

## 2. JUSTIFICACIÓN ADECUACIÓN DE LA PROPUESTA Y PROCEDIMIENTOS

### 1. Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo

La Ingeniería de Redes y servicios Telemáticos se ha convertido en los últimos años en un área de desarrollo clave para la sociedad, al proporcionar nuevas y mejores formas de relación entre los distintos agentes sociales. La gran demanda que existe en la sociedad de nuevos servicios telemáticos y de la mejora continua de las redes y servicios existentes (mayor capacidad, más velocidad, mejor calidad de servicio, etc.) obliga a una formación continua y de calidad en éste área.

En la actualidad un gran número de profesionales están trabajando en la búsqueda de soluciones los problemas y limitaciones que plantean las redes y servicios actuales, y en la definición nuevos servicios que atraigan a un número creciente de usuarios.

#### *Experiencias anteriores y reconocimiento de calidad*

El Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos de la Universidad Politécnica de Madrid tiene una amplia experiencia en la formación de profesionales e investigadores en el área de la Ingeniería de Redes y Servicios Telemáticos a través de las titulaciones de Grado de la ETSI de Telecomunicación y de su Programa de Doctorado en Ingeniería de Sistemas Telemáticos que, con esa denominación, viene impartándose desde el curso 1989-1990, proporcionando a la sociedad profesionales e investigadores bien preparados en las tecnologías de la información y las comunicaciones, especialmente en las directamente relacionadas con las redes y servicios telemáticos, pero también competentes en el uso de técnicas propias de la ingeniería, como la gestión tecnológica, el trabajo en equipo, las implicaciones económicas, normativas y políticas (de empresa) que puedan tener los resultados de su trabajo, o la planificación realista de sus proyectos de desarrollo, todo lo cual les permite abordar el análisis de la situación actual y la innovación en sistemas muy complejos, con una visión sistémica que englobe todos los aspectos.

El departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos de la Universidad Politécnica de Madrid participa en las titulaciones de Ingeniero de Telecomunicación y en el Grado de Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Desde hace más de treinta años, imparte las asignaturas relacionadas con las redes y los servicios telemáticos. Los profesionales egresados gozan de gran prestigio y alta demanda en el mundo empresarial y son reconocidos internacionalmente, con alta dedicación a labores técnicas ajustadas a su formación.

El Programa de Doctorado en Ingeniería de Sistemas Telemáticos, que, con esa denominación, viene impartándose desde el curso 1989-1990, ha recibido la **Mención de Calidad (MCD 2007-00131)** concedida por el Ministerio de Educación y Ciencia (actualmente Ministerio de Ciencia e Innovación) al actual programa de doctorado y el gran reconocimiento que goza entre los centros tecnológicos y de I+D de las empresas del sector de las telecomunicaciones tanto en la formación de su personal, como en la transferencia tecnológica de los resultados de investigación.

El Máster Universitario en Ingeniería de Redes y Servicios Telemáticos recibe cada año numerosas peticiones de admisión por parte de alumnos de procedencia muy diversa. Una demanda relevante se produce por parte de **egresados** de Universidades de países Iberoamericanos que utilizan este programa para la formación de **postgrado**, lo cual supone un reconocimiento del prestigio del Máster en su conjunto.

Desde el punto de vista de la docencia académica de postgrado, se ha tenido en cuenta también la dilatada experiencia de docencia de postgrado desarrollada por algunos de los profesores de este máster, a lo largo de 20 años, en el Máster en Sistemas y Redes de Comunicaciones, título propio de la UPM, organizado por los Departamentos de Ingeniería de Sistemas Telemáticos (responsable de esta propuesta) y de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones.

## 2. Objetivos

El objetivo general del máster universitario en Ingeniería de Redes y Sistemas Telemáticos, es proporcionar a sus alumnos y alumnas una formación avanzada en redes de comunicación e ingeniería de servicios telemáticos, incluyendo aspectos tanto técnicos como de gestión, económicos, normativos, de innovación tecnológica, y, sobre todo, aspectos de innovación que les capacite para el análisis de las aportaciones, problemas y limitaciones de los sistemas actualmente en uso y les prepare para la generación de nuevos conocimientos; para el desarrollo de nuevas aplicaciones de los conocimientos ya disponibles que faciliten la mejora e innovación de las redes y servicios telemáticos; y para la transmisión de esos conocimientos tanto a personas del sector empresarial como a alumnos de grado y postgrado en materias relacionadas con la ingeniería de redes y servicios telemáticos.

El objetivo último será dar a sus estudiantes una formación avanzada, especializada y multidisciplinar, orientada a promover su adecuación a los requisitos actuales profesionales y a la realización de tareas de innovación que les permita contribuir, en los ámbitos donde vayan a realizar su tarea, al progreso científico, técnico, social y económico del área de la Ingeniería de Redes y Servicios Telemáticos.

El título obtenido con este máster permitirá el acceso a la realización de la tesis dentro del Programa de Doctorado de Ingeniería de Sistemas Telemáticos, con Mención de Calidad (MCD 2007-00131).

### ***Relación con la situación actual del sector***

La necesidad de profesionales en el área de las Tecnologías de la Información y de las comunicaciones es un hecho enunciado por diversos estudios nacionales e internacionales. Son necesarios profesionales con conocimientos avanzados y que sean capaces de aplicarlos en la resolución de problemas actuales con un carácter innovador y emprendedor.

En los últimos años, el departamento ha detectado que el trabajo de los profesionales en esta área presenta algunos problemas y riesgos, que no se dan en otros campos del conocimiento, especialmente relacionados con la calidad de su formación.

Un problema del I+D+i en ingeniería de redes y servicios telemáticos, que suele darse también en otras áreas tecnológicas relacionadas con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, es que el número de profesionales que trabajan en organismos públicos, con una formación de calidad, es inferior al de los que trabajan en centros de I+D+i privados, generalmente ligados a las grandes empresas del sector, muchos de ellos sin título ni formación de postgrado y sin una base sólida de conocimientos fundamentales sobre la ingeniería en general y sobre las redes y servicios telemáticos en particular. A eso hay que añadir que éste área de conocimiento ejerce actualmente una gran atracción a profesionales procedentes de otros sectores, en muchos casos con una formación más científica o menos especializada.

Otro problema añadido por la gran pujanza del sector, es la necesidad de obtener los resultados de innovación en un plazo relativamente corto para no correr el riesgo de llegar tarde, bien porque otros profesionales (de los muchos que están trabajando simultáneamente en temas similares) se han anticipado, o bien porque la tecnología ha avanzado lo suficiente para que los resultados sean ya obsoletos, bien porque la demanda de los usuarios ha cambiado tanto que invalida la utilidad de los resultados de la innovación.

Un reto que también conviene reseñar es la necesidad que se plantea a los profesionales de tener que tratar con sistemas de una gran complejidad debida a la gran heterogeneidad de dispositivos y técnicas empleados, al enorme dinamismo del sector, a la gran variedad de usuarios a los que va dirigido, o a la gran diversidad de soluciones posibles.

### ***Carácter profesional del máster***

El análisis de los problemas detectados en la realización de actividades de desarrollo e innovación en el área de la ingeniería telemática, el estudio de los principales retos planteados en este sector, y la constatación de nuestra experiencia en la calidad de formación de profesionales, nos ha motivado a dar a los estudios de máster que aquí se proponen un carácter profesional orientado a la innovación en el sector.

El carácter profesional de este máster no quedará reducido a los cursos que lo forman sino que también se aplicará al trabajo de fin de máster, cuyas propuestas deberán definirse cada año de modo que integren, complementen y permitan a los alumnos ejercitar la formación cubierta con los cursos seleccionados en proyectos innovadores y de carácter industrial. En concreto, Se fomentará la realización de este trabajo en colaboración con la industria, para que el problema a resolver sea realista y acorde a las inquietudes del sector.

### ***Sobre las competencias***

Las competencias generales del perfil de egreso del máster se derivan de los objetivos definidos para el mismo: que los alumnos estén capacitados para contribuir al progreso científico-técnico de la ingeniería de las redes y los servicios telemáticos, a la continua innovación de las redes y de los servicios ofrecidos y a la mejora de su gestión, que permita aumentar sus prestaciones, reduciendo costes, y produciendo mayores beneficios económicos y sociales.

De forma más concreta, con este máster universitario, teniendo en cuenta las orientaciones de la ANECA y de acuerdo con los descriptores que figuran en el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES), se pretende garantizar que, como perfil de egreso, los alumnos adquieran las siguientes competencias generales listadas en la sección 3.

En la misma, se definen las competencias específicas que deben adquirir todos los alumnos egresados de este máster. Las competencias CEC1 a CEC7 corresponden al módulo de Formación Tecnológica en Ingeniería de Redes y Servicios Telemáticos de formación en tecnologías avanzadas fundamentales para las redes y servicios actuales; y la competencia CEC8 a la realización del trabajo de fin de máster.

En la definición de estas competencias se han tenido en cuenta las competencias generales que, como mínimas se establecen en el documento "Nuevas Titulaciones de Grado y Máster aprobadas, y su adscripción a los Centros de la Universidad, al amparo del RD 1393/2007" de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, y el documento de "Requisitos y Recomendaciones para la Implantación de Planes de Estudio en la Universidad Politécnica de Madrid" y que son:

- Uso de la lengua inglesa.
- Liderazgo de equipos.
- Creatividad.
- Organización y planificación.
- Gestión de la información.
- Gestión económica y administrativa
- Trabajo en contextos internacionales

Las competencias generales definidas para el título de Máster Universitario en Ingeniería de Redes y Servicios Telemáticos cubren estas competencias mínimas exigidas por la UPM. Así, la competencia general CG5 incluye las competencias del *uso de la lengua inglesa* y el *trabajo en contextos internacionales*, la competencia general CG3, las de *liderazgo de equipo*, *organización y planificación*, *gestión de la información*, y *gestión económica y administrativa*. Por último, las competencias generales CG1, CG2 y CG4, cubren la de *creatividad*. Al desarrollar estas competencias generales en las competencias específicas también se han tenido en cuenta las competencias del MAPA de titulaciones de la UPM, de modo que todas ellas quedaran incluidas.

En la descripción de las competencias generales y específicas se ha tenido en cuenta que sean conformes al respeto de los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres, con los principios de igualdad de oportunidades y de accesibilidad universal de las personas con discapacidad y con los valores propios de una cultura de la paz y de los valores democráticos.

### 3. Referentes externos a la universidad

#### *Otros programas de máster, nacionales y europeos*

Para definir este título se han analizado otros programas nacionales, europeos y norteamericanos, de calidad reconocida, cuya temática guarda relación con la de esta propuesta.

Entre los nacionales, se ha tenido en cuenta especialmente el **Máster Interuniversitario en Ingeniería Telemática** que forma parte de la Universidad Carlos III de Madrid. Con este máster se coincide en el objetivo general de formar a los alumnos en tecnologías avanzadas, teniendo en cuenta las últimas tendencias en redes y servicios telemáticos. Sin embargo, las continuas novedades tecnológicas del sector son muchas y muy variadas y ambos programas no coinciden en la selección de los objetivos específicos de formación tecnológica, salvo en sus aspectos más básicos. De modo que se puede considerar que ambos másteres más que competitivos pueden ser complementarios.

En la adaptación de este Máster, se han tenido en cuenta los Máster habilitantes verificados de otras universidades españolas. En especial, el Máster Universitario de Ingeniería de Telecomunicación ha sido un referente de especial relevancia.

Para la selección de objetivos específicos en la formación tecnológica se ha analizado también el **Máster Universitarios en Tecnologías, Sistemas y Redes de Comunicaciones**, de la Universidad Politécnica de Valencia, un máster académico que coincide con el nuestro en el objetivo de profundizar en las tecnologías más actuales de redes y servicios, pero que se enfoca hacia aspectos muy concretos del análisis y diseño de las redes, con una visión más académica y menos multidisciplinar que la que la de esta propuesta.

Debe resaltarse que el departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos, responsable del máster definido en esta memoria, mantiene una estrecha relación con los responsables y los profesores de los másteres citados en los párrafos anteriores. Existe una amplia y dilatada experiencia de colaboración entre los profesores de los departamentos implicados, materializada principalmente en proyectos conjuntos, con su consiguiente repercusión en la formación docente de sus egresados.

Respecto al objetivo específico de profundizar en la formación de tecnologías relacionadas con la Web, especial interés ha tenido en la definición de este máster el análisis realizados por la [WSRI](#) (*Web Science Research Initiative*), una asociación constituida por el CSAIL del MIT y la ECS de la Universidad de Southampton, sobre los currículos de carreras de grado y postgrado relacionados con las ciencias de la Web. **Miembros del departamento** de Ingeniería de Sistemas Telemáticos han colaborado con la WSRI participando en algunas de sus reuniones de trabajo.

#### *Libros blancos consultados*

En la fase de definición de este máster se han consultado especialmente tres libros blancos, el libro blanco de la Universidad Digital 2010, recientemente presentado, elaborado por ocho universidades españolas, (Alcalá, Carlos III de Madrid, Castilla – La Mancha, Rey Juan Carlos, Rioja, Salamanca, Sevilla y Valladolid) y cuatro empresas (Banco Santander, Oficina de Cooperación Universitaria, Telefónica y Universia) ; el libro blanco de la ANECA sobre el título de grado en Ingeniería de Telecomunicación y otro libro blanco de la ANECA más específico desarrollado para una futura titulación de grado de Ingeniería Telemática.

Del libro blanco de la ANECA “Título de grado en Ingeniería de Telecomunicación”, de marzo de 2005, se ha tenido en cuenta especialmente el amplio estudio de la especialidad de Ingeniería Telemática y, en menor medida el de las otras especialidades, para determinar el perfil de egresado del máster y determinar qué aspectos pueden ser de interés para profundizar los conocimientos de los alumnos, teniendo en cuenta las demandas del mercado.

El otro libro blanco de la ANECA titulado “Para una futura Titulación de Grado de Ingeniería Telemática”, de marzo de 2004 ha resultado tener un interés mayor para la elaboración de esta propuesta porque, a pesar de ser menos intenso, incluye un extensivo análisis de titulaciones europeas directamente relacionadas con la ingeniería de redes y servicios telemáticos, objetivo principal de esta propuesta. Estas titulaciones corresponden a las 6 universidades europeas que incluyen títulos de grado y postgrado directamente enfocados a la misma temática de la

ingeniería de redes y servicios telemáticos, que son Twente (Holanda), Tampere (Finlandia), Aveiro (Portugal), EPFL de Lausane (Suiza) y Coimbra (Portugal), que muestran la importancia creciente que se está dando en las universidades europeas a los estudios de grado y postgrado en redes y servicios telemáticos. Otras muchas universidades europeas y norteamericanas incluyen en sus programas de máster la formación en redes y servicios telemáticos pero embebidas con otras materias, en algunos casos más informáticas, en otros más de electrónica.

También se ha consultado el Libro Blanco de la Universidad digital 2010 (presentado en octubre de este año) que señala la importancia clave de las tecnologías de redes y servicios en las universidades del futuro y, en consecuencia, la necesidad de formar a futuros profesores en estas tecnologías.

### ***Informes sobre la profesión***

Para estudiar la demanda de las empresas del sector, se ha analizado el **informe PESIT VI**, último de los informes PESIT que corresponde al estudio socioprofesional que sobre los Ingenieros de Telecomunicación realiza cada cuatro años el COIT/AEIT (Colegio Oficial y Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación). El estudio realizado no analiza explícitamente la repercusión de los estudios de postgrado en la inserción laboral de los ingenieros de telecomunicación pero de él se pueden extraer algunas conclusiones interesantes en relación con los contenidos de formación tecnológica más relacionados con la actividad principal de las empresas en las que se colocan los ingenieros de telecomunicación. El informe destaca que la actividad de mayor porcentaje es la de operadora de redes y servicios básicos (26,6%), directamente relacionada con los contenidos tecnológicos en los que se propone profundizar con este máster. También es relativamente alto el porcentaje de ingenieros que trabajan en instituciones dedicadas a la docencia e innovación (11,7%). Esta última justificación se refuerza con el resultado mostrado en el informe PESIT VI de que un número relativamente alto de ingenieros realiza actividades de innovación en las empresas, independientemente de cuál sea la actividad principal de las mismas.

Durante la definición de este máster se ha consultado también el informe "Análisis de la cooperación de la Universidad Politécnica de Madrid con el sector empresarial", que ha sido realizado a iniciativa del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial CDTI, de la Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica y del Consejo Social de la UPM, coordinados por Gonzalo León, vicerrector de investigación de la UPM.

### ***Cátedras de empresa***

En la Escuela Técnica Superior de Telecomunicación existen 15 cátedras de empresa que realizan una importante labor de promoción de iniciativas conjuntas entre las empresas participantes y la universidad. Cuatro de esas cátedras están dirigidas por profesores del departamento que participan en la impartición de este máster.

Una es la Cátedra Telefónica para Internet de Nueva Generación dirigida por el catedrático D. Juan Quemada Vives, profesor de este máster y creada por iniciativa de la Universidad Politécnica de Madrid y Telefónica S.A., que forma parte del Convenio firmado entre ambas instituciones para la realización de Iniciativas Conjuntas para el Desarrollo de la Sociedad de la Información. Entre los objetivos de esta cátedra están el crear un marco de colaboración entre la UPM y Telefónica en la docencia e investigación de Internet de Nueva Generación; incrementar el nivel de formación de los alumnos de la UPM en materia de tecnologías, servicios y aplicaciones de Internet de Nueva Generación; promover el desarrollo de nuevas aplicaciones y servicios; generar proyectos que mejoren el uso de las redes existentes, en beneficio de un mejor aprovechamiento de las mismas en nuestro país; y acercar la realidad de Telefónica, como líder en redes e infraestructuras para la Sociedad de la Información, a los alumnos de la UPM.

La experiencia de las múltiples actividades desarrolladas por la cátedra, desde que fue creada en el año 2001, especialmente las Jornadas y Seminarios organizados y el proyecto CyberAula, un aula virtual para intercambio de cursos tele-presenciales entre centros de la UPM y el Centro de Investigación de Telefónica (TID), ha tenido una importante influencia en la determinación de los contenidos de las materias incluidas en este máster.

Otra cátedra que está dirigida por un profesor del departamento y de este máster, D. Francisco González Vidal, es la Cátedra Alcatel Lucent, de reciente creación. Su objetivo es proporcionar a los alumnos de la ETSIT-UPM la oportunidad de conocer las actividades de una de las empresas

del sector con mayor trayectoria en la historia de las telecomunicaciones de este país y puntera en desarrollo de las tecnologías más avanzadas. La compañía Alcatel Lucent tiene el equipo global de servicios con más experiencia de la industria, y una de las mayores organizaciones dedicadas a la investigación, la tecnología y la innovación en la industria de las telecomunicaciones.

La cátedra Ingenium, cuyo director es Enrique Vázquez Gallo, está orientada al desarrollo de proyectos de nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. Entre las actividades que se realizan, se encuentran proyectos de I+D, cursos de formación, realización de trabajos fin de grado y de máster, prácticas en empresas y acciones de difusión de resultados.

Finalmente, la cátedra Orange está codirigida por Joaquín Salvachúa Rodríguez. Su actividad de diseminación y formación se divide básicamente en tres ejes: el Curso de Ciencia de las Redes, que es la base de la actividad de la Cátedra; los cursos de verano de la Universidad Politécnica de Madrid, que han girado alrededor del fenómeno del Big Data en los últimos años; y la organización de seminarios sobre temas de interés social en los que la aplicación de la Ciencia de las Redes resulta de especial relevancia.

Contar con esta forma de colaboración ya establecida entre la universidad y las dos empresas más importantes del sector, redundará en una formación actualizada y puntera en temas tecnológicos y en la posibilidad de definir propuestas de trabajos fin de máster estrechamente ligados a las últimas innovaciones desarrolladas en las empresas.

### **Acuerdos de colaboración**

No se han establecido acuerdos de colaboración con otros centros o instituciones que definan formas concretas de colaboración en la impartición de este máster.

Sin embargo, el departamento y los grupos de que forman parte del mismo, tienen establecidas relaciones de colaboración con otros muchos grupos universitarios nacionales y europeos, que abarcan ámbitos más amplios que el del máster. Es seguro que, como ha venido ocurriendo durante muchos años, estas relaciones se plasmarán en acuerdos de colaboración concreta para el máster, especialmente en la realización de Jornadas de Formación conjuntas, movilidad de profesores y movilidad de alumnos.

Además de las cátedras citadas, el departamento mantiene también relaciones de colaboración con empresas del sector que, aunque también tienen un ámbito más amplio que el del máster, no dudamos que se concretarán en acciones que benefician la formación profesional de los alumnos del máster. La forma de poner en práctica esta colaboración será la participación de profesionales en seminarios impartidos en el marco de las asignaturas del máster y la posibilidad de que los alumnos puedan participar en seminarios organizados por las empresas o incluso que los alumnos del máster puedan participar en grupos de desarrollo e innovación de las empresas mientras realizan su trabajo de fin de máster.

## **4. Descripción de los procedimientos de consulta internos utilizados para la elaboración del plan de estudios**

Para la preparación de esta propuesta, se ha analizado bastante información recogida de muy diversas fuentes procedentes de colectivos internos y externos.

Empezando por los colectivos internos consultados, el más numeroso ha sido el colectivo completo de profesores del departamento, que ha sido contactado antes, durante y después de la elaboración de esta propuesta, a través del correo electrónico, recogiendo sus propuestas, comentarios, sugerencias, etc. por este mismo medio.

Con el mismo objetivo de recabar información de colectivos internos, se han organizado reuniones de trabajo más específicas para la definición de los contenidos de los diferentes cursos que forman parte de este máster y su distribución por materias. Para cada materia, se ha seleccionado a un conjunto de profesores expertos en esa área, que se han reunido varias veces hasta elaborar sus correspondientes propuestas acordadas.

Algunos de los profesores del departamento tienen dedicación parcial, desarrollando la mayor parte de su actividad en empresas punteras del sector. Su opinión sobre el enfoque del máster es relevante, para asegurar que es adecuada a las inquietudes, retos y perspectivas de este



sector empresarial. Se han celebrado una serie de reuniones de trabajo en las que se han analizados los contenidos del máster con esta perspectiva.

Por último, también como fuentes internas para la elaboración de la propuesta se han analizado las encuestas realizadas en cursos anteriores a los profesores y alumnos del máster.

## 5. Descripción de los procedimientos de consulta externos utilizados para la elaboración del plan de estudios

En relación a los colectivos externos, las fuentes de información utilizadas han sido fundamentalmente la Web y un amplio conjunto de documentos consultados pero no se han realizado consultas expresas para este fin. De la web se ha recogido información de másteres que sobre materias afines ofrecen diversas universidades nacionales y europeas. Entre los documentos consultados se incluyen los libros blancos sobre los títulos de grado de Ingeniería Telemática e Ingeniería de Telecomunicación, los estudios de inserción que realiza periódicamente la UPM y los informes socioprofesionales sobre los Ingenieros de telecomunicación realizados por el COIT/AEIT.

<b>MÁSTER EN INGENIERÍA DE REDES Y SERVICIOS TELEMÁTICOS POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID</b>				
<b>COLECTIVOS INTERNOS CONSULTADOS</b>				
	Consultado	¿se aporta "resultado"?	Tipo de documento	Carácter de la participación
Junta de Escuela	Si	si	Certificado	puntual
Consejo de Departamento	Si	si	Certificado	puntual
Comisión de Doctorado (todos los doctores del departamento)	si	si	Mensajes de correo electrónico	puntual
Profesores coordinadores de las asignaturas	si	si	Fichas de asignaturas	sistemática
Profesores de cursos de máster	si	si	encuesta	puntual
Alumnos de máster y grado	si	si	encuesta	puntual

**Tabla 1. Procedimientos de consulta utilizados**