

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	Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación
Legislación Reguladora	Real Decreto 1438/1991
Conduce a profesión regulada	<input checked="" type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO

En la fecha que se indica, la Presidencia de la Comisión de Rama de Ingeniería y Arquitectura, 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 a 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 Ingeniería y Arquitectura 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 Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación, con los niveles del MECES establecidos en el Artículo 4 del *Real Decreto 1027/2011*.

La denominación del título universitario oficial de "Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación" quedó establecida mediante el *Real Decreto 50/1995*, si bien la denominación que consta en la legislación reguladora de este título (*Real Decreto 1438/1991*) es la de "Ingeniero Técnico en Aeronavegación".

Este informe ha sido elaborado a partir de las propuestas de informe realizadas por una subcomisión de expertos designada por ANECA, compuesta por tres miembros, uno de ellos seleccionado por la agencia, otro por la Conferencia de Directores de Escuelas, y finalmente, uno propuesto por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Aeronáuticos.

Dicha subcomisión de expertos ha elevado a la Comisión de Rama de Ingeniería y Arquitectura, de forma conjunta, una propuesta de informe elaborada por el Presidente del Colegio Profesional y otras 5 propuestas de informe, una por cada uno de los cinco títulos incluidos en el Catálogo Oficial de Títulos relacionados con el título de Ingeniero Técnico Aeronáutico, elaboradas, de forma consensuada, por los otros dos miembros de la Subcomisión.

Todos los informes elevados por la Subcomisión han sido realizados conforme al artículo 22 del citado Real Decreto, y consideran la formación adquirida para la obtención del título cuya correspondencia a nivel MECES se pretende, así como su duración o carga horaria.

La Comisión de Rama de Ingeniería y Arquitectura del proyecto MECES, teniendo en cuenta que el resultado de adscripción al nivel de MECES es el mismo en las diferentes propuestas de informe y por tanto, la conclusión es exactamente la misma, decide, por unanimidad,

asumir los cinco informes elaborados por dos de los miembros de la subcomisión, por considerar que incluyen una mejor y más completa argumentación de la conclusión final y responden a la solicitud del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) a ANECA de elaborar cinco informes de correspondencia, uno por cada uno de los títulos del Catálogo Oficial de Títulos.

A continuación se detalla un breve CV de los miembros de la mencionada subcomisión:

Damián Rivas Rivas (Presidente de la Subcomisión) es Ingeniero Aeronáutico y Doctor Ingeniero Aeronáutico por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y PhD por la Case Western Reserve University (Cleveland, Ohio, EE.UU.). Es Catedrático de Ingeniería Aeroespacial, adscrito al Departamento de Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI) de la Universidad de Sevilla, donde imparte clases de Mecánica del Vuelo y de Navegación Aérea. Tiene concedidos cinco tramos de investigación (sexenios). Actualmente es coordinador científico de la ComplexWorld Network de SESAR-Eurocontrol y responsable del Grupo de Ingeniería Aeroespacial (TEP 945) del PAIDI. También es miembro de las Comisiones de Planes de Estudio y de Seguimiento de la Titulación de Ingeniero Aeronáutico de la ETSI. Anteriormente fue Subdirector de Extensión Universitaria y Relaciones Exteriores y Adjunto a la Dirección para Relaciones Exteriores (1993-1999) de la E.T.S.I. Aeronáuticos (ETSIA) de la UPM, representante de la ETSIA (1996-2003) en el Management Group del Consorcio ECATA (European Consortium for Advanced Training in Aerospace) y miembro del Physical Sciences Working Group de la Agencia Espacial Europea (2003-2006).

Miguel Ángel Barcala Montejano es Ingeniero Aeronáutico y Doctor Ingeniero Aeronáutico por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Es Profesor Titular de Ingeniería Aeroespacial (Helicópteros y Mecánica del Vuelo), adscrito al Departamento de Aeronaves y Vehículos Espaciales de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio (ETSIAE) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Actualmente es el Director del Departamento de Aeronaves y Vehículos Espaciales de la ETSIAE de la UPM. Anteriormente fue Director de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica (EUITA), desde diciembre de 2006 a noviembre de 2014 y Presidente de la Comisión Gestora de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio (ETSIAE) desde marzo de 2010 hasta noviembre de 2014 en semestres alternativos con el Director de la ETSIA. Fue responsable de la comisión para la creación de los planes de estudios para la obtención de los títulos de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidades en Aeromotores, en Aeropuertos, en Aeronaves, en Aeronavegación y en Equipos y Materiales Aeroespaciales (Plan del 2002) en la EUITA de la UPM. Ha sido copresidente de la comisión para la creación de la Memoria para la Homologación de la Titulación de Graduado en Ingeniería Aeroespacial y del Master Universitario en Ingeniería Aeronáutica en la ETSIAE de la UPM.

Miguel Ángel González Pérez, es Ingeniero Técnico Aeronáutico por la UPM, Ingeniero Industrial por la UNED, Master en Sistemas y Redes de Telecomunicación por la UPM. Ingeniero Europeo (Eur Ing) por la Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Ingenieros (FEANI), (Grado) Ingeniero Aeroespacial ULE. Profesor titular de la Escuela de Transmisiones del Ejército del Aire, durante 5 años, Jefe de Estudios accidental de la Escuela de Transmisiones del Ejército del Aire, durante 1 año, Profesor de la Escuela de Organización Industrial del Ministerio de Industria, impartiendo docencia en Master en Electrónica Aplicada durante 2 años. Profesor y Director Externo de la Universidad Europea de Madrid en el Master en Seguridad Aérea y Mantenimiento de Aeronaves. Desde 2003 es el Decano-Presidente del Colegios Oficial de Ingenieros Técnicos Aeronáuticos de España.

Es Académico de Número de la Muy Ilustre Academia de Ciencias, Tecnología y Humanidades y Miembro de la Comisión de Expertos de la Dirección General de Aviación Civil. Fue miembro del Grupo de Trabajo de los Estados Mayores para la Redacción del documento EFA REQUIREMENTS SPECIFICATION (ESR) para los sistemas de aviónica y radar del Programa EFA, Miembro del Grupo de Trabajo de Infraestructura del Programa HELIOS (Satélite de Reconocimiento y Captación de Imágenes de la Tierra), y Miembro del Grupo de

Telecomunicaciones del Instituto Español de Estudios Estratégicos, del Centro Superior de Estudios de la Defensa.

La actividad profesional la ha desarrollado en Ingeniería de Mantenimiento de Sistemas y Equipos de Aviónica, Electricidad industrial, Motores y Generadores, Centrales Eléctricas. Ha sido inspector de Aeronavegabilidad del Mando de Material del Ejército del Aire, jefe del Departamento de Rotables y Componentes de la Maestranza Aérea de Sevilla, jefe del Negociado de Programas Especiales de la Maestranza Aérea de Sevilla, jefe del Departamento de Guerra Electrónica de la Escuela de Transmisiones del Ejército del Aire, jefe de Programas de la Empresa Pública INISEL, jefe de Proyecto de Modificación y de Instalación de sistemas de Guerra Electrónica, Responsable de la ingeniería de Modificación de aviones de Guerra Electrónica de la Empresa INDRA. Jefe de la Sección de Apoyo Técnico del Centro de Inteligencia Aérea. Responsable de Ingeniería y Mantenimiento de los sistemas y equipos de Guerra Electrónica, Tratamiento de Imágenes y Audiovisuales. Desde 1995 a 1999.

El informe se ha dividido en cuatro apartados: 1) Objeto, 2) Antecedentes, 3) Análisis de correspondencia y 4) Conclusiones.

2. Antecedentes: los estudios de Ingeniería Técnica Aeronáutica

El 15 de diciembre de 1939 se crea la Escuela de Ayudantes de Ingenieros Aeronáuticos dentro de la Real Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos del Ejército del Aire de Cuatro Vientos (Madrid). Esta Escuela otorgaba los títulos correspondientes a todas las especialidades incluyendo la especialidad de Química y desdoblando la de Aerotecnia en dos: Aeromotores y Aeronaves. El título se conseguía con la aprobación de tres cursos anuales más el Proyecto Fin de Carrera que ocupaba un semestre.

La Escuela de Ayudantes de Ingenieros Aeronáuticos se transforma en Escuela de Peritos Aeronáuticos de acuerdo con la Ley de Ordenación de Enseñanzas Técnicas, de 20 de julio de 1957, pasando en ese momento a depender del Ministerio de Educación y Ciencia.

El 9 de mayo de 1962 se aprueba el Plan de Estudios de la Escuela Técnica de Peritos Aeronáuticos, con el que comienza sus estudios en octubre de ese mismo año la primera promoción de Peritos Aeronáuticos.

La siguiente reforma de enseñanzas técnicas tuvo lugar en 1964 con la promulgación de la Ley 2/1964 de Reordenación de las Enseñanzas Técnicas. Esta Ley estableció la denominación de Ingeniero Técnico para los titulados de las Escuelas de Grado Medio. El espíritu de esta reforma era mejorar la formación de los Técnicos de Grado Medio y para ello se trató de asemejar los planes de estudios a los de los países de mayor desarrollo, lo que sin duda supuso un paso fundamental hacia la concepción de la Ingeniería Técnica.

Los planes de estudios derivados de esta ley, que regulan las distintas especialidades de la Ingeniería Técnica Aeronáutica, no quedaron establecidos hasta el año 1969. Estos nuevos planes de estudios exigían el Título de Bachiller Superior para acceder a las Escuelas Técnicas de Grado Medio y redujeron a tres años la duración de la carrera: un primer curso de carácter selectivo y dos años de especialización, finalizados los cuales se realizaría el Proyecto Fin de Carrera, en régimen de tutoría.

En febrero de 1969 se publicó un estudio titulado "La Educación en España: bases para una política educativa", popularmente conocido como "El Libro Blanco", que recogía las orientaciones educativas que servirían para la elaboración de la Ley General de Educación, promulgada el 4 de agosto de 1970, en las que se sentaban las bases para la reforma de la enseñanza.

A consecuencia de esta ley, según el Decreto 1377/1972, se elevaron a las Escuelas de Grado Medio a la categoría de Universitarias y como consecuencia la Escuela de Ingeniería Técnica Aeronáutica paso a denominarse Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica integrándose en la recién creada Universidad Politécnica de Madrid.

En cuanto a los nuevos planes de estudios derivados de la promulgación de la Ley General de la Educación, el Ministerio delegó su elaboración en las Juntas de Profesores de las distintas Escuelas, exigiendo como requisito, para poder llevarlos a la práctica, contar con la conformidad de los órganos rectores de las distintas Universidades.

Así, en la Junta de Profesores del 20 de julio de 1971 se acordó por unanimidad solicitar al Ministerio de Educación y Ciencia la aprobación para iniciar en octubre de ese mismo año, con carácter experimental, el nuevo plan de estudios denominado Plan 71. Este plan mantenía la misma duración de los estudios que el Plan 1969, pero aumentaba la carga lectiva de los distintos cursos. El Plan 71 establecía las siguientes especialidades:

- A. Aeronaves
- B. Aeromotores
- C. Navegación y Circulación Aérea
- D. Aeropuertos y Transporte Aéreo
- E. Materiales Aeronáuticos y Armamento Aéreo

Este Plan se mantuvo vigente hasta que en el B.O.E. de 12 de abril de 2002 (*Resolución 7076/2002*), de acuerdo con la *Ley Orgánica 11/1983* de Reforma Universitaria y los decretos que la desarrollan, se publicaron los cinco Planes de Estudios siguientes:

- Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronaves
- Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeromotores
- Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación
- Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeropuertos
- Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Equipos y Materiales Aeroespaciales

En el B.O.E. de 12 de septiembre de 2005 (*Resolución 15151/2005*) se publica una modificación, común a los cinco Planes de Estudios, que afecta a la ordenación temporal de las asignaturas.

La Escuela más antigua y que ha sido la principal garante de que las sucesivas transformaciones se hayan producido de forma armoniosa, fue la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica de la Universidad Politécnica de Madrid.

Posteriormente a la Escuela de la Universidad Politécnica de Madrid se imparten las titulaciones de Ingeniero Técnico Aeronáutico en la Universitat Politècnica de Catalunya y en la Universidad de León.

En la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), la formación de los Ingenieros Técnicos Aeronáuticos se imparte en la Escuela Politécnica Superior de Castelldefels, que imparte los estudios de Ingeniería Técnica Aeronáutica en la especialidad de Aeronavegación. Los estudios fueron aprobados en el BOE del 4 de febrero de 1995 y se ofertaron los estudios en el curso 2002/03, saliendo la primera promoción en el año 2005.

En la Universidad de León, la formación de los Ingenieros Técnicos Aeronáuticos se imparte en la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática. En el BOE del 29 de noviembre de 2005, por resolución de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación, se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros del 18 de septiembre de 2005, que homologa el título de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeromotores, de la Universidad de León. Los estudios se ofertaron en el curso 2005/06 saliendo, la primera promoción en el año 2008.

Aun cuando son 3 las Universidades que imparten alguna titulación relativa a la profesión de Ingeniería Técnica Aeronáutica, para tener una imagen representativa de la Ingeniería Técnica Aeronáutica, especialidad en Aeronavegación, se ha tomado como referencia el plan de estudios de la Universidad Politécnica de Madrid conforme a las directrices generales del *Real Decreto 1438/1991*.

3. Análisis de la correspondencia con el nivel 2 del MECES

En este apartado se analizan los tres factores principales utilizados para determinar la correspondencia del título oficial de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación, con el nivel 2 del MECES. Estos factores son los siguientes: 1) la formación adquirida con los planes de estudios de dicho título, 2) el acceso a los estudios de máster y 3) el reconocimiento aportado por indicadores externos de ámbito internacional.

3.1. Formación adquirida

Para establecer si la formación científica, técnica y transversal otorgada por el título oficial de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación, anterior al EEES se corresponde con el nivel 2 del MECES, se han comparado las directrices generales comunes de los planes de estudios establecidas por el *Real Decreto 1497/1987* y las directrices generales propias de estos títulos establecidas por el *Real Decreto 1438/1991*, con los requisitos formativos que los *Reales Decretos 1393/2007* y *1027/2011* exigen en general a los títulos de Grado y en particular a la *Orden CIN/308/2009*.

La comparación se ha centrado en los siguientes puntos:

- Correspondencia de contenidos, competencias específicas y carga horaria.
- Correspondencia de las competencias generales.
- Correspondencia de duración de los estudios.

3.1.1. Correspondencia de contenidos, competencias específicas y carga horaria en los planes de estudios.

La comparación directa no es posible debido a que el *Real Decreto 1438/1991* especifica las materias que necesariamente debía incluir el plan de estudios (materias troncales) y el número mínimo de créditos que debía dedicarse a cada materia troncal, mientras que la *Orden CIN/308/2009* especifica el número mínimo de créditos ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System) que el plan de estudios debe asignar globalmente a módulos de materias, compuestos por un conjunto de competencias que el estudiante debe adquirir.

El sistema de educación superior español adaptado al EEES se articula sobre la base de créditos ECTS, definidos por el *Real Decreto 1125/2003*. Los créditos ECTS miden el número de horas totales de trabajo que el alumno debe dedicar para superar la materia, de tal forma que 1 crédito ECTS es un número fijo de horas de trabajo, decidido por cada universidad, pero comprendido entre 25 y 30. En dichas horas está incluido el tiempo de clase, tiempo de estudio personal y el tiempo dedicado a exámenes. No obstante, como es preciso confeccionar horarios de clase y realizar la programación docente de cada curso, en las Escuelas de Ingeniería Técnica Aeronáutica se ha tomado, de forma bastante general aunque flexible, que 1 crédito ECTS equivale aproximadamente a 10 horas de clase.

Por otro lado, la carga lectiva de los créditos previa a la adaptación al EEES, se define en el *Real Decreto 1497/1987*, donde se establecen las directrices generales comunes, de tal forma que 1 crédito representaba 10 horas de clase presencial.

La *Orden CIN/308/2009* especifica que deberá cursarse un bloque de formación básica de 60 créditos ECTS como mínimo, un bloque común a la rama aeronáutica de 60 créditos ECTS como mínimo, un bloque completo de 48 créditos ECTS como mínimo, correspondiente a cada ámbito de tecnología específica, y finalmente realizarse un Trabajo Fin de Grado de 12 créditos ECTS. A continuación se describen y codifican las competencias que deben adquirirse de cada bloque.

Competencias de la formación básica

- B1.** Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
- B2.** Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- B3.** Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.
- B4.** Capacidad para comprender y aplicar los principios de conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería.
- B5.** Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador.
- B6.** Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas.

Competencias comunes a la rama aeronáutica

- C01.** Comprender el comportamiento de las estructuras ante las solicitaciones en condiciones de servicio y situaciones límite.
- C02.** Comprender los ciclos termodinámicos generadores de potencia mecánica y empuje.
- C03.** Comprender la globalidad del sistema de navegación aérea y la complejidad del tráfico aéreo.
- C04.** Comprender como las fuerzas aerodinámicas determinan la dinámica del vuelo y el papel de las distintas variables involucradas en el fenómeno del vuelo.
- C05.** Comprender las prestaciones tecnológicas, las técnicas de optimización de los materiales y la modificación de sus propiedades mediante tratamientos.
- C06.** Comprender los procesos de fabricación.
- C07.** Comprender la singularidad de las infraestructuras, edificaciones y funcionamiento de los aeropuertos.
- C08.** Comprender el sistema de transporte aéreo y la coordinación con otros modos de transporte.
- C09.** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los principios de la mecánica del medio continuo y las técnicas de cálculo de su respuesta.
- C10.** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los conceptos y las leyes que gobiernan los procesos de transferencia de energía, el movimiento de los fluidos, los mecanismos de transmisión de calor y el cambio de materia y su papel en el análisis de los principales sistemas de propulsión aeroespaciales.
- C11.** Conocimiento adecuado y aplicado a la ingeniería de: Los elementos fundamentales de los diversos tipos de aeronaves; los elementos funcionales del sistema de navegación aérea y las instalaciones eléctricas y electrónicas asociadas; los fundamentos del diseño y construcción de aeropuertos y sus diversos elementos.
- C12.** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos; los principios básicos del control y la automatización del vuelo; las principales características y propiedades físicas y mecánicas de los materiales.
- C13.** Conocimiento aplicado de: la ciencia y tecnología de los materiales; mecánica y termodinámica; mecánica de fluidos; aerodinámica y mecánica del vuelo; sistemas de navegación y circulación aérea; tecnología aeroespacial; teoría de estructuras; transporte aéreo; economía y producción; proyectos; impacto ambiental.

Competencias de tecnología específica de Aeronavegación

- A1.** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los elementos funcionales básicos del sistema de Navegación Aérea; las necesidades del equipamiento embarcado y terrestre para una correcta operación.
- A2.** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Las instalaciones eléctricas y electrónicas.
- A3.** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de sostenibilidad, mantenibilidad y operatividad de los sistemas de navegación aérea
- A4.** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Las operaciones de vuelo de los sistemas aeroespaciales; el impacto ambiental de las infraestructuras; la planificación, diseño e implantación de sistemas para soportar la gestión del tráfico aéreo.

A5. Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los métodos de cálculo y de desarrollo de la navegación aérea; el cálculo de los sistemas específicos de la aeronavegación y sus infraestructuras; las actuaciones, maniobras y control de las aeronaves; la normativa aplicable; el funcionamiento y la gestión del transporte aéreo; los sistemas de navegación y circulación aérea; los sistemas de comunicación y vigilancia aérea.

A6. Conocimiento aplicado de: Transmisores y receptores; Líneas de transmisión y sistemas radiantes de señales para la navegación aérea; Sistemas de navegación; Instalaciones eléctricas en el sector tierra y sector aire; Mecánica del Vuelo; Cartografía; Cosmografía; Meteorología; Distribución, gestión y economía del transporte aéreo.

Competencias del Trabajo Fin de Grado

TFG. Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería Aeroespacial de naturaleza profesional en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas.

Tal y como recoge la *Resolución 7076/2002* de la Universidad Politécnica de Madrid, el plan de estudios de la titulación de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación, dedicaba créditos adicionales a las materias troncales, así como créditos obligatorios con clara correspondencia a las competencias básicas, comunes, de tecnología específica y al Trabajo Fin de Grado (TFG) de la *Orden CIN/308/2009*.

A continuación se analiza la correspondencia entre las horas equivalentes de los créditos troncales y obligatorios con las competencias de la *Orden CIN/308/2009*.

En primer lugar, la comparación entre las materias troncales con las competencias de la *Orden CIN/308/2009* se resume en la Tabla 1. La primera columna indica las materias troncales que establece el *Real Decreto 1438/1991*; la segunda indica el número real de horas de clase (*Resolución 7076/2002*) y el número mínimo de horas de clase (*Real Decreto 1438/1991*); y la tercera recoge las competencias específicas de la *Orden CIN/308/2009* que se corresponden con cada materia troncal en virtud de su ámbito temático y su nivel taxonómico. A continuación, la comparación entre las materias obligatorias de la *Resolución 7076/2002* con las competencias de la *Orden CIN/308/2009* se resume en la Tabla 2.

El porcentaje distinto de 100%, añadido al código de la competencia, indica la distribución porcentual de cada materia troncal u obligatoria entre las diferentes competencias con que se corresponde cuando no es con una sola. Estos porcentajes son el resultado de una estimación basada en el ámbito temático y el nivel taxonómico de cada competencia. La estimación ha sido ajustada teniendo en cuenta los valores obtenidos del plan de estudios tomado como referencia de la Universidad Politécnica de Madrid.

Tabla 1. Correspondencia entre las materias troncales del *Real Decreto 1438/1991* y de la *Resolución 7076/2002* y las competencias específicas de la *Orden CIN/308/2009*

<i>Real Decreto 1438/1991</i> y <i>Resolución 7076/2002</i>		<i>Orden CIN/308/2009</i>
Materias troncales	Horas (Mínimo de horas)	Competencias
Ciencia y Tecnología de los Materiales.- Introducción a la ciencia de los materiales y sus propiedades. Aleaciones plásticas, materiales compuestos, materiales ferromagnéticos y diamagnéticos.	60 (60)	B4(20%) C05(40%) C12(20%) C13(20%)
Expresión Gráfica.- Técnicas de representación. Diseño asistido por computador.	90 (60)	B3(20%) B5(80%)

Fundamentos Físicos de la Ingeniería.- Fundamentos de mecánica y termodinámica. Electricidad y magnetismo. Acústica.	75 (60)	B2(100%)
Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería.- Álgebra lineal. Cálculo. Geometría. Ecuaciones diferenciales. Variable compleja. Fundamentos de estadística.	240 (120)	B1(100%)
Ingeniería de los Sistemas de Navegación Aérea.- Transmisores, receptores. Líneas de transmisión y sistemas radiantes de señales para la navegación aérea. Estudios de los distintos sistemas de navegación.	285 (150)	C03(10%) C07(10%) C08(10%) C11(10%) C13(10%) A1(10%) A4(20%) A6(20%)
Mecánica y Termodinámica.- Mecánica. Introducción a la mecánica de fluidos y aerodinámica. Procesos termodinámicos.	180 (150)	B2(40%) C02(20%) C10(20%) C12(10%) C13(10%)
Proyectos.- Metodología, organización y gestión de proyectos. Impacto ambiental.	60 (60)	A4(10%) C13(10%) TFG(80%)
Sistemas de Navegación y Circulación Aéreas.- Circuitos eléctricos y electrónicos. Navegación y Circulación Aérea. Instalaciones eléctricas en aeropuertos y aeronaves. Cartografía. Cosmografía.	420 (180)	C03(10%) C07(10%) C08(10%) C11(10%) C13(10%) A1(10%) A2(10%) A3(10%) A5(10%) A6(10%)
Tecnología Aeroespacial.- Aeronaves. Planta propulsora. Equipos y sistemas de a bordo. Espacio aéreo.	75 (60)	C04(20%) C08(20%) C11(10%) C13(10%) A5(20%) A6(20%)
Teoría de Estructuras.- Mecánica de medios continuos. Resistencia de materiales. Estructuras reticuladas.	60 (60)	C01(40%) C09(40%) C13(20%)
Transporte Aéreo.- Introducción a los sistemas de transporte aéreo. Economía y gestión del transporte aéreo.	60 (60)	C07(10%) C08(30%) C13(10%) A5(25%) A6(25%)
Total horas	1605 (1020)	

Tabla 2. Correspondencia entre las materias obligatorias de la *Resolución 7076/2002* y las competencias específicas de la *Orden CIN/308/2009*

<i>Resolución 7076/2002</i>		<i>Orden CIN/308/2009</i>
Materias obligatorias	Horas	Competencias
Técnicas experimentales.- Medida de magnitudes. Errores. Interpretación y tratamiento de datos. Elaboración de resultados y presentación. Prácticas de laboratorio de Física y Química.	45	B3(40%) B4(40%) C06(20%)
Meteorología.- Atmósfera. Atmósfera estandar. Fenómenos que afectan a la Navegación Aérea.	45	A6(80%) TFG(20%)
Sistemas de Mando y Control.- Teoría clásica y de las variables de estado. Método de análisis y síntesis de los sistemas de control.	60	C04(20%) C12(40%) A5(40%)
Sistemas de Proceso de Datos.- Sistemas digitales de lógica cableada y programada. Sistemas Microprocesadores.	60	B3(100%)
Aviónica.- Comunicaciones, navegación y vigilancia de gestión del vuelo, sistemas de presentación en cabina.	90	A1(20%) A5(40%) A6(40%)
Desarrollo y Explotación del Sistema de Navegación Aérea.- Métodos y procedimientos de instalación de sistemas y equipos del sistema de navegación.	60	C06(20%) A3(40%) TFG(40%)
Economía y Gestión de Empresas Aeroespaciales.- Economía, Organización y Administración de Empresas.	75	B6(80%) C06(20%)
Inglés I.- El discurso técnico. Léxico aeronáutico. Los géneros académicos especializados.	45	
Proyecto Fin de Carrera.	45	TFG(100%)
Total horas	525	

Tras este análisis del plan de estudios tomado como referencia, en la Tabla 3 se resume el reparto de créditos ECTS equivalentes con los créditos de la *Orden CIN/308/2009*.

Tabla 3. Estimación del mínimo de créditos ECTS a las competencias específicas de la *Orden CIN/308/2009* que resultan de las materias troncales del *Real Decreto 1438/1991* y de la *Resolución 7076/2002*.

Competencias según <i>CIN/312/2009</i>	B1-B6	C01-C13	A1-A6	TFG
Mínimo nº ECTS según <i>CIN/312/2009</i>	60	60	48	12
Nº horas de clase impartidas (<i>Resolución 7076/2002</i>)	645	721,5	592,5	126
ECTS "extrapolados"	64,5	72,1	59,2	12,6

En este estudio no se han tenido en cuenta los créditos de libre configuración (la libre configuración fue concebida como una formación transversal, de carácter humanístico y

social, haciendo hincapié en mayor medida en las competencias transversales de la titulación, o en cualquier caso, la formación en empresa a través de prácticas).

Las cifras obtenidas muestran que el número mínimo de créditos ECTS que el título oficial de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación, regulados por el *Real Decreto 1438/1991* junto con la *Resolución 7076/2002* dedicaba a cada uno de los módulos de competencias requeridas por la *Orden CIN 308/2009* supera al mínimo que para cada módulo recoge dicha Orden.

El reparto interno de créditos ECTS dentro de cada módulo no está limitado por la *Orden CIN/308/2009*, pero el reparto deducido de las directrices generales *Real Decreto 1438/1991* y de la *Resolución 7076/2002* es muy coherente con la amplitud temática y el nivel taxonómico de las competencias específicas indicadas en la *Orden CIN/308/2009*.

3.1.2. Correspondencia de las competencias generales

De acuerdo con el Art. 6.1 del *Real Decreto 1027/2011*, el nivel de Grado se constituye en el nivel 2 del MECES, en el que se incluyen aquellas cualificaciones (o enseñanzas, según el Art 9.1 del *Real Decreto 1393/2007*) que tienen como finalidad la obtención por parte del estudiante de una formación general, en una o varias disciplinas, orientada a la preparación para el ejercicio de actividades de carácter profesional. Es de destacar que dicha finalidad guarda, en términos generales, una notable concordancia con el alcance de los planes de estudios de primer ciclo de las enseñanzas universitarias conformes al *Real Decreto 1497/1987*, que a su vez hacía referencia (Art. 3.2) tanto a enseñanzas básicas y de formación general como a la preparación para el ejercicio de actividades profesionales.

El artículo 6.2 del *Real Decreto 1027/2011* atribuye al nivel 2 del MECES, a través de los resultados del aprendizaje, las siguientes competencias generales:

M1 Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado una comprensión de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en su campo de estudio con una profundidad que llegue hasta la vanguardia del conocimiento;

M2 Poder, mediante argumentos o procedimientos elaborados y sustentados por ellos mismos, aplicar sus conocimientos, la comprensión de estos y sus capacidades de resolución de problemas en ámbitos laborales complejos o profesionales y especializados que requieren el uso de ideas creativas e innovadoras;

M3 Tener la capacidad de recopilar e interpretar datos e informaciones sobre las que fundamentar sus conclusiones incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, la reflexión sobre asuntos de índole social, científica o ética en el ámbito de su campo de estudio;

M4 Ser capaces de desenvolverse en situaciones complejas o que requieran el desarrollo de nuevas soluciones tanto en el ámbito académico como laboral o profesional dentro de su campo de estudio;

M5 Saber comunicar a todo tipo de audiencias (especializadas o no) de manera clara y precisa, conocimientos, metodologías, ideas, problemas y soluciones en el ámbito de su campo de estudio;

M6 Ser capaces de identificar sus propias necesidades formativas en su campo de estudio y entorno laboral o profesional y de organizar su propio aprendizaje con un alto grado de autonomía en todo tipo de contextos (estructurados o no).

Por otro lado, el *Real Decreto 1393/2007* (Anexo 1, apartado 3.2) indica, para el caso de los Grados, que como mínimo garantizarán las siguientes competencias básicas:

- Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio;

- Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio;
- Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética;
- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado;
- Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Es de destacar que existe una elevada coincidencia entre las exigencias planteadas por ambos reales decretos a los títulos de grado.

Estas competencias básicas no son exclusivas de ninguna rama científica o técnica, si bien necesitan desarrollarse y consolidarse en ámbitos temáticos específicos. No obstante, una vez adquiridas y ejercitadas, operan en cualquier ámbito temático con el que se esté mínimamente familiarizado. Su finalidad es orientar la inteligencia dotándola de capacidades de elevado nivel intelectual (asimilación del conocimiento como fuente de modelización teórica y de predicción de resultados, asociación y extrapolación intercontextual de ideas, hibridación de conocimientos, polivalencia científico-técnica, autonomía de aprendizaje, transmisión de ideas ágil, rigurosa y eficaz) y de alto compromiso ético hacia la sociedad y la naturaleza.

Para valorar la adquisición de las competencias generales del nivel de grado establecidas por el *Real Decreto 1027/2011*, se ha elaborado la Tabla 3, en donde se asignan concretamente las competencias generales a las materias troncales indicadas en el *Real Decreto 1438/1991* del título de Ingeniero Técnico Aeronáutico. En ella se señala con "X" aquellas materias que contribuyen de forma relevante a la adquisición de la competencia general correspondiente; en caso de ausencia de indicación la contribución es poco significativa.

Tabla 4. Correspondencia entre las materias troncales del <i>Real Decreto 1438/1991</i> y las competencias generales del Nivel 2 del MECES (<i>Real Decreto 1027/2011</i>)						
Materias troncales	Competencias generales nivel 2 MECES					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Ciencia y Tecnología de los Materiales.- Introducción a la ciencia de los materiales y sus propiedades. Aleaciones plásticas, materiales compuestos, materiales ferromagnéticos y diamagnéticos.	X	X				X
Expresión Gráfica.- Técnicas de representación. Diseño asistido por computador.	X	X				X
Fundamentos Físicos de la Ingeniería.- Fundamentos de mecánica y termodinámica. Electricidad y magnetismo. Acústica.						
Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería.- Álgebra lineal. Cálculo. Geometría. Ecuaciones diferenciales. Variable compleja. Fundamentos de estadística.						
Ingeniería de los Sistemas de Navegación Aérea.- Transmisores, receptores. Líneas de transmisión y sistemas radiantes de señales para la navegación aérea. Estudios de los distintos sistemas de navegación.	X	X	X	X		X

Mecánica y Termodinámica.- Mecánica. Introducción a la mecánica de fluidos y aerodinámica. Procesos Termodinámicos.	X	X				X
Proyectos.- Metodología, organización y gestión de proyectos. Impacto ambiental.	X	X	X	X	X	X
Sistemas de Navegación y Circulación Aéreas.- Circuitos eléctricos y electrónicos. Navegación y circulación aérea. Instalaciones eléctricas en aeropuertos y aeronaves. Cartografía. Cosmografía.	X	X				X
Tecnología Aeroespacial.- Aeronaves. Planta propulsora. Equipos y sistemas de a bordo. Espacio aéreo.	X	X	X	X		X
Teoría de Estructuras.- Mecánica de medios continuos. Resistencia de materiales. Estructuras reticuladas.	X	X				X
Transporte Aéreo.- Introducción a los sistemas de transporte aéreo. Economía y gestión del transporte aéreo.	X	X				X

Adicionalmente, las competencias adquiridas con la realización del Proyecto Fin de Carrera refuerzan las competencias adquiridas en la materia troncal *Proyectos*.

Por tanto, a la vista de la Tabla 4 se constata que las titulaciones de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación, definidas según el *Real Decreto 1438/1991*, proporcionan una formación general compatible con el nivel 2 de MECES, según el artículo 6 del *Real Decreto 1027/2011*.

3.1.3. Correspondencia en la duración de los estudios

Según el *Real Decreto 1438/1991*, el título oficial de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación, debe tener una carga lectiva superior a 180 créditos y de acuerdo con la *Resolución 7076/2002* de la Universidad Politécnica de Madrid, la carga lectiva del plan de estudios tomado como referencia ha sido de 240 créditos. Así pues, si bien los estudios de ingeniería técnica estaban planificados para superar 180 créditos en tres años, en la práctica se realizaban 240, un 33% más del mínimo establecido.

Por otro lado, si se suman los valores obtenidos en la Tabla 3, que incluye los ECTS equivalentes a la formación básica, común a la rama aeronáutica, tecnología específica y trabajo fin de grado, obtenemos una carga equivalente de 208,4 ECTS, superando el requisito de los 180 ECTS establecidos en la *Orden CIN/308/2009*.

Así pues, se puede concluir que la carga lectiva de los estudios del título oficial de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación, según el *Real Decreto 1438/1991* y los correspondientes planes de estudios de las Universidades españolas es equivalente a la carga lectiva establecida en el grado descrito por la *Orden CIN/308/2009*.

3.2. Acceso a los estudios de Máster.

En el contexto del EEES, el *Real Decreto 1393/2007* establece que:

- Las enseñanzas universitarias conducentes a la obtención de títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional se estructurarán en tres ciclos, denominados respectivamente Grado, Máster y Doctorado (Art. 8).
- Para acceder a las enseñanzas oficiales de Máster será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior

del EEES que faculten en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de Máster (Art. 16.1).

- Los títulos universitarios oficiales obtenidos conforme a planes de estudios anteriores a la entrada en vigor del *Real Decreto 1393/2007* mantendrán todos sus efectos académicos, y que los poseedores de un título oficial de Ingeniero Técnico podrán acceder a las enseñanzas oficiales de Máster sin necesidad de requisito adicional alguno, dejando a las universidades la posibilidad de exigir formación adicional en función de las titulaciones de origen y destino (Disposición adicional cuarta).

Complementariamente, la *Orden CIN/312/2009* establece (apartado 4.2 del Anexo) las condiciones de acceso al Máster que habilita para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Aeronáutico, contemplándose de forma explícita el acceso desde un título de Grado que habilite para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Aeronáutico.

Por todo ello, se constata que existe un paralelismo significativo entre los efectos académicos, en el sentido de que dan lugar a las mismas posibilidades de acceso al siguiente nivel académico de máster.

Dado que las enseñanzas oficiales de Máster se constituyen en el nivel 3 del MECES y las de Grado en el nivel 2, y considerando las posibilidades de acceso a Máster tanto desde un título de Grado como desde un título de Ingeniero Técnico, el paralelismo antes mencionado permite establecer la correspondencia del título de "Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación" al nivel 2 del MECES.

3.3. Indicadores externos de ámbito internacional.

Las escuelas que impartían las titulaciones de Ingeniería Técnica Aeronáutica, especialidad en Aeronavegación, han mantenido acuerdos de intercambio de estudiantes, dentro de los programas europeos SÓCRATES/ERASMUS, de Ingeniería Técnica con titulaciones de nivel de Grado (BSc) de las siguientes universidades europeas:

- RWTH Aachen (Alemania)
- FH Aachen (Alemania)
- TU München (Alemania)
- U. Stuttgart (Alemania)
- KHBO-Ostende (Bélgica)
- VUT Brno (Rep. Checa)
- Ecole Centrale Paris (Francia)
- ENSAM París (Francia)
- ENSMA Poitiers (Francia)
- Ecole Centrale Lyon (Francia)
- Paul Sabatier (Francia)
- Tarbes (Francia)
- Paris X (Francia)
- Université Bordeaux I (Francia)
- TU Delft (Países Bajos)
- InHooland Haarlem (Países Bajos)
- Miskolci (Hungría)
- Padua (Italia)
- Pol. de Torino (Italia)
- Linkopings (Suecia)
- Kingston (Reino Unido)
- Bristol (Reino Unido)
- Anadolu (Turquía)

En todos estos acuerdos existe un reconocimiento de las asignaturas de los planes de estudios de Ingeniería Técnica Aeronáutica, especialidad en Aeronavegación, con asignaturas de las correspondientes titulaciones extranjeras de nivel de Grado.

Estos referentes internacionales refuerzan la consideración de la titulación de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación, como equivalente al nivel de grado.

4. Conclusiones.

El título oficial de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación, previo a la entrada en vigor del EEES ha sido objeto de un pormenorizado análisis a fin de establecer su posible correspondencia con alguno de los niveles del MECES. El análisis se sustenta en la comparación de este título con el título de Grado en Ingeniería Aeroespacial establecido por la *Orden CIN/308/2009* (considerando la tecnología específica de Aeronavegación), por ser el título sucesor. La comparación se ha realizado analizando la formación y los efectos académicos de ambos títulos, así como su visibilidad exterior de reconocimiento por otras universidades.

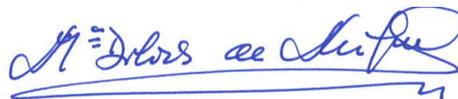
La comparación realizada ha permitido constatar lo siguiente:

- No hay diferencias significativas entre la formación adquirida para la obtención del título de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación, y los grados conformes a la *Orden CIN/308/2009* que incluyen la tecnología específica de Aeronavegación, porque las competencias específicas y generales que proporcionan las materias objeto de las enseñanzas no difieren ni en ámbito temático, ni en carga lectiva, y las duraciones de los planes de estudios son bastante similares.
- Ambos títulos producen los mismos efectos académicos: el acceso al nivel 3 del MECES (máster).
- Existen indicadores externos que reconocen directa e indirectamente el nivel de grado al título oficial de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación.

En consecuencia, se concluye que el título oficial de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación, previo a la entrada en vigor del EEES se corresponde, sin ningún tipo de reserva, con el **nivel 2 del MECES (grado)**.

Madrid, a 1 de Junio de 2015

PROPONE:



Mª Dolores de Miguel
PRESIDENTA DE LA COMISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
DEL PROYECTO MECES DE ANECA

APRUEBA



Rafael van Grieken
EL DIRECTOR DE ANECA

Anexo de normativa y documentación

En este anexo se recoge la normativa y la documentación mencionada en el informe.

Decreto 1377/1972, de 10 de mayo, sobre integración de las Escuelas de Arquitectura e Ingeniería Técnica en la Universidad como Escuelas Universitarias de Arquitectura Técnica e Ingeniería Técnica.

Ley 2/1964, de 29 de abril de 1964, sobre Reordenación de las Enseñanzas Técnicas (BOE de 1 de mayo).

Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria (BOE de 1 de septiembre).

Orden CIN/308/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Aeronáutico (BOE de 18 de febrero).

Orden CIN/312/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Aeronáutico (BOE de 18 de febrero).

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

Real Decreto 1438/1991, de 30 de agosto, por el que se establece el título universitario de Ingeniero Técnico en Aeronavegación y las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención de aquél (BOE de 11 de octubre).

Real Decreto 50/1995, de 20 de enero, por el que se modifica los Reales Decretos por los que se establecen determinados títulos universitarios oficiales de ingenieros técnicos y se aprueban las directrices generales propias de sus planes de estudio (BOE de 4 de febrero).

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).

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 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).

Resolución 7076 de 21 de marzo de 2002, de la Universidad Politécnica de Madrid, por la que se ordena la publicación de los planes de estudios para la obtención de los títulos de Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidades en Aeromotores, en Aeropuertos, en Aeronaves, en Aeronavegación y en Equipos y Materiales Aeroespaciales (BOE de 12 de abril).

Resolución 15151 de 10 de junio de 2005, de la Universidad Politécnica de Madrid, por la que se modifica el plan de estudios de Ingeniero Técnico Aeronáutico en las especialidades de Aeromotores, Aeropuertos, Aeronaves, Aeronavegación y Equipos y Materiales Aeroespaciales (BOE de 12 de septiembre).