

FECHA: 27/04/2015

**EVALUACIÓN PARA DETERMINAR LA CORRESPONDENCIA DE LOS TÍTULOS OFICIALES DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA, LICENCIATURA, ARQUITECTURA TÉCNICA, INGENIERÍA TÉCNICA Y DIPLOMATURA A LOS NIVELES DEL MARCO ESPAÑOL DE CUALIFICACIONES PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

Denominación del Título objeto de correspondencia	<b>Licenciado en Física</b>
Legislación Reguladora	<b>Real Decreto 1413/1990</b>

En la fecha que se indica, la Presidencia de la Comisión de Rama de Ciencias, elevó al Director de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y de la Acreditación la siguiente propuesta de informe de evaluación para determinar la correspondencia al nivel del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) del título arriba mencionado; en la misma fecha, la Dirección de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y de la Acreditación, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 21.1 del Real Decreto 967/2014, de 21 de noviembre, aprueba la propuesta de informe elaborada por la Comisión de Rama de Ciencias y ordena el envío de este informe a la Dirección General de Política Universitaria.

## 1. Objeto

El presente informe tiene por objeto estudiar la correspondencia del título oficial de Licenciado en Física con los niveles del MECES establecidos en el artículo 4 del RD1027/2011.

La propuesta de este informe ha sido elaborado por una subcomisión designada por ANECA compuesta por tres miembros:

**Guillermo Bernabeu Pastor**, Catedrático de Física Aplicada en la Universidad de Alicante, presidente de la subcomisión. Licenciado en Ciencias Físicas y Doctor en Física por la Universidad de Valencia. Realizó estudios de postgrado en la Advanced School of Physics de Trieste. Realizó estancias de investigación en el Osservatorio Astronómico di Trieste y en el Osservatorio astrofísico di Catania. Fue Vicerrector de Estudios, Vicerrector de Convergencia Europea y Calidad y Director del departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal, de la Universidad de Alicante. Ha sido representante de España en el Bologna Follow-Up Group. **Participó en el "Cluster on Modernisation of Higher Education", creado por la Comisión Europea en el marco de la implementación de Education and Training 2010 (Directorate-General for Education and Training). National Contact Point for the Three Cycle System.** Miembro del Grupo Técnico de Trabajo para la definición del MECES. Miembro del comité de autocertificación del MECES. Ha participado en procesos de evaluación de instituciones de Educación Superior en varios países. Ha participado y participa en proyectos de investigación nacionales e internacionales, siendo investigador principal en algunos de ellos.

**Atilà Herms Berenguer**, Catedrático de Electrónica de la Universidad de Barcelona, decano de la Facultad de Física de dicha Universidad y presidente de la Conferencia de decanos de Física. Se licenció en Ciencias Físicas y se doctoró por la UB. Su labor de investigación se enmarca en el diseño de Sistemas Digitales, concretamente Diseño de sensores CMOS para procesado y captura de imagen. Ha publicado numerosos artículos en revistas internacionales y comunicaciones a congresos internacionales. Ha participado en diversos proyectos de investigación tanto nacionales como europeos. Ha dirigido varios proyectos CICYT sobre Sistemas de captura y procesado de imágenes con cámaras CMOS. Actualmente dirige el grupo consolidado de investigación SIC (Sistemas de Instrumentación y Comunicaciones). Es miembro del grupo IDEAS de investigación de la Universidad de Barcelona sobre temas de innovación docente. Ha sido secretario de la facultad de Física desde 1993 a 1996. Desde mayo de 2001 a 2010, fue jefe de estudios de Ingeniería Electrónica de la Universidad de

Barcelona. En 2012 fue Vicedecano académico de la Facultad de Física y desde el 2013 es decano de dicha facultad. Ha participado en las comisiones de diseño de planes de estudio: de grado de Física, como coordinador de una sección, en la de Ingeniería Electrónica de telecomunicación en calidad de presidente y en diversas comisiones de creación de título de Máster.

**Gonzalo Echagüe Méndez de Vigo**, Presidente del Colegio Oficial de Físicos es Licenciado en Ciencias Físicas y Diplomado en Sociología Industrial, Planificación y Administración de Empresas e Ingeniería Ambiental. Presidente de la Fundación CONAMA, del Comité Organizador del Congreso Nacional del Medio Ambiente y del Comité Organizador del Encuentro Iberoamericano de Desarrollo Sostenible. Vicesecretario de la Comisión Ejecutiva de Unión Profesional y presidente de su Comisión de Medio Ambiente. Vocal de la Junta Directiva de la Unión Interprofesional de la Comunidad de Madrid y Presidente de su Comisión de Medio Ambiente. Vocal de la Junta Directiva del Club Español del Medio Ambiente.

Su trayectoria profesional ha trascendido principalmente en el área de medio ambiente en sectores como contaminación atmosférica, energía y cambio climático y gestión ambiental. Ha sido Asesor del Ministerio de Industria y Energía en materia medioambiental y del Ministerio de Medio Ambiente y docente en numerosos cursos, seminarios, coloquios y másteres así como autor de diversas publicaciones, artículos y colaboraciones en materia de energía, medio ambiente y desarrollo sostenible y miembro de diversos consejos editoriales.

El informe que se propone se ha dividido en tres apartados, cinco subapartados y un anexo. En ellos se recogen y analizan los factores que determinan la correspondencia.

- Este primer apartado corresponde al objeto del informe.
- El segundo apartado, con la finalidad de contextualizar los antecedentes, se presenta una breve descripción de los estudios de Licenciado en Física.
- El tercer apartado se analiza la correspondencia con la licenciatura desglosados en cinco subapartados: la formación adquirida, su duración y carga, las competencias, los efectos académicos en relación al acceso al doctorado y los referentes en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).
- El cuarto apartado se aportan las conclusiones.
- Finalmente, se recoge en el anexo la relación de normas y documentos consultados.

## 1. Antecedentes: Los estudios de Licenciado en Física.

El 27 de noviembre de 1987 se publica el *Real Decreto 1497/1987* por el que se establecen las directrices generales comunes de los planes de estudio de los títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. Este real decreto desarrolló uno de los aspectos fundamentales de la aplicación de la Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria, como es el de la ordenación académica de las enseñanzas universitarias. En su disposición adicional Primera se crea el Catálogo de los Títulos Universitarios.

En este contexto normativo, el *RD 1413/1990*, de 26 de octubre, estableció el título oficial de Licenciado en Física y las directrices generales propias de los planes de estudio que debían cursarse para su obtención y homologación. En las directrices generales propias se establecía que los planes de estudio deberían articularse como enseñanzas de primero y segundo ciclo, con una duración total entre cuatro y cinco años. La carga lectiva mínima se compone de 300 créditos, y en ningún caso el mínimo de créditos de cada ciclo es inferior a 120 créditos. El *Real Decreto 1954/1994*, de 30 de septiembre, homologó los títulos universitarios anteriores al desarrollo de la Ley Orgánica 11/1983 (LRU), Licenciado en Ciencias: Sección Físicas y Licenciado en Ciencias Físicas, en todas sus especialidades, al título de Licenciado en Física del Catálogo. Por tanto, en lo sucesivo, nos referiremos cuando se hable de títulos de Licenciado en Física al establecido por el *RD 1413/1990*.

El citado *Real Decreto 1413/1990* estableció la relación de las materias troncales de obligada inclusión en todos los planes de estudio y los créditos asignados a cada una de ellas:

<b>Materia</b>	<b>Contenido</b>	<b>Créditos</b>
<i>Electromagnetismo</i>	Campos electrostático y magnetostático en el vacío y en medios materiales. Fenómenos electromagnéticos no estacionarios y teoría de circuitos. Ondas electromagnéticas.	9
<i>Física Cuántica.</i>	Los orígenes de la Mecánica Cuántica, Mecánica Cuántica elemental, Ecuación de Schrodinger en tres dimensiones, momento angular y átomos de hidrógeno. Estructura de los átomos y moléculas y espectroscopias. Cristales: Dinámica de redes; propiedades térmicas, eléctricas y magnéticas de sólidos. Estructura de los núcleos y modelos. Introducción a las partículas elementales.	9
<i>Mecánica y Ondas.</i>	Mecánica Newtoniana y relativista. Elementos de Mecánica Analítica. Mecánica de Fluidos. Aspectos generales de física de ondas. Ondas elásticas en fluidos y sólidos isótropos.	9
<i>Métodos Matemáticos.</i>	Cálculo con una y varias variables; análisis vectorial; álgebra lineal; espacio y aplicaciones lineales; matrices, determinantes, valores y vectores propios. Grupos ecuaciones diferenciales ordinarias lineales. Geometría lineal. Curva y superficies diferenciales. Ecuaciones diferenciales ordinarias, funciones de variable compleja, funciones especiales, series de Fourier, transformadas integrales y una introducción a las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Cálculo numérico.	27
<i>Óptica.</i>	Óptica geométrica. Fenómenos de propagación de la luz en medios materiales. Polarización. Interferencias. Difracción. Óptica de fibras y óptica integrada. Láseres. Óptica aplicada.	10
<i>Técnicas experimentales en Física.</i>	Naturaleza de los fenómenos físicos y de su medida. Tratamiento de datos.	18

<i>Termodinámica.</i>	Estados de equilibrio, principio de la conservación de la energía, principio de la variación de la entropía, potenciales termodinámicos, estabilidad y transiciones de fase. Procesos irreversibles.	9
<b>Total</b>		<b>90</b>

<b>Tabla II. Materias troncales de segundo ciclo de la Licenciatura en Física</b>		
<b>Materia</b>	<b>Contenido</b>	<b>Créditos</b>
<i>Electrodinámica clásica.</i>	Ondas electromagnéticas, radiación de cargas en movimiento; desarrollos multipolares y efectos relativistas.	6
<i>Electrónica.</i>	Semiconductores y dispositivos; sistemas analógicos; amplificadores y osciladores. Electrónica digital.	12
<i>Física de Estado Sólido.</i>	Propiedades térmicas de sólidos. Estados Electrónicos: Metales, aislantes y semiconductores, propiedades de transporte. Fenómenos cooperativos; Ferroeléctricos, magnetismo, superconductores. Sólidos reales: Defectos puntuales, dislocaciones.	6
<i>Física Estadística.</i>	Colectividades, estadísticas clásicas y cuánticas. Aplicaciones al gas ideal, gas de fotones, gas de electrones.	6
<i>Física Nuclear y de Partículas.</i>	Propiedades globales de los núcleos. Modelos y reacciones nucleares. Partículas elementales.	6
<i>Mecánica Cuántica.</i>	Postulados, métodos aproximados; partículas idénticas; teoría de colisiones.	6
<i>Mecánica Teórica.</i>	Mecánica Analítica. Mecánica de Medios Continuos.	6
<b>Total</b>		<b>48</b>

Por lo tanto, del total de créditos de la licenciatura, 90 créditos correspondían a materias troncales de primer ciclo y 48 a materias troncales de segundo ciclo. El resto de créditos correspondían a materias obligatorias de universidad, optativas que se ofertaban específicamente para esa titulación y de libre elección por el estudiante.

La mayoría de las universidades (17) organizaron el plan de estudios en cinco años, aunque cuatro optaron por una planificación de cuatro años cumpliendo igualmente con todos los requisitos establecidos para los títulos de Licenciado en Física. Además, en dos de las cuatro universidades que ofertaban planes de estudio de cuatro años, se ofertaba a los estudiantes la posibilidad de repartir las materias entre cuatro o cinco años. Con el transcurso del tiempo algunas de estas universidades que optaron por los cuatro años establecieron los cinco años de licenciatura. Los planes de estudio se estructuraron entre 300 y 340 créditos repartidos en dos ciclos, donde más de la mitad superaban el límite de los 300 créditos.

De acuerdo con el estudio realizado en el Libro Blanco del Grado de Física, el número total de créditos en el segundo ciclo de la licenciatura variaba entre 120 y 150, la mitad de las universidades se situaba en un valor cercano a los 120, con una media de 54 créditos asignados a materias troncales. Las materias optativas contribuían a reforzar el carácter de especialización/profundización del segundo ciclo. En algunas de las universidades se establecían itinerarios o intensificaciones que reflejaban la gran diversidad de la Física y que, en algunos casos, se correspondían con las especialidades ofertadas en anteriores planes de estudio.

En el Libro Blanco de Física, se realizó un detallado análisis sobre las especialidades que se ofertaban y las asignaturas obligatorias que las definían. En muchos casos se corresponden

con asignaturas impartidas en los másteres actualmente ofertados dentro del ámbito de la Física.

### 3. Análisis de la correspondencia

El análisis de correspondencia debe tomar en consideración el contexto educativo y más concretamente, el contexto normativo, en el que se organizaban las enseñanzas conducentes al título de Licenciado en Física y el contexto actual. Se ha pasado de un contexto regulado, con un catálogo de títulos oficiales, a un contexto abierto y flexible definido en el **RD 1393/2007**, lo que dificulta la comparación directa de las titulaciones anteriores con las actuales. Además, se ha de tomar en consideración el desarrollo de los conocimientos que en el campo de la Física se han producido durante los últimos años y que tiene su incidencia en la elaboración de los planes de estudio, especialmente en las propuestas de másteres universitarios, en muchos casos con un elevado componente multidisciplinario. Pero sí es posible realizar un análisis basado en los contenidos, duración y carga horaria y los resultados de la formación de los planes de estudio de la licenciatura, que permiten llegar a justificar la correspondencia con su nivel en MECES.

#### 3.1 Formación adquirida

El primer factor que se analiza es la formación adquirida en los planes de estudio que debían cursarse para la obtención del título oficial de Licenciado en Física. En el segundo apartado se han presentado las características más relevantes sobre dicha formación.

Las Directrices Generales Propias (**Real Decreto 1413/1990**), establecieron para los títulos de Licenciado en Física un mínimo de 300 créditos, aunque en algunas universidades se estableció un número superior, como ya se ha indicado anteriormente.

Analizadas las materias troncales del primer ciclo del título de Licenciado en Física y las propuestas de contenidos formativos comunes para los títulos de Grado en Física que se recogen en el Libro Blanco de Física, y que sirvieron de base para el diseño de títulos de Grado en Física de las universidades españolas, se puede concluir que las materias troncales del primer ciclo de la Licenciatura se corresponden con el nivel de Grado, es decir, con el nivel 2 del MECES. Más complejo es el análisis de los créditos troncales del 2º ciclo de la Licenciatura, y no es posible concluir directamente que todos los créditos troncales de 2º ciclo se correspondan con los del nivel 3 del MECES. La diversidad de másteres universitarios que, en el ámbito de la Física, se ofertan en las universidades españolas y la diversidad que los créditos obligatorios, optativos y de libre elección, introducían en los planes de estudio de Licenciado en Física dificultan el análisis de la equiparación de nivel entre materias de segundo ciclo de la Licenciatura y materias de los actuales Másteres Universitarios. La comparación con otras universidades del ámbito del EEES contribuye a clarificar esta cuestión.

Como se ha señalado, se debe tomar en consideración que, durante los años transcurridos desde que en el **Real Decreto 1413/1990** se estableció la relación de las materias troncales de obligada inclusión en todos los planes de estudio y los créditos asignados a cada una de ellas, los conocimientos en el ámbito de la Física han evolucionado de manera notable y esa evolución ha tenido repercusión en el diseño de los nuevos títulos de Grado y Máster. Es por tanto necesario considerar el contexto educativo y normativo a la hora de establecer la correspondencia.

Al objeto de determinar los créditos que pueden asimilarse a nivel 3 del MECES y, por tanto a nivel de Máster, es relevante mencionar lo establecido en el artículo tercero, apartado dos, del **Real Decreto 1497/1987**, de 27 de noviembre, por el que se establecen las directrices generales comunes de los planes de estudio de los títulos universitarios: **"El primer ciclo de las enseñanzas universitarias comprenderá enseñanzas básicas y de formación general, así como, en su caso, enseñanzas orientadas a la preparación para el ejercicio de actividades profesionales. El segundo ciclo estará dedicado a la profundización y especialización en las**

*correspondientes enseñanzas, así como a la preparación para el ejercicio de actividades profesionales”.*

Es esa consideración de especialización y profundización de las materias de segundo ciclo la que proporciona una primera justificación de equiparación de los créditos cursados en el segundo ciclo de la titulación de Licenciado en Física al nivel de Máster. Todo ello con las debidas reservas y sujeto a un análisis más detallado de los planes de estudios de las titulaciones de Licenciado en Física ofertadas en las universidades españolas.

Tomando en consideración lo anteriormente mencionado sobre las especialidades o intensificaciones, así como las materias troncales de segundo ciclo, las obligatorias y las optativas de segundo ciclo, analizando los planes de estudio de algunos másteres universitarios dentro del ámbito de la Física cuya diversidad es muy amplia, y analizando de igual manera algunas de las propuestas de Máster en Física en el ámbito de algunos países del EEES (subapartado 3.5), obtenemos una primera indicación sobre la correspondencia del Título de Licenciado en Física con el nivel 3 del MECES.

Dadas las dificultades anteriormente mencionadas, relacionadas con la diversidad y multidisciplinariedad en las propuestas de másteres universitarios en el ámbito de la Física, se han analizado los planes de estudio de tres Másteres Universitarios del ámbito de la Física que se imparten en la actualidad y se comparan con las materias de segundo ciclo del plan de estudio de la licenciatura.

En el caso de la Universidad de Santiago de Compostela, el plan de estudios de Licenciado en Física se estructuraba en cinco cursos y 300 créditos: 177 en asignaturas troncales, 27 en obligatorias, 66 en optativas y 30 de libre elección. La mayor parte de las optativas de segundo ciclo pueden considerarse de nivel de Máster y su elección determinaba la orientación/especialización del Título de Licenciado en Física. Un análisis más detallado en la Orientación de Física de Partículas comparado con el Máster Universitario en Física, Especialidad en Física Nuclear y de Partículas, se muestra en la tabla siguiente:

<b>Tabla III. Universidad de Santiago de Compostela</b>		
<b>Máster Universitario en Física</b>	<b>Asignaturas máster (ECTS)</b>	<b>Licenciatura (créditos)</b>
Especialidad en Física Nuclear y de Partículas	Teoría Cuántica de campos (6)	Teoría Cuántica de campos I (6)
	Física de partículas I (6)	Física de partículas I (6)
	Física de partículas II (6)	Física de partículas II (6)
	Estructura y Astrofísica Nuclear (6)	Física Nuclear (6)
Especialidad en Física Fundamental	Mecánica Cuántica Avanzada (3)	Mecánica Cuántica avanzada (6)
	Física Médica y dosimetría (3)	Dosimetría y radioprotección (6) Op. De esp. Partículas
Optativas libres	Detectores y aceleradores (3)	Aceleradores y detectores (6) Op. de esp. Partículas
	Física de astropartículas (3)	Astrofísica y Cosmología (6) Op. De esp. Partículas
	Teoría Cuántica de Campos avanzada (3)	Teoría Cuántica de Campos II (6) Op. De esp. Partículas
	Técnicas experimentales en Física Nuclear (3) Técnicas de análisis y simulación en Física Nuclear y de Partículas (3)	Técnicas experimentales avanzadas (6) Obligatoria de 5º curso

En la tercera columna de la tabla se muestra una de las posibles configuraciones que conducían a la obtención del título de Licenciado en Física, especialidad en Física de Partículas. Como puede observarse, todas las materias tienen su correspondencia en el Máster Universitario en Física, las cinco primeras eran materias optativas vinculadas a la especialidad, se debían elegir 12 créditos optativos adicionales entre las materias ofertadas por la propia especialidad y no cursadas, entre las materias de otras especialidades o entre otras materias optativas generales hasta completar 54 créditos optativos que corresponden al 2º ciclo. El mismo análisis se puede realizar en las otras especialidades que se ofertaban en el título de Licenciado en Física en relación a las especialidades del Máster.

Tomando en consideración lo mencionado anteriormente sobre el carácter de las materias de 2º ciclo de la licenciatura y el análisis realizado se concluye que en el título de Licenciado en Física se cursaban como mínimo 60 créditos de nivel de Máster.

En el caso de la Universidad de Salamanca, el plan de estudios de Licenciado en Física se estructuraba en cinco cursos y 314 créditos, de los cuales 153 en asignaturas troncales, 57 en obligatorias, 72 en optativas y 32 de libre elección. En el quinto curso se debían cursar 66 créditos, 54 en materias optativas y 12 de libre elección. La práctica totalidad de las optativas de segundo ciclo pueden considerarse de nivel de Máster, un análisis más detallado se muestra en la tabla siguiente:

<b>Tabla IV. Universidad de Salamanca.</b>		
<b>Máster Universitario en Física</b>	<b>Asignaturas máster (ECTS)</b>	<b>Licenciatura (créditos)</b>
Módulo I. Herramientas para la investigación en Física	Análisis Estadístico de Datos (3) Instrumentación Avanzada (4,5) Resolución de Ecuaciones en Física (4,5)	Métodos Numéricos Avanzados (4,5) Física Estadística Avanzada (6)
Módulo II. Física Fundamental	Estructura de la Materia (4,5) Fluidos y Plasmas (3) Simetrías en Física (4,5) Teoría Cuántica de Campos (4,5) Interacciones Fundamentales (4,5) Relatividad General y Cosmología (4,5)	Física Atómica (4,5) Ampliación de Física Nuclear (4,5) Simetrías en Física (4,5) Ampliación de Mecánica Cuántica (4,5) Electrodinámica Cuántica (4,5) Partículas Fundamentales (4,5) Relatividad General y Gravitación (4,5)
Módulo III. Física y Tecnología de Materiales Avanzados	Materiales para la Nanotecnología (3) Electromagnetismo en Materiales Avanzados (4,5) Óptica Avanzada (4,5) Física y Aplicaciones de Sensores (4,5) Nanoelectrónica y Aplicaciones en Alta Frecuencia (4,5)	Propiedades Eléctricas y Magnéticas (4,5) Óptica Coherente (7,5) Óptica Cuántica (6) Dispositivos Electrónicos de Alta Frecuencia (9)
Módulo IV. Física Aplicada al Medio Ambiente y Sostenibilidad	Cambio Climático (4,5) Dinámica Atmosférica y Predicción Meteorológica (4,5) Optimización Termodinámica y Sostenibilidad (4,5)	Modelos Numéricos y Predicción Meteorológica (4,5) Climatología (6) Dinámica de la Atmósfera (6)

En el caso de la Universidad Complutense de Madrid, el plan de estudios de Licenciado en Física se estructuraba en cinco cursos y 304,5 créditos, de los cuales 153 en asignaturas troncales, 46,5 en obligatorias, 72 en optativas y 32 de libre elección. En el segundo ciclo, además de los 48 créditos en materias troncales y 6 en obligatorias, se ofertaban un gran número de materias optativas de las que se debían elegir 58,5 créditos, en el caso de configurar una especialidad intracurricular esos créditos debían corresponder a la oferta de dicha especialidad. En la oferta actual de másteres de la UCM podemos identificar un alto nivel de correspondencia entre el Máster en Astrofísica y la especialidad intracurricular de Astrofísica de la Licenciatura en Física. La práctica totalidad de las optativas de segundo ciclo pueden considerarse de nivel de Máster, un análisis más detallado se muestra en la tabla siguiente:



<b>Tabla V. Universidad Complutense de Madrid</b>	
<b>Asignaturas. Máster en Astrofísica (ECTS)</b>	<b>Licenciatura Especialidad astrofísica (créditos)</b>
Atmósferas Estelares (6)	Astrofísica Estelar (Atmósferas Estelares) (6)
Dinámica de Galaxias (6)	Dinámica Galáctica (4,5)
Fundamentos de Instrumentación Astronómica (6)	Técnicas Experimentales en Astrofísica (4,5)
Medio Interestelar (6)	Astrofísica del Medio Interestelar (4,5)
Astrofísica Extragaláctica y Cosmología (6)	Astrofísica Extragaláctica y Cosmología (6)
Instrumentación y Técnicas Experimentales en Astrofísica (6)	Ampliación de Técnicas Experimentales en Astrofísica (4,5)

En total debían cursarse 48 créditos optativos del ámbito de la Astrofísica y hasta completar los 58,5 créditos optativos de 2º ciclo se podían elegir entre el resto de la oferta general de materias optativas. Un análisis similar se puede realizar en las otras especialidades intracurriculares. Los estudiantes que no desearan cursar una especialidad específica debían **elegir los 58'5 créditos optativos entre todas las materias optativas de 2º ciclo de la licenciatura**, todas ellas pueden considerarse de nivel de Máster.

En cuanto a las materias troncales, de la información recogida en la Tabla VI, se puede concluir que en prestigiosas universidades europeas, todas se corresponden con el nivel de Máster.

Un análisis comparativo en tres universidades en las que se ofertaba el título de Licenciado en Física demuestra que el número y diversidad de planes de estudio de la licenciatura en Física, en algunos casos con itinerarios/especialidades ligados a las materias optativas, no hacen viable contemplar toda la casuística.

Del análisis realizado se puede concluir que el conjunto de materias troncales y optativas de segundo ciclo de los planes de estudio del título de Licenciado en Física se correspondían en su gran mayoría con el nivel de máster, garantizando que al menos 60 créditos se corresponden con el nivel de Máster.

### **3.2 Duración y carga horaria**

Para poder evaluar la carga lectiva correspondiente a los títulos de Licenciado en Física se debe tener en cuenta lo que se establecía en el Real Decreto 1497/1987, artículo 2, en donde se definía el crédito como la unidad de valoración de las enseñanzas y correspondía a 10 horas de enseñanza teórica, práctica o de sus equivalencias, asimismo, en artículo seis se establecía que la carga lectiva oscilaría entre 20 y 30 horas semanales, incluidas las enseñanzas prácticas, con una carga lectiva de entre 60 y 90 créditos por año académico. El RD 779/1998, modificó el RD 1497/1987, en el sentido de que *"un crédito corresponderá a 10 horas de enseñanza teórica, práctica o de sus equivalencias, entre las que podrán incluirse actividades académicas dirigidas"*. Asimismo señalaba *"En ningún caso, salvo que se trate de enseñanzas en Universidades a distancia, el porcentaje del crédito correspondiente a las actividades"*

*académicas dirigidas será superior al 30 por cien". Se puede concluir que cada uno de los créditos suponían entre 7 y 10 horas de actividades presenciales. Estos créditos no contemplaban la valoración del tiempo de estudio y el trabajo realizado por los estudiantes ni otras actividades como los exámenes, como sí se contemplan actualmente en los créditos ECTS. La actual ordenación de las enseñanzas universitarias se articula sobre la base de los créditos ECTS, definidos en el **Real Decreto 1125/2003**. Los créditos ECTS miden el número de horas totales de trabajo que el estudiante debe dedicar para superar la materia, de tal forma que un crédito ECTS constituye un número de horas de trabajo, decidido por cada universidad, pero comprendido entre 25 y 30 horas. Como consecuencia, no se puede realizar una traslación directa del número de créditos anteriores al número de ECTS, pero si se toma en consideración el concepto de ECTS, en el que se incluyen todas las actividades de aprendizaje y una estimación de entre 7 y 10 horas de actividades presenciales en cada crédito ECTS, como mínimo los anteriores créditos se pueden evaluar con el mismo número de ECTS.*

El Real Decreto 1393/2007, por el que se establece la ordenación de las Enseñanzas Universitarias, fija en 240 el número de créditos ECTS para los títulos de Grado y entre 60 y 120 el de los títulos de Máster. En consecuencia, considerados conjuntamente, el número mínimo de créditos ECTS entre el grado y el máster es de 300 ECTS. El **RD 43/2015**, de 2 de febrero, que modifica el RD 1393/2007, establece que los títulos de Grado tendrán entre 180 y 240 ECTS, pero **"para acceder a los estudios de doctorado será necesario estar en posesión de los títulos oficiales españoles de Grado, o equivalente, y de Máster universitario, o equivalente, siempre que se hayan superado, al menos, 300 créditos ECTS en el conjunto de estas dos enseñanzas"**. Como ya se ha comentado anteriormente, el **RD 1413/1990**, estableció para los títulos de Licenciado en Física un mínimo de 300 créditos, aunque en algunas universidades se estableció un número superior. La carga lectiva de los títulos de Licenciado en Física era de al menos 300 créditos, por tanto se cumple el requisito de equivalencia de al menos 300 créditos.

Considerando lo expuesto en este apartado y del análisis realizado en el apartado anterior se concluye que la carga lectiva de los planes de estudio de Licenciado en Física en las universidades españolas era de al menos 300 créditos e incluían, al menos, 60 créditos de nivel de máster.

### 3.3 Competencias

Por lo que respecta a las competencias, no se han establecido con carácter normativo para los másteres oficiales en este campo. Sin embargo, en el **Real Decreto 1393/2007**, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, en el Anexo I, apartado 3, se indica que en la memoria para la solicitud de verificación de títulos oficiales se deben contemplar las competencias generales y específicas que los estudiantes deben adquirir en sus estudios y con una referencia explícita a las que se describen en el MECES. En los títulos de Licenciado en Física no se definían las competencias a adquirir por los estudiantes, pero el hecho de que los licenciados en Física hayan accedido al mercado laboral y a los estudios de doctorado en universidades españolas y extranjeras permiten concluir que han adquirido las competencias generales y específicas al mismo nivel que las que logran quienes completan un máster en el ámbito de la Física.

En el Libro Blanco del Grado en Física (2004) se recogen los resultados de una encuesta de inserción laboral que demostraban la elevada empleabilidad de los licenciados en Física, el paro se estabilizaba en torno a un 6% al tercer año de la finalización de sus estudios y la actividad que desarrollaban un 28% en docencia universitaria, 24% en docencia no universitaria, 19% informática y telecomunicaciones, 8% industria, 6% consultoría, 4% en administración pública 2% banca y finanzas y el restante 9% en otros sectores. Los datos de empleabilidad y la variedad de sectores en los que desarrollaban sus actividades venían a reafirmar la adquisición de las competencias a las que hemos hecho referencia.

### 3.4. Efectos académicos

De acuerdo con el *Real Decreto 185/1985*, los licenciados en Física tenían acceso directo a los programas de doctorado. En el artículo 5.1 se establecía que: ***“Los aspirantes podrán acceder a cualquier programa de doctorado relacionado científicamente con su curriculum universitario y en cualquier universidad, previa admisión efectuada conforme a lo dispuesto en el apartado siguiente de este artículo. En todo caso deberán estar en posesión del título de Licenciado, Arquitecto o Ingeniero”***. En el Real Decreto 778/1998, en su artículo 1.1 se establecía un único requisito, adicional al de superar los propios estudios de doctorado, para obtener el título de doctor: ***“estar en posesión del título de Licenciado, Arquitecto, Ingeniero o equivalente u homologado”***.

Con la introducción del EEES aparecen el *Real Decreto 56/2005*, el *Real Decreto 1393/2007*, derogado en las enseñanzas de doctorado por el *Real Decreto 99/2011*, y modificado parcialmente por el *Real Decreto 534/2013* y por el *Real Decreto 96/2014*. La disposición transitoria tercera del *Real Decreto 56/2005* contemplaba el acceso a los programas de posgrado de los titulados conforme a sistemas de educación universitaria anteriores al EEES, y establecía que podían ser admitidos a los programas oficiales de posgrado. Asimismo, en el artículo diez, establecía que para la consecución del título de doctor, debía realizarse y defenderse con evaluación positiva la tesis doctoral tras haberse obtenido 60 créditos ECTS en programas oficiales de postgrado.

Por lo que respecta a las normas de acceso al periodo de formación de los estudios de doctorado del Real Decreto 1393/2007, ya derogadas, el artículo 19 establecía las mismas condiciones que para el acceso a los estudios de máster, acceso que la disposición adicional cuarta reconocía a todos los poseedores del título de Licenciado, Arquitecto o Ingeniero, autorizando a la vez a las universidades a reconocer parte de estos títulos como créditos de los nuevos estudios.

Por su parte, el *Real Decreto 99/2011* establece en su artículo 6.2 que tendrán acceso a un programa oficial de doctorado todos los estudiantes poseedores de títulos universitarios que hayan superado un mínimo de 300 créditos ECTS, al menos 60 de los cuales debían ser de nivel de máster. El *Real Decreto 43/2015* modifica el apartado 1 del artículo 6 que queda redactado de la siguiente manera: ***“Con carácter general, para el acceso a un programa de doctorado será necesario estar en posesión de los títulos oficiales españoles de Grado, o equivalente, y de Máster universitario, o equivalente, siempre que se hayan superado, al menos, 300 créditos ECTS en el conjunto de estas dos enseñanzas”***. De acuerdo con lo señalado en los sub apartados 3.1 y 3.2 del presente informe, este es el caso en el que se encuentran los Licenciados en Física con títulos expedidos anteriormente a la entrada en vigor del EEES.

En consecuencia, y por lo que se refiere a los efectos académicos de acceso al nivel de doctorado, los poseedores del título oficial de Licenciado en Física siempre han tenido acceso directo a los programas de doctorado, tanto anteriores al EEES como posteriores, incluyendo los actuales.

### 3.5. Referentes comparados

Con el objetivo de identificar referentes externos de las materias consideradas de nivel de máster en los planes de estudios de Licenciado en Física, hemos realizado un análisis comparativo con los programas de máster que, en el campo de la Física, se imparten en tres universidades del ámbito del EEES: Université de Louvaine, Università degli Studi di Padova y Université de Paris 6- Pierre et Marie Curie.

La comparación de los contenidos de los estudios de máster de algunas universidades del ámbito del EEES contribuye a reforzar el carácter de nivel de máster de las materias/ asignaturas troncales y optativas de los planes de estudio considerados. Hemos utilizado como referencia los siguientes másteres:

- Master en Sciences Physiques , Université de Louvaine.
- Corso di Laurea Magistrale in Fisica, Università degli Studi di Padova.
- Corso di Laurea Magistrale in Astrofisica, Università degli Studi di Padova.
- Master sciences et technologies, Mention Physique et Applications, Université de Paris VI

**Tabla VI. Comparación de las materias de la licenciatura con los contenidos de los estudios de máster de algunas universidades del ámbito del EEES**

<b>Materias Troncales y Optativas Licenciatura</b>	<b>Louvain la Neuve</b>	<b>Università degli Studi di Padova</b>	<b>Máster París 6</b>
Mecánica cuántica			Mécanique quantique
Electrodinámica Clásica			Théorie classique des champs
Física Estadística			Mécanique statistique
Física de Estado Sólido		Fisica dello Stato Solido	Physique des solides
Física Nuclear y de Partículas	Physique nucléaire I et physique du neutron	Fisica Nucleare	Physique Nucléaire et des particules
Mecánica Teórica		Meccanica Hamiltoniana	
Electrónica		Elettronica Applicata	
Física Atómica y Molecular			Physique atomique et moléculaire
Astrofísica y Cosmología		Istituzioni di Astrofisica e Cosmologia	Astrophysique et Cosmologie
Gravitación		Relatività Generale	Gravitation
Física de Partículas	Physique des particules élémentaires I	Istituzioni di Fisica Subnucleare	
Teoría Cuántica de campos	Théorie quantique des champs I Mécanique quantique relativiste	Introduzione all'Elettrodinamica Quantistica Física Teórica	
Mecánica Cuántica Avanzada		Teoría dei Campi 1	
Métodos de Simulación	Simulation numérique en physique		
Física No – lineal y Sistemas dinámicos	Introduction à la dynamique non lineaire		
Dinámica Galáctica		Galaxy Dynamics	
Astrofísica del Medio Interestelar		Astrofisica del Mezzo Interstellare	
Astrofísica Extragaláctica y Cosmología		Cosmology	
Astronomía Observacional		Astronomia Generale	
Técnicas Experimentales en Astrofísica		Laboratorio di Astrofisica	

Como se puede observar, las materias troncales contenidas en el segundo ciclo de la licenciatura en Física, se corresponden con materias similares en los másteres considerados, reafirmando el criterio adoptado anteriormente.

#### 4. Conclusión

Se ha realizado un detallado análisis del título oficial de Licenciado en Física al objeto de establecer el nivel de correspondencia con el MECES.

Teniendo en cuenta los contextos educativos y normativos en los que hemos realizado este estudio de correspondencia se ha constatado lo siguiente:

- No hay diferencias significativas entre la duración, carga horaria y contenidos constatando que las enseñanzas son sensiblemente similares.
- Ambos tipos de estudios producen los mismos efectos académicos: el acceso al nivel 4 (doctorado) del MECES.
- La comparación con estudios similares impartidos por instituciones internacionales de enseñanza universitaria del ámbito del Espacio Europeo de Educación Superior, avala el nivel de máster del título oficial de Licenciado en Física.

Se concluye que el título oficial de Licenciado en Física previo a la entrada en vigor del EEES **se corresponde, sin ningún tipo de reserva, con el nivel 3 del MECES (Máster)**, tal y como se describe en el artículo 7 del Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio.

Madrid, a 27 de abril de 2015

PROPONE:



José Manuel Bayod  
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE CIENCIAS  
DEL PROYECTO MECES DE ANECA

APRUEBA

Rafael Van Grieken  
EL DIRECTOR DE ANECA

## Anexo de normativa y documentación

### Normativa mencionada en este informe

**Real Decreto 185/1985**, de 23 de enero, por el que se regula el tercer ciclo de estudios universitarios, la obtención y expedición del título de Doctor y otros estudios postgraduados (BOE de 16 de febrero).

**Real Decreto 1497/1987**, de 27 de noviembre, por el que se establecen directrices generales comunes de los planes de estudio de los títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional (BOE de 14 de diciembre).

**Real Decreto 1413/1990**, de 26 de octubre, estableció el título oficial de Licenciado en Física y las directrices generales propias de los planes de estudio que debían cursarse para su obtención y homologación. (BOE de 20 de noviembre)

**Real Decreto 1954/1994**, de 30 de septiembre, sobre homologación de títulos a los del Catálogo de Títulos Universitarios Oficiales, creado por el Real Decreto 1497/1987, de 27 de noviembre (BOE de 17 de noviembre).

**Real Decreto 778/1998**, de 30 de abril, por el que se regula el tercer ciclo de estudios universitarios, la obtención y expedición del título de Doctor y otros estudios de postgrado (BOE de 1 de mayo).

**Real Decreto 779/1998**, de 30 de abril, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1497/1987, de 27 de noviembre, por el que se establecen las directrices generales comunes de los planes de estudio de los títulos universitarios de carácter oficial validez en todo el territorio nacional, modificado parcialmente por los Reales Decretos 1267/1994, de 10 de junio; 2347/1996, de 8 de noviembre, y 614/1997, de 25 de abril (BOE de 1 de mayo).

**Real Decreto 56/2005**, de 21 de enero, por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de Posgrado (BOE de 21 de octubre).

**Real Decreto 1393/2007**, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (BOE de 30 de octubre).

**Real Decreto 861/2010**, de 2 de julio, 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 de 3 de julio).

**Real Decreto 99/2011**, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado (BOE de 10 de febrero).

**Real Decreto 1027/2011**, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (BOE de 3 de agosto).

**Real Decreto 534/2013**, de 12 de julio, por el que se modifican los Reales Decretos 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales; 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado; y 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas (BOE de 13 de julio).

**Real Decreto 96/2014**, de 14 de febrero, por el que se modifican los Reales Decretos 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES), y 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (BOE de 5 de marzo).

**Real Decreto 967/2014**, de 21 de noviembre, por el que se establecen los requisitos y el procedimiento para la homologación y declaración de equivalencia a titulación y a nivel académico universitario oficial y para la convalidación de estudios extranjeros de

*educación superior, y el procedimiento para la determinar la correspondencia a los niveles del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior de los títulos oficiales de Arquitecto, Ingeniero, Licenciado, Arquitecto Técnico, Ingeniero Técnico y Diplomado* (BOE de 22 de noviembre).

**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, y el Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado (BOE de 3 de febrero).

#### **Otra normativa y documentación consultada**

**Real Decreto 1496/1987**, de 6 de noviembre, sobre obtención, expedición y homologación de títulos universitarios (BOE de 14 de diciembre).

**Real Decreto 1125/2003**, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional (BOE de 18 de septiembre).

**Libro Blanco del Título de Grado en Física**. ANECA, 2004.

**Planes de Estudios** de los títulos de Licenciado en Física de las Universidades de Santiago de Compostela, Salamanca y Complutense de Madrid, por considerarlos representativos del conjunto de los títulos oficiales de Licenciado en Física.

**Memorias de Verificación** de los títulos de Master Universitario en Física de las Universidades de Salamanca y Santiago de Compostela, y el Máster en Astrofísica de la Universidad Complutense de Madrid.

**Planes de Estudios** de los siguientes títulos de máster del EEES:

- Master en Sciences Physiques , Université de Louvaine.
- Corso di Laurea Magistrale in Fisica, Università degli Studi di Padova.
- Corso di Laurea Magistrale in Astrofisica, Università degli Studi di Padova.
- Master sciences et technologies, Mention Physique et Applications, Université de Paris VI