**2. JUSTIFICACIÓN**

**Subapartados**

2.1. Justificación del título propuesto, argumentado el interés académico, científico o profesional del mismo

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

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

**2.1. Justificación del título propuesto, argumentado el interés académico, científico o profesional del mismo.**

Hoy en día, existen diversas definiciones que intentan describir y detallar el concepto de geomática. De entre todas ellas, la definición dada por el Oxford English Dictionary destaca por su elegancia y sencillez, definiendo la geomática como las matemáticas de la Tierra. Más allá de la estética de esta definición, éste mismo diccionario define la geomática como la ciencia encargada de la adquisición, el análisis y la interpretación de datos, especialmente datos instrumentales, relacionados con la superficie de la tierra. Como se desprende de esta definición, dicha información permite un estudio detallado de la superficie de la Tierra, pero igualmente puede ser empleada, de forma complementaria, para permitir una navegación segura y eficiente entre dos puntos cualesquiera de la superficie terrestre.

El estudio detallado de la superficie de la Tierra y su aplicación a la navegación han sido siempre uno de los anhelos del hombre, observándose ya en las primeras civilizaciones que han poblado la Tierra. Desde épocas tempranas se comprendió la enorme importancia social de estas disciplinas, donde quizás el ejemplo más claro pueda ser el desarrollo del comercio en el Mediterráneo Occidental. El desarrollo de lageomática y la navegación se fueron enriqueciendo con el paso de los siglos, permitiendo una información más detallada, especialmente a partir de la introducción de diversos instrumentos de medida, como el anteojo de Galileo o el cronómetro, y el análisis sistemático de la información gracias a la introducción de una disciplina matemática. En el caso de España, los intentos de creación del cuerpo de Cosmógrafos por Carlos IV y de Ingenieros Geógrafos en 1835, la creación del Instituto Geográfico y Estadístico, así como la más recientemente definición de los estudios de Ingeniería Técnica en Topografía y el segundo ciclo de Ingeniero en Geodesia y Cartografía, muestran el interés nacional de la geomática y la navegación.

Desde los inicios de la geodesia y cartografía, hasta la situación actual de la geomática y la navegación, la evolución tecnológica ha sido constante, hasta el punto, que actualmente se trata de disciplinas técnicas altamente especializadas y marcadamente multidisciplinares. La geomática y la navegación pueden considerarse como disciplinas modernas que integran la adquisición, el modelado, el análisis y la gestión de información referenciada espacialmente. La adquisición de dicha información implica el desarrollo, comprensión y gestión de sensores de diferente naturaleza: terrestre, marino, aerotransportado y espacial. Un modelado y un análisis correcto y detallado de los datos, comprenden una comprensión detallada de todos aquellos fenómenos físicos que hacen posible la adquisición de la información espacial. Finalmente, la gestión hace necesaria una visión de conjunto. El objetivo del máster que se propone, es proveer a los estudiantes del estado del arte en la disciplina de la geomática y la navegación, ofreciéndole un nivel de conocimiento detallado y unas habilidades que le permitan atacar sin dificultad la teoría, los métodos y la praxis, combinados con una importante capacidad de modelado y gestión de la información espacial y de los datos e imágenes de la Tierra.

La importancia de la información espacial tiene, cada vez más, un papel fundamental en el desarrollo de nuestra sociedad. Este tipo de información, combinada con el avance de las tecnologías de la información (TIC) y la telecomunicación, representa un motor económico y tecnológico de primer orden y en continua expansión. Un ejemplo claro de esta importancia puede observarse en la aplicación de este tipo de información en el sector aeronáutico a la navegación aérea mediante los sistemas de posicionamiento global. También cabe destacar, por ejemplo, la implicación de España en diversas misiones espaciales para la observación de la Tierra de la Agencia Espacial Europea (ESA), como por ejemplo la misión SoilMoisture and OceanSalinitySMOS, o la futura misión Española PAZ, que hará posible el lanzamiento y operación de un radar de apertura sintética para la observación de la Tierra.

Desde un punto de vista académico, el máster que se propone, caracterizado por su naturaleza eminentemente multidisciplinar, vendrá a representar un importante complemento a los estudios de grado en diversas disciplinas como son la Ingeniería Geomática y Topográfica, la Ingeniería en Telecomunicación o la Ingeniería Aeronáutica. Del mismo modo, se pretende abrir la puerta a todos aquellos estudiantes que hayan realizado sus estudios en ámbitos más teóricos como pueden ser la matemática o la física, hacia una vertiente más aplicada de los conocimientos adquiridos en estudios previos.

Sin obviar la componente académica mostrada en el anterior párrafo, el presente máster pretende orientar a los estudiantes en una doble vertiente, tanto profesional como de investigación. En ambos casos, el objetivo fundamental de los estudios que se realizarán bajo el paraguas del máster que se propone es, primero de todo, formar a dichos estudiantes en los ámbitos de la teledetección y la navegación. La formación estará fundamentalmente orientada a mostrar a los estudiantes cual es el estado actual del arte, presentándoles los últimos avances en el campo de la investigación, así como las aplicaciones más recientes. La idea con la que se comienza este máster, fruto de las experiencias de las personas que lo lideran, es que actualmente no puede separarse los aspectos científicos de los profesionales ya que están íntimamente ligados y ambos se retroalimentan.

**Experiencias anteriores de la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels en la impartición de títulos de características similares**

En septiembre de 1991 se creó la Escuela Universitaria Politécnica del Baix Llobregat (EUPBL) con sede provisional en SantJustDesvern, un centro de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), en el cual se empezó a impartir la titulación de **Ingeniería Técnica de Telecomunicación, especialidad Sistemas de Telecomunicación**. El curso 2000-2001 se amplió la oferta universitaria al ponerse en marcha la titulación de **Ingeniería Técnica de Telecomunicación, especialidad Telemática**.

Durante el curso 2001-2002 la Escuela se trasladó al nuevo **Campus del Baix Llobregat**ubicado en Castelldefels, con lo que pasó a denominarse **Escuela Politécnica Superior de Castelldefels (EETAC)**. En ése curso se comenzó a impartir también el **Segundo Ciclo de Ingeniería de Telecomunicación**.

El curso 2002-2003 se comenzó a impartir la titulación de **Ingeniería Técnica Aeronáutica, especialidad en Aeronavegación**.

A partir del curso 2006-2007, la EETAC imparte el **Máster MASTEAM (Máster of Science in TelecommunicationEngineering& Management)** dentro del catálogo de másteres oficiales de la Universidad Politécnica de Cataluña. Este máster ha recibido la distinción Jaume Vicens Vives por parte de la Generalidad de Cataluña. De igual forma la EETAC también imparte el **Máster MAST (Master in AerospaceScience and Technology)**.

En el curso 2009-2010, y tras su verificación por el Consejo de Universidades, se pusieron en marcha los nuevos planes de estudio de **Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación**, y de **Grado en Ingeniería Telemática**.

A lo largo de ése mismo curso se reciben los informes favorables por parte de la ANECA para la impartición de los estudios de **Grado de Ingeniería de Aeronavegación** y **Grado en Ingeniería de Aeropuertos**, que se han puesto en marcha en el curso 2010-2011.

Asimismo, con la publicación el 10 de noviembre de 2010 en el Diario Oficial de la Generalitat de Cataluña, de la Orden IUE/514/2010, de 29 de octubre, se autorizó el cambio de nombre del centro, con lo que pasó a denominarse **Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels (EETAC)**.

El **Campus del Baix Llobregat** forma parte del **ParcMediterrani de la Tecnologia** que tiene una superficie de 38 Ha y aloja, además de centros docentes (EETAC, ESAB), servicios universitarios, centros de investigación y empresas. Entre los diversos centros de investigación cabe destacar el **Instituto de Geomática**.

Desde entonces, el campus ha experimentado un crecimiento continuo en el número de estudiantes (actualmente, alrededor de 1500 estudiantes) e instalaciones (laboratorios de investigación y enseñanza, biblioteca, salas de conferencias, etc.).

El 14 de julio de 1999 la EETAC se convirtió en el primer centro universitario público que contaba con la **acreditación de calidad ISO 9001:1994** aplicada al **Diseño del Programa de Formación, Organización y Desarrollo de la Actividad Docente**, según consta en el certificado emitido por la empresa noruega DetNorske Veritas.

En julio de  2002, una vez finalizado el período de vigencia del certificado, la Escuela y la Universidad decidieron proceder a la recertificación. En aquel momento, ya estaba disponible la nueva versión de la norma (**ISO 9001:2000: sistema de mejora continua basado en procesos**).

Actualmente la Escuela dispone de un nuevo certificado (obtenido el 13 de Enero de 2009),y que tras una nueva auditoría realizada el pasado 2 de noviembre de 2010 se expidió un nuevo certificado conforme a la norma **ISO 9001:2008**, y válido hasta el 31 de julio de 2011.

Desde sus inicios, la Escuela ha sido un centro piloto por lo que hace a su **metodología docente,** que está alcanzando importantes resultados por lo que respecta al rendimiento académico de sus estudiantes (entre los cuales hay diversos premios especiales del Ministerio de Educación a los mejores expedientes). El primer director de la Escuela, el profesor Javier Bará, fue premiado con la distinción Jaume Vicens Vives a la calidad docente universitaria otorgado por la Generalitat de Catalunya.

La EETAC es el primer centro que puso en marcha rasgos docentes muy extendidos actualmente a otros centros de la misma Universidad, como, por ejemplo, la **evaluación global continuada** o un **sistema de enseñanza fundamentalmente práctico**, muy **ligado a las empresas**, que han sido aspectos clave para alcanzar **resultados académicos altamente positivos**. Así, un 80% de los estudiantes que ingresan en la EETAC consiguen titularse, y con una duración media de los estudios inferior a 4 años (en los planes de estudios actuales de ingeniería técnica de 3 años de duración). Más de la mitad de los titulados han realizado estancias en empresas o han completado sus estudios en una universidad extranjera. En referencia a la inserción laboral de los recién titulados, la media de tiempo en encontrar trabajo se sitúa en menos de dos meses.

La misión de la EETAC es proporcionar una enseñanza superior de calidad excepcional para contribuir al desarrollo social y económico del país, realizando actividades de R+D importantes, muchas en colaboración con otros centros docentes, institutos de investigación y empresas del PMT. Debido a ello, la EETAC ofrece un magnífico ambiente de aprendizaje, tanto a nivel técnico como humano, y por esto:

* Se incentiva la iniciativa y el pensamiento crítico.
* Se promueven sólidos hábitos de trabajo y en equipo.
* Se facilita a los estudiantes la estrecha colaboración con grupos de investigación de la EETAC.
* Se fomenta el auto aprendizaje y la actualización continua de los conocimientos de acuerdo con las nuevas tecnologías emergentes.
* Se introducen comportamientos y valores éticos en las clases y las actividades habituales
* Se fomenta la cooperación con otras universidades como camino de enriquecimiento personal

La EETAC participa en diversos consorcios universitarios como CLUSTER, CINDA, CAESAR, orientados a proporcionar “Alta Calidad” a la enseñanza en ingeniería y a mejorar los vínculos entre las escuelas de ingeniería y las universidades.

**Datos y estudios acerca de la demanda potencial del título y su interés para la sociedad**

ANECA:

Desde un punto de vista estricto, no existen estudios sobre la titulación de Máster en Geomática: Teledetección y Navegación. Sin embargo, estos estudios se pueden entender como extensión directa, por ejemplo, de la Ingeniería en Geomática y Topografía. Es este caso, existe un libro blanco

* Libro Blanco del Título de grado de ingeniero en Geomática y Topografía, Anexos 2 y 3, http://www.aneca.es/media/150420/libroblanco\_jun05\_topografia.pdf)

Éstos anexos presentan la situación actual de los Ingenieros Técnicos en Topografía y los Ingenieros en Geodesia y Cartografía. Los resultados de estas encuestas pueden extrapolarse, de una forma cualitativa, a la hora de prever la demanda potencial del máster que se propone.

**2.2. Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales e internacionales para títulos de similares características**

**Planes de estudios de universidades españolas, europeas, de otros países o internacionales de calidad o interés contrastado.**

Los estudios de Geomática y Navegación que se proponen en esta memoria, dentro del marco de un máster, están alineados y en consonancia con otros másteres en el ámbito español. En este sentido, se enumeran algunos de ellos, tanto oficiales como no:

* Máster Oficial en Teledetección de la Universidad de Valencia (UV) (<http://www.uv.es/ftierrat/index.htm>). Máster de 90 ECTS.
* Máster en Teledetección y Sistema de Información Geográfica impartido por la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) y el Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF) (<http://www.creaf.uab.cat/master/index_sp.htm>). Máster de 85 ECTS.
* Máster en Geotecnologías Cartográficas en Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Politécnica Superior de Ávila perteneciente a la Universidad de Salamanca (<http://campus.usal.es/~geotecnologias/index.htm>). Máster de entre 78 y 84 ECTS.
* Máster Profesional UNIGIS en Gestión de Sistemas de Información Geográfica de la Universidad de Girona (UG) ([http://www.unigis.es/unigis\_girona#](http://www.unigis.es/unigis_girona)). Máster no presencial de 60 ECTS.

A continuación, se mencionan algunas de las universidades Europeas que ofrecen títulos de máster dentro de la temática de Geomática y Navegación. La denominación de éstos es diversa ya que sus temáticas puede que no sean totalmente equiparables a la del máster que se propone en este documento. En estos casos, los másteres pueden presentar temáticas mucho más específicas o más amplias que la que se propone. Dichos másteres son:

Europa:

* Master of ScienceGeomatics de la DelftUniversity of Technology (Holanda) (<http://www.tudelft.nl/live/pagina.jsp?id=7071a6cd-0764-4b75-891e-82e833814b0f&lang=nl>). Se trata de la Universidad técnica por excelencia en Holanda. El máster que ofrece se componen de 120 ECTS y está soportado por diversos grupos de investigación en campos afines a la geomática y la teledetección.
* Master in GeomaticsEngineeringGEOENGINE de la Universidad de Stuttgart (Alemania) (<http://www.geoengine.uni-stuttgart.de/>). Máster de 90 ECTS.
* Master ESPACE de la Universidad Técnica de Múnich(Alemania).

(<http://www.espace-tum.de/10692-bD1lbg-~espace~index.html).TUM> consta de una buena reputación; ha obtenido diferentes premios y figura entre los primeros puestos dentro de las universidades alemanas. El plan de estudios consta de materias básicas y comunes, mientras que el tercer curso proporciona la especialización. Máster de 120 ECTS.

* Master of Science in Geomatics and Planning del Instituto Tecnológico de Zurich (Suiza) (<http://www.geomatik.ethz.ch/index_EN>). Màster de 90 ECTS.
* Master of ScienceEnvironmental And LandPlanningEngineering del Politécnico de Milan (Italia).

(<http://www.english.polimi.it/english/academics/post-graduate_education/campuses.php?id_nav=-285&k_corso_la=170&k_cf=1&tipo_corso=2&nome_eng=Environmental%20and%20land%20planning%20engineering&sede=Milano%20Leonardo&apri=-13>). Se trata de una de las universidades técnicas más importantes de Europa. Destaca por la inversión realizada en los laboratorios en los últimos años. Máster de 120 ECTS.

* Global NavigationSatelliteSystemsTechnology (GNSST) ,EngineeringSurveying and Geodesy (ESG) , Environmental Management and EarthObservation (EMEO) y Positioning&NavigationTechnology (PNT)   del Institute of Engineering andSurveying and SpaceGeodesy (Reino Unido) (<http://www.nottingham.ac.uk/IESSG/Courses/MScopportunities.aspx>). En este caso, dicho instituto ofrece cuatro másteres de temáticas muy específicas. La duración de los másteres varía entre 60 y 120 ECTS.

De igual forma, existen másteres en el ámbito internacional con temática similar al propuesto

* GraduatePrograms in GeomaticsEngineering delDept. of GeomaticsEngineering de la Universidad de Calgary (Canadà).

(<http://www.geomatics.ucalgary.ca/graduate>).

* Master of Engineering (Geomatics) del Department of Geomatics de la Universitat de Melbourne (Australia).

(<http://www.geom.unimelb.edu.au/future/me_geomatics.html>).

**Libros Blancos del Programa de Convergencia Europea de ANECA (**[**http://www.aneca.es**](http://www.aneca.es/)**).**

Los Libros Blancos muestran el resultado del trabajo llevado a cabo por una red de universidades españolas, apoyadas por la ANECA, con el objetivo explícito de realizar estudios y supuestos prácticos útiles en el diseño de un título de grado adaptado al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Se trata de una propuesta no vinculante, con valor como instrumento para la reflexión, que constituye un valioso referente para el diseño de nuevos títulos.

En este caso, se considera como referente el “Libro Blanco del Título de grado de ingeniero en Geomática y Topografía”, (<http://www.aneca.es/media/150420/libroblanco_jun05_topografia.pdf>), que se refiere específicamente a los estudios de grado. En el caso del máster que aquí se propone, se toman como referencia los resultados de dicho libro blanco, ya que el máster en si representa una potencial salida natural para los graduados en IngenieríaGeomática y Topográfica).

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

**DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS INTERNOS**

Con respecto a las consultas que se han llevado a cabo dentro de la Universidad Politécnica de Cataluña, es importante mencionar primero cuáles son los departamentos que imparten actualmente docencia en la EETAC:

* Departamento de Arquitectura de Computadores
* Departamento de Ingeniería Electrónica
* Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería
* Departamento de Ingeniería Mecánica
* Departamento de Ingeniería Telemática
* Departamento de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial
* Departamento de Física Aplicada
* Departamento de Matemática Aplicada IV
* Departamento de Organización de Empresas
* Departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería
* Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones
* Departamento EETAC (Ingeniería Aeroespacial)

De entre todos ellos, se determinaron aquellos que actualmente realizan actividades de investigación o docencia en los campos de la geomática y la navegación, con el fin de poder determinar las líneas generales que debería poseer un título de Máster en Geomática y Navegación.

En primer lugar, se contactó con Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones, ya que dentro de este departamento está el *RemoteSensingLab,* cuyas actividades de investigación se centran en la teledetección por microondas y óptica, tanto en sus vertientes activas como pasivas. Es importante mencionar, que actualmente dicho grupo de investigación ya imparte diversas asignaturas en el campo de la teledetección, en varios másters, sin que ninguno de ellos esté centrado en la teledetección y la navegación. De las diversas conversaciones y reuniones que se llevaron a cabo se desprendieron las siguientes conclusiones:

* El máster debería contener asignaturas que se focalizasen por un lado en la teledetección por microondas y en la teledetección óptica ya que es la división natural que existe actualmente.
* A la hora de poder interpretar los datos de teledetección es necesario una sólida formación en electromagnetismo ya que hace posible comprender de forma detallada la interacción de las ondas electromagnéticas.
* Por otro lado, la formación en electromagnetismo también ha de tenerse en cuenta en el campo de la navegación, ya que dichos sistemas operan en la región del espectro electromagnético de las microondas. Adicionalmente, últimamente se está demostrando que es posible realizar teledetección mediante las señales de los sistemas de navegación.

En segundo lugar se contactó con el Departamento de Matemática Aplicada IV y en concreto con el Grupo de Investigación en Astronomía y Geomática (GAGE) ya que sus actividades de investigación y docencia se centran en el uso y estudio de sistemas de posicionamiento global, en inglés GNSS. De las reuniones llevadas a cabo, se concluyó lo siguiente:

* Necesidad de dividir la docencia en sistemas de posicionamiento global en dos asignaturas, una de carácter más introductorio y otra más centrada en el uso avanzado de los datos ofrecidos mediante este tipo de sistemas.
* Mostrar la aplicabilidad de los datos de sistemas de navegación en actividades de teledetección tanto de la superficie de la tierra como de la atmósfera.

Finalmente, se contactó el Departamento de Ingeniería del Terreno, Cartografía y Geofísica. Aunque este departamento no imparte docencia actualmente dentro de la EETAC, siempre ha mostrado un enorme interés en la participación en un máster como el que se propone. Las diversas conversaciones llevadas a cabo con el personal de este departamento pusieron de manifiesto que los estudios actuales, tanto de Ingeniería como de Grado, no ofrecen una visión completa del estado actual del arte ya que centran la docencia en aspectos más clásicos. Tal y como se ha mencionado, el máster que se propone vendría a suplir esta carencia.

**DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS EXTERNOS**

Desde un punto de vista externo, se han mantenido conversaciones con:

* Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC) y en concreto con las personas que desarrollan el Programa Catalán de Observación de la Tierra (PCOT) ya que son los más indicados para poder colaborar en las diversas actividades del máster.
* Instituto de Geomática (IdeG). Centro públicode investigación, formado en consorcio por la Generalitat de Cataluña (Departamento de Política Territorial y Obras Públicas y Departamento de Innovación, Universidades y Empresa) y la Universidad Politécnica [de Cataluña](http://www.upc.edu), creado por el Decreto de la Generalitat de Cataluña el 30 de septiembre de 1997. Tiene su sede en el Campus del Baix Llobregat de la UPC.

De las reuniones llevadas a cabo con el Instituto Cartográfico de Cataluña se observó su enorme interés por participar tanto en la docencia, como en aspectos más colaterales que pudiesen ayudar a la realización del máster que se propone. Desde un punto de vista estrictamente docente, en las diversas reuniones que se llevaron a cabo, se pusieron de manifiesto las siguientes conclusiones:

* La necesidad de incorporar en el máster una asignatura que permitiese a los estudiantes tener una visión global de lo que representa una misión de teledetección o una misión de navegación. Este tipo de asignatura permitiría dar a los estudiantes la capacidad de poder definir lo que se denomina la cadena de valor, es decir, ver si una misión es factible teniendo en cuenta factores científicos, económicos y de utilidad para los usuarios finales.
* Una de las mayores problemáticas a las que se enfrentan todos los proyectos centrados en la teledetección y la navegación es la distribución de los datos, desde su adquisición hasta su entrega a los usuarios finales. Es por lo tanto crucial que los estudiantes tengan una visión de cómo y de qué forma se puede realizar esa distribución de datos.

De las reuniones llevadas a cabo con el Instituto de Geomática, a parte de todos los temas tratados con el resto de grupos, se puso de manifiesto la necesidad de incorporar en el máster asignaturas centradas en el modelado espacial y la representación visual.

**RESULTADO**

Con las conclusiones extraídas en los diversos procesos consultivos se realizó un informe planteando un primer Plan de Estudios del Máster en Geomática: Teledetección y Navegación que se distribuyó entre todas las personas que intervinieron en el proceso de consulta.

En la Junta de Escuela de la EETAC celebrada el pasado 4 de octubre de 2010, “se aprueba la distribución en créditos por asignaturas y la secuenciación entre asignaturas del documento adjunto” y también se acuerda “la relación de materias/asignaturas y de su secuenciación” **(acuerdo JE3-10/10)**.

Tanto en la Comisión Permanente como en la Junta de Escuela participan con voz y voto, según está estipulado en el Reglamento de la EETAC, los representantes del colectivo del personal docente e investigador, del colectivo del personal de administración y servicios y del colectivo del estudiantado.