Sala de Juntas cuenta con una capacidad de 54 puestos, proyector y 2 pizarras.

Existe un Servicio de Reprografía y encuadernación donde se pueden realizar fotocopias e impresiones en distintos tamaños hasta el A0, compra de apuntes, pequeño material informático y papelería, libros publicados en la propia Escuela y de algunas editoriales externas.

La Escuela cuenta con cableado de fibra óptica para 75 puntos activos que dan cobertura de red wifi a prácticamente la totalidad de la Escuela.

Dispone de un espacio de 914,25 m², donde se ubica el servicio de Cafetería y Restauración.

Recursos Docentes

Las 29 aulas, repartidas en distintos edificios que componen la Escuela, cuentan con una capacidad para 2042 alumnos, están equipadas con 334 enchufes eléctricos, pantalla y proyector para impartir clases. 5 de ellas disponen también de pizarra digital y 2 con 41 portátiles.

Están, además, en servicio 9 aulas informáticas provistas con 203 PC's y 1 sala informática con 20 Thin Client.



Las tablas 7.1 y 7.2 muestran la disponibilidad de aulas para docencia. En la primera, se especifica la previsión de uso de las aulas no informatizadas disponibles para la impartición de la nueva titulación.

De los porcentajes de uso reflejados en la misma se desprende que la disponibilidad de puestos, en todas las modalidades de aulas, es suficiente para cubrir holgadamente las necesidades del nuevo plan que puede ser, por tanto, implantado sin afectar al resto de titulaciones que se imparten en el Centro, ya que el uso que se hace en dichas titulaciones de estos recursos es inferior al porcentaje en que aún se pueden utilizar.

Aulas no informatizadas						
Bloque	Piso	Aula	Nº de puestos	Disponibilidad horas/ semestre	Uso en plan (horas/ semestre)	%uso en este título
6	2	6201	88	950	480	50
6	2	6205	89	950	480	50
6	2	6206	97	950	480	50

Tabla 7.1. Aulas de la E.T.S.I. Informáticos no informatizadas dedicadas a la docencia de la titulación

La tabla 7.2 especifica las aulas docentes informáticas disponibles en el Centro con su capacidad.

AULA	Nº de Equipos	Horas uso/ semana	H.Total/ Semana	Nº Alumnos/ puesto	Nº Alumnos/ semana
Los Verdes	36	60	2160	2	4320
A3103	51	60	3060	2	6120
Monje	28	60	1680	2	3360
Nerja	24	60	1440	2	2880
Artá	24	60	1440	2	2880
Altamira	14	60	840	2	1680
Cogull	24	60	1440	2	2880
H1004	12	60	720	2	1440
Aguila	15	60	900	2	1800
Drach	15	60	900	2	1800
Reguerillo	70	60	4200	2	8400
Canalobre	14	60	840	3	2520

Tabla 7.2 Aulas informáticas de la E.T.S.I. Informáticos

Recursos de Estudio y Trabajo en Grupo

La Biblioteca tiene una superficie de 737,95 m², donde se sitúan 184 puestos de lectura y 397 metros lineales de estantería. Cuenta con un fondo de libre acceso a disposición de cualquier usuario de 30.968 títulos y 605 títulos de revistas. Incluye una sección de obras de referencia (diccionarios, enciclopedias, anuarios, etc.) y de películas. Se ofrece el préstamo de libros de consulta fuera de la biblioteca y el préstamo de 6 portátiles, 2 calculadoras gráficas y 13 e-books.



Estos soportes contienen más de 1000 títulos de la literatura universal si bien los dispositivos lectores permiten leer con tarjeta o USB material del propio usuario. Asimismo dispone de dos puestos para la consulta del catálogo e información bibliográfica.

La Sala de Lectura con 127,15 m² tiene una capacidad de 70 puestos, pizarra, y mesas móviles que permiten su reconfiguración según la necesidad de los usuarios, y 5 conexiones a la red eléctrica además de los enchufes de.

Están a disposición de alumnos, profesores y personal 5 Salas de Trabajo en Grupo con 43 puestos de mesas móviles, pizarras y 37 enchufes eléctricos para portátiles.

Otros Recursos

En la Escuela se ubica el Museo Histórico de la Informática, situado en el bloque 4 y alberga una colección de más de 80 objetos de especial relevancia en la historia de la informática y la comunicaciones, además dispone de un fondo de aproximadamente 500 objetos. Se organizan visitas guiadas en las que se pretende aportar al visitante de la comunidad universitaria, y al público en general, una visión clara y precisa, a la vez que amena, de la evolución de la tecnología. Se presenta de forma didáctica, a través de un ordenador abierto, explicando las partes de las que consta y su modo de funcionamiento, la evolución de diversos aspectos de la Informática.

En el bloque 6 se encuentra ubicado el Observatorio Astronómico Montegancedo, primer observatorio de acceso gratuito del mundo. El software denominado Ciclope Astro proporciona una serie de herramientas para experimentos astronómicos, creación de escenarios y control de telescopios, cámaras y cúpulas de forma remota, y permite a cualquier internauta acceder desde su casa al observatorio para vivir diferentes experiencias astronómicas.

El observatorio robotizado está dotado de un Observatorio de 3,5 metros de diámetro, Telescopio 10" Meade LX200GPS, Cámara CCD SBIG Modelo ST-237A + Rueda de filtros CFW-5C, WebCams ToUcam Pro I y II, de las cuales dos de ellas se han modificado para realizar fotografía de larga exposición, Estación Meteorológica Vantage Pro 2 Plus con Fan-Aspirated Radiation Shield.



Figura 2. Observatorio robotizado de la E.T.S.I. Informáticos de la UPM.



En la Sala Técnica se encuentra el Centro de Procesamiento de Datos (CPD) ubicado en la planta baja del bloque 6, que concentra los recursos necesarios para el procesamiento de la información de distintos laboratorios de investigación de la Escuela.



Figura 3. Sala Técnica del Centro de Procesamiento de Datos de la E.T.S.I. Informáticos de la UPM.

En el Campus encontramos Instalaciones Deportivas abiertas a cualquier persona de la comunidad universitaria Disponen de sala de musculación sin profesor, canchas exteriores de baloncesto, campo de hierba artificial de fútbol 7x7, campo exterior de fútbol sala y canchas de tenis.

En resumen, cabe concluir que se dispone de recursos materiales y servicios adecuados para el desarrollo de los programas formativos ofertados, prestando especial atención al cumplimiento de los criterios de accesibilidad universal y diseño para todos, según lo dispuesto en la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad. En el Sistema de Garantía Interna de Calidad se incluyen dos procedimientos que establecen la manera en la que se gestionan los recursos materiales y servicios. Dichos procedimientos son:

- PR/SO/003 Procedimiento para la Gestión de los Servicios.
- PR/SO/004: Procedimiento para la Gestión de los Recursos Materiales.



8. RESULTADOS PREVISTOS

8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación.

Tasa de Graduación	80%
Tasa de Abandono	20%
Tasa de Eficiencia	80%

Tabla 8.1. Valores cuantitativos estimados para los resultados previstos.

Justificación

Para las estimaciones que han realizado de la tasa de graduación, la tasa de abandono y la tasa de eficiencia, la Universidad Politécnica de Madrid no cuenta con datos históricos de titulaciones similares que permita estimar una tendencia en los diferentes indicadores y tasas asociados al título. Es por ello que se ha tomado como referencia los valores establecidos por la UPM para los Másteres Universitarios de Investigación:

	Tasa de éxito	Tasa de eficiencia	Tasa de abandono
Másteres Universitarios de Investigación	> 70%	> 70%	<30 %

Tabla 8.2. Valores establecidos por la UPM para los Másteres Universitarios de Investigación.

Las anteriores tasas se refieren a estudiantes con una dedicación completa a sus estudios, es decir, que dedican un trabajo real de 60 créditos ECTS anuales.

8.2. Progreso y resultados de aprendizaje

Para garantizar las tasas propuestas, así como para medir cuantitativamente el progreso y resultados del aprendizaje, se utilizará el procedimiento de “Seguimiento de Títulos Oficiales (PR/ES/003)” del SGIC descrito en el apartado 9. Este procedimiento establece las bases necesarias para asegurar un adecuado seguimiento de la implantación de los diferentes títulos oficiales de grado y máster, a fin de facilitar y propiciar la toma de decisiones que mejore, de forma continua, la calidad de los resultados obtenidos (responsabilidad interna) y de disponer de mecanismos y protocolos necesarios para una adecuada rendición de cuentas sobre el desarrollo de los títulos oficiales, garantizando la publicación de la información. En el proceso descrito en el PR/ES/003 se describen como indicadores de seguimiento los siguientes:



- Relación de créditos aprobados/créditos matriculados.
- Relación entre alumnos enviados y recibidos en programas de movilidad y el número de alumnos del Centro.
- Flujo ordenado de alumnos entre los distintos cursos.
- Reparto equilibrado de alumnos entre las asignaturas obligatorias del mismo curso.
- Duración media de la carrera.
- Número de titulados.
- Número de Trabajos de Fin de Máster leídos.
- Nota media promedio de los alumnos.

Además, el Rectorado de la Universidad Politécnica de Madrid realiza periódicamente estudios sobre sus titulaciones entre los que se encuentran:

- Demanda de empleadores.
- Información estadística sobre las titulaciones de grado.
- Informe Demanda.
- Estudio de inserción laboral.
- Informe Punto de Inicio.

La Comisión de Calidad del centro deberá aportar las medidas posibles de actuación para la mejora que deba acometer el centro según el análisis y valoración del progreso y resultados, así como las propuestas de acciones transversales que mejoren dichos resultados, entre ellas:

- Análisis institucional de los factores que influyen en las tasas de graduación, eficiencia y abandono.
- Análisis del plan de ordenación académica del centro y su posible incidencia en las tasas anteriores.
- Proponer posibles mejoras en los procesos de enseñanza-aprendizaje con el fin de mejorar los resultados.
- Revisión y seguimiento de los contenidos de las materias.
- Análisis de los informes de los tutores de titulación.
- Las encuestas de satisfacción de los estudiantes con las asignaturas y los profesores.



9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD DEL TÍTULO.

El Sistema de Garantía Interna de Calidad (SGIC) de este título se corresponde con el SGIC-ETSIINF 2.0, que sigue las directrices del SGIC-UPM 2.0 y está basado en el programa AUDIT de la ANECA. En este apartado se incluye información correspondiente a los responsables del SGIC, así como al conjunto de procedimientos relativos a:

- La evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado.
- Garantizar la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad.
- Analizar la inserción laboral de los graduados y conocer su grado de satisfacción con la formación recibida.
- Analizar el grado de satisfacción de los distintos colectivos implicados en el programa y proceso formativo (estudiantes, personal académico, personal de administración y servicios) y de atención a las sugerencias y reclamaciones, así como los criterios específicos en el caso de extinción del título.

9.1. Responsables del Sistema de Garantía de Calidad del plan de estudios.

El responsable del SGIC de la E.T.S.I. Informáticos es el Director de la Escuela, que delega sus funciones en el/la Subdirector/a responsable en temas de calidad. Para desarrollar su cometido, éste recibe soporte de la Unidad Técnica de Calidad. Por otra parte, para articular la participación de los grupos de interés en la toma de decisiones relacionadas con la calidad, existe una Comisión de Calidad.

La Comisión de Calidad es el órgano que participa en las tareas de seguimiento y control del Sistema de Garantía Interna de Calidad de las titulaciones que imparte el Centro.

Para dar mayor representatividad a los responsables de los diferentes títulos y canalizar la comunicación entre éstos y la Comisión de Calidad se ha definido la Comisión Asesora de Seguimiento de Títulos, que se reúne de forma independiente y envía a través de sus representantes sus opiniones sobre temas relacionados con el seguimiento de títulos a la Comisión de Calidad. Son vocales de dicha Comisión en la Comisión de Calidad los/las Subdirectores/as responsables de títulos de Grado, de títulos de Máster, y de programas de doctorado, y un responsable de titulaciones de postgrado, designado anualmente de entre ellos.

9.2. Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado.

Los procesos que recogen los procedimientos para la recogida y análisis de la información sobre la calidad de la enseñanza y el profesorado, así como los resultados del aprendizaje y el modo en que se utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios son los siguientes:

- PR/ES/001: Elaboración y Revisión del Plan Anual de Calidad.



- PR/ES/002: Gestión de Títulos.
 - SB PR/ES/02-01: Subproceso de Diseño de Títulos oficiales.
 - SB PR/ES/02-02: Subproceso de Verificación de Nuevos Títulos.
 - SB PR/ES/02-03: Subproceso de Modificaciones de Títulos Oficiales.
 - SB PR/ES/02-04: Subproceso de Extinción de Títulos Oficiales.
- PR/ES/003: Seguimiento de Títulos Oficiales.
- PR/CL/001: Coordinación de las Enseñanzas.
- PR/SO/001: Gestión del PDI.
- PR/SO/005 Medición de la Satisfacción e Identificación de Necesidades.
- PR/SO/006 Gestión de Quejas, Sugerencias y Felicitaciones.
- PR/SO/007 Docencia – UPM.
- PR/SO/008 Sistema de Encuestación UPM.

A continuación haremos una breve descripción de cada uno de ellos:

PR/ES/001. Proceso de Elaboración y Revisión del Plan Anual de Calidad.

Este proceso describe el ~~proceso~~ procedimiento mediante el cual el Centro establece y realiza el seguimiento de su Plan Anual de Calidad (PAC). El responsable de que se lleve a cabo este procedimiento es el/la Subdirector/a del Centro responsable en temas de calidad, con la ayuda de la Unidad Técnica de Calidad y la Comisión de Calidad del Centro.

El PAC incorpora los objetivos y las correspondientes actuaciones de mejora, identificadas a partir del análisis de los resultados de los procesos del SGIC. Dicho plan recoge también los responsables de cada actividad y los indicadores, en su caso, asociados a la misma, para su seguimiento y mejora, que se incluyen en el Cuadro de Mando Integral. El Centro incorpora a su Cuadro de Mando Integral, tanto los indicadores que por su estrategia mantiene activos de manera continua, correspondientes a los procesos del SGIC, como aquellos que, puntualmente y fruto del desarrollo de las actividades contenidas en el PAC, sea necesario añadir.

Además, incorpora la información relativa a informes o auditorías externas a las que se haya visto sometido el sistema, algunos de los procesos o sus títulos, de cuyo análisis surgen posibles medidas a introducir en el PAC, fruto de los correspondientes informes. Éstas pueden ser realizadas por organismos nacionales como ACAP (actualmente Madri+d), ANECA o por entes internacionales (ABET, NAAB, EFQM, etc.).

Con toda la información recogida se elabora el PAC correspondiente al ejercicio en cuestión. Dicho plan responde al cumplimiento de los objetivos de calidad expresados en el Manual de Calidad del Centro.

PR/ES/002. Proceso de Gestión de Títulos Oficiales.



El proceso de Gestión de Títulos describe el proceso mediante el cual el Centro aborda el diseño, la modificación, verificación y la extinción de Títulos Oficiales y las relaciones de estas acciones entre sí. Este procedimiento incluye los subprocesos correspondientes a las acciones mencionadas:

- SB PR/ES/02-01: Subproceso de Diseño de Títulos oficiales.
- SB PR/ES/02-02: Subproceso de Verificación de Nuevos Títulos.
- SB PR/ES/02-03: Subproceso de Modificaciones de Títulos Oficiales.
- SB PR/ES/02-04: Subproceso de Extinción de Títulos Oficiales.

Todo ello, cumpliendo las directrices establecidas a nivel nacional e internas de la UPM, de manera que la oferta educativa del Centro colabore al cumplimiento del compromiso institucional de la UPM con la sociedad, ofreciendo garantías de calidad.

SB PR/ES/002-01. Subproceso de Diseño de Nuevos Títulos Oficiales.

El fin de este subproceso es describir el mecanismo mediante el cual, el Centro responsable, aborda el diseño de nuevos títulos oficiales, cumpliendo las directrices establecidas a nivel nacional e internas de la UPM, de manera que el nuevo plan sea un proyecto educativo que constituya un compromiso institucional con la sociedad, ofreciendo garantías de calidad.

La orientación con criterios académicos y profesionales hacia una completa formación del alumno, que teniendo en cuenta una visión global de universidad, hace necesaria la participación de órganos de gobierno y personas de toda la UPM y de colaboradores externos:

- Consejo de Gobierno
- Juntas de Escuela
- Consejos de Departamento
- Consejo Social

El responsable de este Subproceso es el/la director/a del Centro.

SB PR/ES/002-02. Subproceso de Verificación de Nuevos Títulos Oficiales.

Este subproceso describe el mecanismo mediante el cual el Centro obtiene la aprobación y autorización para impartir títulos de grado y máster de carácter oficial y con validez en todo el territorio nacional. El título será aprobado y autorizado para su impartición, previo cumplimiento de los requisitos que recogen la legislación y normativa interna y externa vigentes, previa verificación por parte de ANECA.

El responsable de este subproceso es el/la directora/a del Centro responsable del título.

SB PR/ES/002-03. Subproceso de Modificación de Títulos Oficiales.

Este subproceso describe el mecanismo mediante el cual el Centro responsable gestiona la introducción de las modificaciones que estima oportunas en los planes de estudios conducentes a títulos oficiales de grado y máster que imparte, cumpliendo las directrices establecidas a nivel



nacional e internas de la UPM, de manera que el plan siga siendo un proyecto educativo que constituya un compromiso institucional con la sociedad, ofreciendo las garantías de calidad establecidas.

El responsable es el/la Director/a del Centro y la Subdirección con competencias en temas de Ordenación Académica.

SB PR/ES/002-04. Subproceso de Extinción de Títulos Oficiales.

El fin de este subproceso es describir el mecanismo mediante el cual el Centro aborda la extinción de Planes de Estudios conducentes a la obtención de Títulos Oficiales, cumpliendo las directrices establecidas a nivel nacional e internas de la UPM.

Los responsables son el/la Directora/a y el/la Subdirector/a con competencias en Ordenación Académica.

PR/ES/003. Proceso de Seguimiento de Títulos Oficiales.

Este proceso establece las bases necesarias para asegurar un adecuado seguimiento de la implantación de los diferentes títulos oficiales de grado y máster, a fin de facilitar y propiciar la toma de decisiones que mejore, de forma continua, la calidad de los resultados obtenidos (responsabilidad interna), y de disponer de mecanismos y protocolos necesarios para una adecuada rendición de cuentas sobre el desarrollo de los títulos oficiales, garantizando la publicación de la información, de acuerdo a los diferentes grupos de interés (responsabilidad externa).

La Comisión Académica del Máster Universitario en Ciencia de Datos establecerá reuniones periódicas para llevar a cabo el seguimiento de la titulación, analizando la evaluación de las enseñanzas (tomando como base para ello los informes de asignatura, semestre y titulación) y tomando decisiones para la mejora continua de la titulación.

El responsable del Proceso es el/la directora/a del Centro y el/la Subdirector/a con responsabilidad en temas de Ordenación Académica.

PR/CL/001. Proceso de Coordinación de las Enseñanzas.

El objeto del presente proceso es describir el procedimiento de planificación, coordinación docente y difusión de la información de las titulaciones del Centro, centrándose en la planificación docente y en los sistemas de evaluación.

El responsable de que se cumpla este procedimiento es el/la Subdirector/a con responsabilidad en temas de Ordenación Académica.

PR/SO/001. Proceso de Gestión del PDI.

El objeto del presente proceso es describir cómo el Centro responsable gestiona la captación y selección, la formación, la evaluación, la promoción, el reconocimiento y la movilidad del PDI, en línea con el compromiso adquirido al respecto en su política de calidad, su despliegue en



objetivos, y los mecanismos y fuentes de información que permiten la mejora continua, con la participación de los grupos de interés idóneos en cada caso.

PR/SO/005 Proceso de Medición de la Satisfacción e Identificación de Necesidades

Se describirá en el punto 9.5 de este apartado

PR/SO/006 Proceso de Gestión de Quejas, Sugerencias y Felicitaciones

Se describirá en el punto 9.5 de este apartado

PR/SO/007. Proceso de DOCENTIA

Este proceso describe cómo la UPM evalúa la actividad docente de su profesorado, conforme a las directrices establecidas por las agencias de calidad y acreditación nacionales y europeas, asegurando el cumplimiento de unos estándares de calidad básicos en el desempeño de la actividad docente del profesorado, ya que resulta clave para emitir un juicio razonado sobre su competencia docente.

El proceso se desarrolla entre el Rectorado y los centros de la UPM, cuyo responsable es el Vicerrector de Personal Académico, por lo que se considera Proceso del Rectorado de la UPM.

PR/SO/008 Proceso de Sistema de Encuestas UPM

Se describirá en el punto 9.5 de este apartado

9.3. Procedimientos para garantizar la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad.

Los procedimientos para la recogida y análisis de la información sobre las prácticas externas y el modo en que se utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios son los siguientes:

- PR/CL/003. Prácticas externas.
- PR/CL/004. Movilidad *out*.
- PR/CL/005. Movilidad *in*.

A continuación se hace una breve descripción de estos procesos.

PR/CL/003. Prácticas externas.

El objeto del presente proceso es describir el procedimiento mediante el que se regula la elaboración de la oferta de prácticas externas, curriculares o extracurriculares, vinculadas a los estudios de Grado, Máster y Doctorado del Centro, así como a otras titulaciones de la UPM, y la



gestión de las mismas, de acuerdo a la Normativa de Prácticas Académicas Externas, aprobada por el Consejo de Gobierno en su sesión de 28 de febrero de 2013 (Art. 32. Garantía de Calidad de las Prácticas Académicas Externas).

El/la responsable del proceso es el/la Subdirector/a con competencias en Relaciones Externas y Movilidad.

9.4. Procedimientos de análisis de la inserción laboral de los graduados y de la satisfacción con la formación recibida.

Los procedimientos para la recogida y análisis de la información sobre la inserción laboral de los graduados y el modo en que se utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios son los siguientes:

- PR/CL/006. Orientación e inserción laboral.
- PR/SO/005. Medición de la satisfacción e identificación de las necesidades.
- PR/SO/008. Sistemas de encuestación UPM.

A continuación se hace una breve descripción del PR/CL/006. Los otros dos procesos se tratarán en el punto 9.5. de este apartado.

PR/CL/006. Orientación e Inserción Laboral

El Objeto del presente procedimiento es describir el proceso mediante el cual el Centro apoya a sus egresados en la incorporación al mundo laboral (ya sea empresarial o académico) a través tanto de la orientación como de la facilitación de ofertas de trabajo. El/la responsable del proceso es el/la Subdirector/a con competencias en Relaciones Externas y Movilidad.

9.5. Procedimiento para el análisis de la satisfacción de los distintos colectivos implicados (estudiantes, personal académico y de administración y servicios, etc.), y de atención a las sugerencias o reclamaciones.

Los procedimientos para la recogida y análisis de la información sobre la satisfacción de los diferentes colectivos implicados en el plan de estudios (estudiantes, personal académico y de administración y servicios) y el modo en que se utilizará esa información en la revisión y mejora del desarrollo del plan de estudios son los siguientes:

- PR/SO/005. Medición de la satisfacción e identificación de las necesidades.
- PR/SO/006. Gestión de Quejas, Sugerencias y Felicitaciones.
- PR/SO/008. Sistemas de encuestación UPM.

A continuación se hace una breve descripción de estos procesos.

PR/SO/005. Medición de la satisfacción e identificación de necesidades.



El objeto del presente proceso es describir el procedimiento de medición y análisis del nivel de satisfacción de los diferentes grupos de interés o identificación de necesidades, respecto a una variable propuesta por una unidad del Centro, así como de otras variables surgidas a partir del Plan Anual de Calidad, para contribuir a la mejora continua de los servicios y el sistema de gestión del Centro. El/la responsable es el/la Subdirector/a responsable del SGIC del Centro.

Este proceso engloba todas las posibles herramientas susceptibles de ser usadas para medir la satisfacción o identificación de necesidades de los grupos de interés.

PR/SO/006. Gestión de quejas, sugerencias y felicitaciones.

El objeto de este procedimiento es describir el proceso de gestión de todas las quejas, sugerencias y felicitaciones que se presenten en el Centro, asegurando que cada una de ellas es tratada por la unidad organizativa adecuada y que el interesado puede conocer el estado de gestión y la resolución de las mismas.

El/la responsable es el/la Subdirector/a responsable del SGIC del Centro.

PR/SO/008. Sistema de encuestación.

El objeto del presente proceso es describir el sistema de realización de estudios y análisis, que la UPM realiza sobre diferentes aspectos clave de la Universidad, bajo los criterios de transparencia, eficacia y eficiencia, con el objetivo último de:

- Rendir cuentas a la sociedad, proporcionando información sobre el grado de cumplimiento de los fines que le han sido encomendados, la calidad de los servicios que ofrece y su mejora continua y
- Proporcionar información necesaria para la toma de decisiones a todos los agentes intervinientes en la gestión y el despliegue de los procesos de la actividad universitaria.

El responsable del proceso es el Director del Gabinete del Rector.

9.6. Criterios específicos en el caso de extinción del título.

Según el Subproceso de Extinción de Títulos Oficiales (SB PR/ES/002-04), existen cuatro posibles vías de extinción, que parten de las decisiones de:

1. Consejo de Gobierno de la UPM (CG-UPM).

El CG-UPM define los criterios que muestran la necesidad de la extinción de un Título. El CG-UPM aprueba la supresión del título y lo eleva al Claustro para su conocimiento. El Vicerrectorado responsable de la estrategia y planificación Académica lo comunica a la Comunidad de Madrid, al Vicerrectorado responsable de Calidad y al Centro, que inicia la extinción del Título, aplicando la normativa referente a la extinción y siendo punto de entrada al Proceso de Coordinación de las Enseñanzas (PR/CL/001).

2. Junta de Escuela (JE).



A partir del informe Académico de la Titulación o del PAC, se identifica la necesidad de modificar un Plan de Estudios o diseñar uno nuevo. Si la implantación del nuevo Título, fruto de la modificación o del nuevo diseño, implica la extinción de un Título, éste será extinguido. La JE informa al Vicerrectorado responsable de la estrategia y planificación Académica de la supresión de enseñanzas oficiales que afectan al Centro. Éste lo eleva al CG—UPM, siguiendo desde este punto el mismo procedimiento que el definido en la vía 1.

3. ANECA.

- a) Necesidad de extinción por dictamen de que las modificaciones propuestas para el Título inscrito suponen cambios en la naturaleza y objetivos del mismo.
- b) Necesidad de extinción porque un título no supera el proceso de acreditación previsto en el RD 1293/2007.

Tanto en a) como en b) ANECA informa al Consejo de Universidades, que comunica la decisión a la UPM, que lo traslada a la JE. La JE informa al Vicerrectorado responsable de la estrategia y planificación Académica de la supresión de enseñanzas oficiales que afectan al Centro y, a partir de este punto sigue el mismo proceso que el descrito en la vía 1.

Cada uno de los estamentos anteriores establecerá en cada caso los criterios concretos que sean de aplicación.

9.7. Mecanismos para asegurar la transparencia y la rendición de cuentas.

El mecanismo para asegurar la transparencia y la rendición de cuentas se materializará, fundamentalmente, siguiendo lo establecido en el Procedimiento PR/ES/004 Publicación de la información que se describe de forma breve a continuación:

PR/ES/004. Publicación de la información.

El objeto de este procedimiento es describir el proceso mediante el cual el Centro hace pública toda la información que se genera para el conocimiento de la comunidad universitaria y rendición de cuentas a los distintos grupos de interés, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- La información que debe aparecer necesariamente, de acuerdo con los programas de certificación de sistemas de calidad y seguimiento de titulaciones en vigor.
- La necesidad de publicar nueva información por parte de los responsables de titulaciones o servicios.

El/la encargado del proceso es el/la Subdirector/a responsable de los temas relacionados con la publicación de la información.



10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN.

10.1. Cronograma de implantación del Título.

Se pretende, implantar el nuevo Título de Máster Universitario en Ciencia de Datos por la Universidad Politécnica de Madrid de forma escalonada y año por año, comenzando en el Curso académico 1 hasta lograr su plena implantación en el Curso académico 2. Por tanto, el calendario de implantación es el siguiente:

- Curso Curso académico 1: Implantación de docencia del nuevo título. Se inicia el proceso de admisiones en la titulación para el curso 2019-2020.
- Curso Curso académico 2: Primer Curso de docencia del nuevo título.
- Curso Curso académico 3 y posteriores: Docencia del nuevo título.

10.2. Procedimiento de adaptación, en su caso, al nuevo plan de estudios por parte de los estudiantes procedentes de la anterior ordenación universitaria.

La titulación propuesta no supone la adaptación de ninguna otra titulación preexistente en la Universidad Politécnica de Madrid.

10.3. Enseñanzas que se extinguen por la implantación del título propuesto.

La titulación propuesta no supone la extinción de ninguna otra titulación preexistente en la Universidad Politécnica de Madrid.