

### ALEGACIONES AL INFORME DE EVALUACIÓN DE FECHA 27/01/2014

<b>Denominación del Título</b>	Máster Universitario en Ingeniería Aeronáutica por la Universitat Politècnica de València
<b>Universidad solicitante</b>	Universitat Politècnica de València

#### ASPECTOS A SUBSANAR

##### CRITERIO 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

La competencia CE25 no se puede alcanzar con los contenidos descritos en la materia

Aeronavegación, ya que no incluye contenidos de normativa aplicable a la navegación y circulación aérea ni certificación de sistemas de navegación aérea. Se debe subsanar este aspecto.

##### Contestación Master:

*(Apartado 5.5.1.3 Contenidos)*

Se modifican los contenidos de la materia de Aeronavegación para asegurar que se cubre la competencia CE25, en particular se profundiza en:

- Marco normativo internacional y nacional de la navegación y circulación aérea.
- Normativa y problemática de Certificación de Aeronavegabilidad.
- Certificación de sistemas de navegación aérea.
- Normativa y requerimientos de los sistemas de navegación basados en prestaciones (PBN) y de los sistemas de navegación GNSS; OACI, EUROCONTROL, RAIM, TSO-C129
- Normativas de certificación y metodologías de diseño certificables para sistemas de aeronavegación y control de vuelo: RTCA, DO-178B/C, DO-254, IEC61508, STANAG)

##### CONTENIDOS:

Sistemas de Gestión de Vuelo por Computador.

- Métodos avanzados de estimación de posición: filtrado y fusión de sensores.
- Métodos de guiado en autopilotos y aeronaves no tripuladas.
- Control de aeronaves: modos de control, técnicas avanzadas de control.
- Sistemas de alerta y evitación de colisiones: TCAS y métodos sense and avoid.
- El Computador de Gestión del Vuelo (FMC).
- Bases de Datos de Navegación. Definición de rutas y tipos de tramos.
- El proceso de certificación de los sistemas de control de vuelo.
- Modelos para identificación de conflictos y riesgos de colisión

- Normativas de certificación y metodologías de diseño certificables para sistemas de navegación aérea y control de vuelo.
- Sistemas Avanzados de Navegación y Control de Tráfico Aéreo.
- Definición de requisitos operacionales de sistemas e instalaciones CNS/ATM (Communications, Navigation, Surveillance/Air Traffic Management). Proyecto e instalación de sistemas CNS. (E20)
- Marco normativo internacional y nacional de la navegación y circulación aérea.
- Normativa para la Certificación de Aeronavegabilidad.
- Normativa y requerimientos de los sistemas de navegación basados en prestaciones (PBN) y de los sistemas de navegación GNSS.
- Sistemas de Navegación Global por Satélite (GNSS).
- Evolución de la gestión del tráfico aéreo ATM: gestión de flujos de tráfico aéreo (ATFM)
- Nuevos paradigmas de operaciones basadas en trayectorias.
- Nuevas tendencias en sistemas de vigilancia: sistemas ADS-B.
- Problemática de certificación e integración de UAVs y RPAS en el espacio aéreo.

Se debe revisar la descripción de los contenidos de las diferentes materias. Concretamente observamos los siguientes problemas:

- materia VEHICULOS AEROESPACIALES: incluye la definición de la competencia CE1 como contenido.

**Contestación Master:**

*(Apartado 5.5.1.3 Contenidos)*

Se modifican los contenidos de la materia de Vehículos Aeroespaciales.

CONTENIDOS:

- Diseño preliminar de aviones de transporte y aeronaves de ala giratoria. Configuración y arquitectura de las aeronaves, incluyendo elementos estructurales, sub-sistemas y equipos de a bordo. Cálculo de sus principales actuaciones y características másicas, aerodinámicas y propulsivas. (E1)
- Consideraciones de inspección, certificación de la aeronavegabilidad tanto inicial como continuada (mantenimiento) de aeronaves durante la fase de diseño.
- Arquitectura y construcción de la aeronave y sus sistemas. Estudio de los ensayos necesarios para la verificación del cumplimiento con los requisitos de certificación
- Sistemas y misiones espaciales. Diseño de una misión. Dimensionamiento de segmentos espacial y tierra.
- Normativa y certificación de vehículos espaciales y sus sistemas.
- Técnicas numéricas en Mecánica de Fluidos. Métodos de mallas de torbellinos y de volúmenes finitos.
- Capa límite laminar incompresible con soluciones de semejanza. Capa límite laminar compresible.
- Turbulencia, turbulencia libre y capa límite turbulenta.

- Teoría potencial de alas en régimen compresible subsónico y régimen supersónico.
- Teoría potencial de cuerpos esbeltos.
- Fenómenos transónicos en perfiles y alas.
- Aerodinámica hipersónica.
- Vibración de barras, ejes a torsión y vigas a flexión. Vibraciones forzadas de sistemas continuos.
- Sistemas continuos y sistemas discretos. Ecuaciones de Lagrange para sistemas continuos. Métodos aproximados para la resolución de sistemas continuos. Método de Rayleigh-Ritz.
- Aeroelasticidad estática de alas. Divergencia e inversión del mando.
- Aeroelasticidad dinámica de alas. Métodos de las rebanadas y de la superficie sustentadora.
- Aeroelasticidad computacional. Cálculo de flameo y respuesta a la turbulencia atmosférica.
- Ensayos de vibración en tierra y aeroelásticos en vuelo.
- Actuaciones, estabilidad estática y control estático del avión y el helicóptero. Respuesta al mando. Estabilidad y controlabilidad dinámicas en lazo cerrado.
- Mecánica orbital y dinámica de actitud de vehículos espaciales.
- Modelos matemáticos de sistemas y dinámica de vuelo.
- Optimización de trayectorias y leyes de guiado.
- Materiales metálicos avanzados para estructuras aeronáuticas y espaciales.
- Materiales compuestos avanzados para estructuras aeronáuticas y espaciales.
- Ecuaciones constitutivas en materiales ortótropos.
- Teoría clásica de laminados. Efectos de borde.
- Criterios de fallo y resistencia de laminados.
- Preimpregnados y procesos de transferencia de resina (LCM).
- Procesos no convencionales avanzados de fabricación para estructuras metálicas y no metálicas de aplicación aeroespacial.
- Criterios de selección y comportamiento en servicio de los materiales aeroespaciales.
- Programas de cálculo para la resolución de estructuras aeroespaciales y su diseño avanzado.
- Análisis resistente de componentes aeronáuticos incluyendo no linealidades constitutivas y geométricas.
- Análisis de cargas en aeronaves y cálculo de diagramas carga-velocidad.
- Diseño óptimo de estructuras mediante técnicas computacionales.
- Certificación de las aeronaves. Cargas en vuelo y tierra. Ensayos necesarios para la verificación del cumplimiento de los requisitos de certificación.
- Ingeniería de sistemas. Diseño e integración de subsistemas y equipos de a bordo de las aeronaves y vehículos espaciales.

- materia SISTEMAS PROPULSIVOS: incluye la definición de la competencia CE11 como contenido. Además, el último contenido es más propio de la materia Vehículos Aeroespaciales.

**Contestación Master:**

*(Apartado 5.5.1.3 Contenidos)*

Se modifican los contenidos de la materia Sistemas Propulsivos.

CONTENIDOS:

- Actuaciones, análisis y criterios de diseño de componentes de aerorreactores: tomas dinámicas, compresores, cámaras de combustión, turbinas y toberas de salida.

- Cálculo analítico de las actuaciones de aerorreactores. Actuaciones no estacionarias. Regímenes y control.
- Bancos y análisis de ensayos. Cálculo de los parámetros no medidos y modelos de pre-ensayo. Certificación.
- Análisis y diseño de turbinas de gas.
- Análisis y diseño de turbomáquinas: compresores y turbinas axiales y radiales.
- Análisis y diseño de motores cohete.
- Especificaciones de aerorreactores y turbinas de gas. Selección de la planta de potencia de una aeronave o vehículo espacial.
- Técnicas experimentales en Mecánica de Fluidos: túneles aerodinámicos, instrumentación y técnicas de ensayo. Medida de temperatura y presión. Sensores. Anemometría de hilo caliente y anemometría láser.
- Técnicas numéricas avanzadas en Mecánica de Fluidos.
- Combustión. Combustión de reactantes premezclados y combustión homogénea. Relaciones de Rankine-Hugoniot. Deflagraciones y detonaciones. Llamas de difusión. Combustión de gotas.
- Métodos de reducción de contaminantes en aerorreactores.
- Contaminación acústica de sistemas propulsivos. Equipos, sistemas y técnicas de medida. Control y reducción del ruido.
- Transferencia de Calor y Masa. Convección forzada y convección natural.
- Aerodinámica interna. Tomas de aire subsónicas y supersónicas.
- Teoría potencial de cuerpos esbeltos aplicada a álabes.
- Fenómenos transónicos en álabes.
- Aeroelasticidad de sistemas propulsivos.
- Vibración de barras, ejes a torsión y vigas a flexión. Vibraciones forzadas de sistemas continuos.
- Sistemas continuos y sistemas discretos. Ecuaciones de Lagrange para sistemas continuos. Métodos aproximados para la resolución de sistemas continuos. Método de Rayleigh-Ritz.
- Diseño aeroelástico del escalón de un compresor.
- Aplicaciones computacionales al cálculo de flameo.
- Criterios de selección y comportamiento en servicio de los materiales de sistemas propulsivos.
- Materiales metálicos y compuestos avanzados para sistemas propulsivos.
- Procesos no convencionales avanzados de fabricación para sistemas propulsivos.

- Diseño mecánico de sistemas propulsivos y sus elementos. Mecánica de la fractura. Análisis de fatiga mediante mecánica de la fractura y tolerancia al daño. Leyes de crecimiento de grieta. Efecto de retardo.
- Ensayos y certificación de sistemas propulsivos.
- Banco y análisis de ensayos.
- Cálculo de los parámetros no medidos y modelos de pre-ensayo.
- Diseño de subsistemas de las plantas propulsivas de vehículos aeroespaciales.

### ALEGACIONES AL INFORME DE EVALUACIÓN DE FECHA 25/11/2013

<b>Denominación del Título</b>	Máster Universitario en Ingeniería Aeronáutica por la Universitat Politècnica de València
<b>Universidad solicitante</b>	Universitat Politècnica de València

#### ASPECTOS A SUBSANAR

##### CRITERIO 1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

*Se debe corregir la distribución de créditos descrita. La distribución de obligatorios y optativos se realiza por créditos y no por materias. Por lo tanto, los créditos optativos y obligatorios no coinciden con los descritos en la planificación de las enseñanzas. Los créditos de la materia "bloque optativas" debe ser considerada como optativas.*

##### Contestación AEOT:

Siguiendo la recomendación de ANECA, los créditos de la materia "Bloque optativas" computan como créditos optativos en el apartado 1.2

##### DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS EN EL TÍTULO:

CRÉDITOS TOTALES	CRÉDITOS OBLIGATORIOS	CRÉDITOS OPTATIVOS	CRÉDITOS TRABAJO FIN MÁSTER
120	93	13,5	13,5

##### CRITERIO 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

*Se deben especificar las competencias y los contenidos por materias para poder valorar la adecuación de la propuesta.*

*Se deben explicitar una descripción de los contenidos de las diferentes materias. La frase "Los contenidos de esta materia están diseñados para que se adquieran las competencias..." no permite valorar la adecuación de los mismos para la adquisición de las competencias.*

##### Contestación Master:

*(Apartado 5.5.1.3 Contenidos y 5.5.1.5 Competencias)*

##### MÓDULO: CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS AEROESPACIALES AVANZADAS

##### Materia: Ciencias y Tecnologías Aeroespaciales Avanzadas

Se modifican los contenidos de las materias y se mantienen las competencias asociadas a las materias.

##### COMPETENCIAS:

## BÁSICAS Y GENERALES

Se mantienen las competencias del título cubiertas en la materia

Código	Tipo	Descripción
G4	(G)	Capacidad de integrar sistemas aeroespaciales complejos y equipos de trabajo multidisciplinares.
G5	(G)	Capacidad para analizar y corregir el impacto ambiental y social de las soluciones técnicas de cualquier sistemas aeroespacial
G6	(G)	Capacidad para el análisis y la resolución de problemas aeroespaciales en entornos nuevos o desconocidos, dentro de contextos amplios y complejos.
G8	(G)	Competencia para el proyecto de construcciones e instalaciones aeronáuticas y espaciales, que requieran un proyecto integrado de conjunto, por la diversidad de sus tecnologías, su complejidad o por los amplios conocimientos técnicos necesarios.
G9	(G)	Competencia en todas aquellas áreas relacionadas con las tecnologías aeroportuarias, aeronáuticas o espaciales que, por su naturaleza, no sean exclusivas de otras ramas de la ingeniería
CB6	(G)	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB7	(G)	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8	(G)	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9	(G)	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10	(G)	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### CONTENIDOS:

- Nuevos conceptos en el diseño de aeronaves.
- Normativa de aplicación en los procesos de diseño y desarrollo de aeronaves.
- Análisis detallado de la entrada en pérdida de alas, resistencia aerodinámica.
- Modelado y simulación de aeronaves de alas rotatorias.
- Aerodinámica avanzada de alas rotatorias.
- Cálculo avanzado de estructuras mediante métodos numéricos. Métodos de generación de malla. Elementos isoparamétricos. Integración numérica. Definición y estimación del error discretización y su convergencia. Modelos de placas.
- Análisis de componentes estructurales aeronáuticos.
- Conceptos avanzados de vibraciones mecánicas. Modelos de múltiples grados de libertad. Modelos de amortiguamiento. Vibraciones aleatorias.
- Técnicas experimentales en vibraciones. Análisis modal experimental.
- Conceptos avanzados de aeroelasticidad. Técnicas numéricas.
- Misiones espaciales.
- Contaminación atmosférica de los aerorreactores. Mecanismos de formación y métodos de reducción de contaminantes.
- Técnicas de optimización y control para el diseño de aerorreactores.
- Formulación de funciones objetivo multidisciplinares. Modelación y simulación. Parametrización. Métodos estocásticos y métodos avanzados.

- Análisis de las actuaciones de turbomáquinas. Análisis dimensional. Actuaciones. Cascada de álabes. Modelos de pérdidas. Herramientas de análisis.
- Conceptos avanzados en motores alternativos de aviación. Formación y métodos de reducción de emisiones.
- Plantas de potencia alternativas para propulsión aérea. Pilas de combustible y aplicaciones.
- Propulsión espacial. Sistemas convencionales y no convencionales. Ciclos combinados, RBCC, PDE. Ramjets y scramjets. Propulsión química. Propulsión eléctrica. Análisis y diseño de toberas convencionales y autoadaptables.
- Combustión. Ecuaciones de conservación para flujos reactivos.
- Velocidades de reacción. Cinética química.
- Autoencendido de mezclas aire-combustible.
- Estudio de los sistemas de navegación avanzados y sistemas de navegación global por satélite, de los sistemas de aumentación y de la técnicas de monitorización de integridad.
- Diseño y certificación de sistemas de control para aeronaves no tripuladas o tripuladas remotamente.
- Estudio de las nuevas tecnologías en sistemas de vigilancia. Estudio de modelos y técnicas de evitación de colisiones, con particular atención a las nuevas técnicas de "sense and avoid".
- Estudio de modelos de gestión de flujos de tráfico aéreo.

## MÓDULO: COMÚN AERONÁUTICO

### MATERIA: Aeronavegación

#### COMPETENCIAS:

#### BÁSICAS Y GENERALES / TRANSVERSALES / ESPECÍFICAS

Se mantienen las competencias del título cubiertas en la materia

Código	Tipo	Descripción
G2	(G)	Capacidad para planificar, proyectar y controlar los procesos de construcción de infraestructuras, edificios e instalaciones aeroportuarias, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
G4	(G)	Capacidad de integrar sistemas aeroespaciales complejos y equipos de trabajo multidisciplinares
G5	(G)	Capacidad para analizar y corregir el impacto ambiental y social de las soluciones técnicas de cualquier sistema aeroespacial.
G6	(G)	Capacidad para el análisis y la resolución de problemas aeroespaciales en entornos nuevos o desconocidos, dentro de contextos amplios y complejos.
G7	(G)	Competencia para planificar, proyectar, gestionar y certificar los procedimientos, infraestructuras y sistemas que soportan la actividad aeroespacial, incluyendo los sistemas de navegación aérea.
G8	(G)	Competencia para el proyecto de construcciones e instalaciones aeronáuticas y espaciales, que requieran un proyecto integrado de conjunto, por la diversidad de sus tecnologías, su complejidad o por los amplios conocimientos técnicos necesarios.
G9	(G)	Competencia en todas aquellas áreas relacionadas con las tecnologías aeroportuarias, aeronáuticas o espaciales que, por su naturaleza, no sean exclusivas de otras ramas de la ingeniería.
G10	(G)	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Aeronáutico.
E20	(E)	Aptitud para definir y proyectar los sistemas de navegación y de gestión del tránsito aéreo, y para diseñar el espacio aéreo, las maniobras y las servidumbres aeronáuticas.

E21	(E)	Conocimiento adecuado de la Aviónica y el Software Embarcado, y de las técnicas de Simulación y Control utilizadas en la navegación aérea.
E22	(E)	Conocimiento adecuado de la Propagación de Ondas y de la problemática de los Enlaces con Estaciones Terrestres.
E23	(E)	Capacidad para proyectar sistemas de Radar y Ayudas a la Navegación Aérea.
E24	(E)	Conocimiento adecuado de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Aeronáuticas.
E25	(E)	Conocimiento adecuado de las distintas Normativas aplicables a la navegación y circulación áreas y capacidad para certificar los Sistemas de Navegación Aérea.
CB6	(G)	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB7	(G)	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8	(G)	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9	(G)	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10	(G)	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

#### CONTENIDOS:

##### Sistemas de Gestión de Vuelo por Computador.

- Métodos avanzados de estimación de posición: filtrado y fusión de sensores.
- Métodos de guiado en autopilotos y aeronaves no tripuladas.
- Control de aeronaves: modos de control, técnicas avanzadas de control.
- Sistemas de alerta y evitación de colisiones: TCAS y métodos sense and avoid.
- El Computador de Gestión del Vuelo (FMC).
- Bases de Datos de Navegación. Definición de rutas y tipos de tramos.
- El proceso de certificación de los sistemas de control de vuelo.

##### Sistemas Avanzados de Navegación y Control de Tráfico Aéreo.

- Navegación basada en prestaciones (PBN).
- Sistemas de Navegación Global por Satélite (GNSS).
- Evolución de la gestión del tráfico aéreo ATM: gestión de flujos de tráfico aéreo (ATFM)
- Nuevos paradigmas de operaciones basadas en trayectorias.
- Nuevas tendencias en sistemas de vigilancia: sistemas ADS-B.
- Problemática de integración de UAVs y RPAS en el espacio aéreo.
- Modelos para identificación de conflictos y riesgos de colisión.

## MATERIA: Infraestructura

### COMPETENCIAS:

#### BÁSICAS Y GENERALES / TRANSVERSALES / ESPECÍFICAS

Se mantienen las competencias del título cubiertas en la materia

Código	Tipo	Descripción
G2	(G)	Capacidad para planificar, proyectar y controlar los procesos de construcción de infraestructuras, edificios e instalaciones aeroportuarias, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
G3	(G)	Capacidad para la dirección general y la dirección técnica de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos aeronáuticos y espaciales.
G5	(G)	Capacidad para analizar y corregir el impacto ambiental y social de las soluciones técnicas de cualquier sistema aeroespacial.
G8	(G)	Competencia para el proyecto de construcciones e instalaciones aeronáuticas y espaciales, que requieran un proyecto integrado de conjunto, por la diversidad de sus tecnologías, su complejidad o por los amplios conocimientos técnicos necesarios.
G9	(G)	Competencia en todas aquellas áreas relacionadas con las tecnologías aeroportuarias, aeronáuticas o espaciales que, por su naturaleza, no sean exclusivas de otras ramas de la ingeniería.
G10	(G)	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Aeronáutico.
E26	(E)	Aptitud para realizar los Planes Directores de aeropuertos y los proyectos y la dirección de construcción de las infraestructuras, edificaciones e instalaciones aeroportuarias.
E27	(E)	Capacidad para la Planificación, Diseño, Construcción y Gestión de Aeropuertos, y capacidad para el proyecto de sus Instalaciones Eléctricas.
E28	(E)	Conocimiento adecuado de la Explotación del Transporte Aéreo.
E29	(E)	Comprensión y dominio de la Organización Aeronáutica nacional e internacional y del funcionamiento de los distintos modos del sistema mundial de transportes, con especial énfasis en el transporte aéreo.
E30	(E)	Conocimiento adecuado de las disciplinas Cartografía, Geodesia, Topografía y Geotecnia, aplicadas al diseño del aeropuerto y sus infraestructuras.
E31	(E)	Capacidad para llevar a cabo la Certificación de Aeropuertos.
CB6	(G)	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB7	(G)	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8	(G)	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9	(G)	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10	(G)	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
DC9	(G)	Conocimiento de problemas contemporáneos.

### CONTENIDOS:

Geodesia y Ciencias de la Tierra y del Espacio aplicado a la Aeronáutica.

- Aplicación de la geodesia geométrica/física/espacial y su integración con los recursos específicos de la Geomática, así como la gestión medioambiental, en el ámbito del diseño del aeropuerto y sus infraestructuras.
- Análisis de las tendencias actuales de modernización del transporte aéreo en Europa (programa SESAR) y su repercusión en dicho diseño.
- Integración de tecnologías geomáticas y topografía aplicadas a levantamientos y mediciones, para el diseño y elaboración de cartografía y sistemas de información geográfica (SIG) específicos, aplicados a la aeronáutica para la planificación, diseño, construcción y la gestión de aeropuertos, así como para el proyecto de instalaciones eléctricas.
- Geodesia, cartografía, topografía y geotecnia aplicadas al diseño del aeropuerto y sus infraestructuras.

#### Explotación del transporte aéreo y organización aeronáutica.

- Proyección y dirección de la construcción de las infraestructuras, edificaciones e instalaciones aeroportuarias.
- Realización del Plan Director del aeropuerto.
- Planificación, diseño, construcción y gestión de aeropuertos.
- Proyectos aeroportuarios: edificaciones y área de movimiento de aeronaves. Instalaciones eléctricas.
- Explotación del transporte aéreo. Normativa y regulación aplicables.
- Modelos de organización aeronáutica nacional e internacional. Situación técnica y económica del sistema mundial de transportes.
- Proceso operativo de las compañías de transporte aéreo: producción de oferta y gestión de recursos.
- Certificación de aeropuertos.

#### **MATERIA: Vehículos aeroespaciales**

#### COMPETENCIAS:

#### BÁSICAS Y GENERALES / TRANSVERSALES / ESPECÍFICAS

Se mantienen las competencias del título cubiertas en la materia

Código	Tipo	Descripción
G1	(G)	Capacidad para proyectar, construir, inspeccionar, certificar y mantener todo tipo de aeronaves y vehículos espaciales, con sus correspondientes subsistemas.
G4	(G)	Capacidad de integrar sistemas aeroespaciales complejos y equipos de trabajo multidisciplinares.
G6	(G)	Capacidad para el análisis y la resolución de problemas aeroespaciales en entornos nuevos o desconocidos, dentro de contextos amplios y complejos.
G8	(G)	Competencia para el proyecto de construcciones e instalaciones aeronáuticas y espaciales, que requieran un proyecto integrado de conjunto, por la diversidad de sus tecnologías, su complejidad o por los amplios conocimientos técnicos necesarios.
G9	(G)	Competencia en todas aquellas áreas relacionadas con las tecnologías aeroportuarias, aeronáuticas o espaciales que, por su naturaleza, no sean exclusivas de otras ramas de la ingeniería.
G10	(G)	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Aeronáutico.
E1	(E)	Aptitud para proyectar, construir, inspeccionar, certificar y mantener todo tipo de aeronaves y vehículos espaciales
E2	(E)	Conocimiento adecuado de Mecánica de Fluidos Avanzada, con especial incidencia en la Mecánica de Fluidos Computacional y en los fenómenos de Turbulencia.
E3	(E)	Comprensión y dominio de las leyes de la Aerodinámica Externa en los distintos regímenes de vuelo, y aplicación de las mismas a la Aerodinámica Numérica y Experimental.
E4	(E)	Aplicación de los conocimientos adquiridos en distintas disciplinas a la

		resolución de problemas complejos de Aeroelasticidad.
E5	(E)	Comprensión y dominio de la Mecánica del Vuelo Atmosférico (Actuaciones y Estabilidad y Control Estáticos y Dinámicos), y de la Mecánica Orbital y Dinámica de Actitud.
E6	(E)	Conocimiento adecuado de los Materiales Metálicos y Materiales Compuestos utilizados en la fabricación de los Vehículos Aeroespaciales.
E7	(E)	Conocimientos y capacidades que permiten comprender y realizar los Procesos de Fabricación de los Vehículos Aeroespaciales.
E8	(E)	Conocimientos y capacidades para el Análisis y el Diseño Estructural de las Aeronaves y los Vehículos Espaciales, incluyendo la aplicación de programas de cálculo y diseño avanzado de estructuras.
E9	(E)	Capacidad para diseñar, ejecutar y analizar los Ensayos en Tierra y en Vuelo de los Vehículos Aeroespaciales, y para llevar a cabo el proceso completo de Certificación de los mismos.
E10	(E)	Conocimiento adecuado de los distintos Subsistemas de las Aeronaves y los Vehículos Espaciales
CB6	(G)	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB7	(G)	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8	(G)	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB9	(G)	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10	(G)	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
DC11	(G)	Planificación y gestión de tiempo.

#### CONTENIDOS:

- Proyección, construcción, inspección, certificación y mantenimiento de todo tipo de aeronaves (aviones, aeronaves de alas rotatorias, etc.) y vehículos espaciales.
- Técnicas numéricas en Mecánica de Fluidos. Métodos de mallas de torbellinos y de volúmenes finitos.
- Capa límite laminar incompresible con soluciones de semejanza. Capa límite laminar compresible.
- Turbulencia, turbulencia libre y capa límite turbulenta.
- Teoría potencial de alas en régimen compresible subsónico y régimen supersónico.
- Teoría potencial de cuerpos esbeltos.
- Fenómenos transónicos en perfiles y alas.
- Aerodinámica hipersónica.
- Vibración de barras, ejes a torsión y vigas a flexión. Vibraciones forzadas de sistemas continuos.
- Sistemas continuos y sistemas discretos. Ecuaciones de Lagrange para sistemas continuos. Métodos aproximados para la resolución de sistemas continuos. Método de Rayleigh-Ritz.
- Aeroelasticidad estática de alas. Divergencia e inversión del mando.
- Aeroelasticidad dinámica de alas. Métodos de las rebanadas y de la superficie sustentadora.

- Aeroelasticidad computacional. Cálculo de flameo y respuesta a la turbulencia atmosférica.
- Ensayos de vibración en tierra y aeroelásticos en vuelo.
- Actuaciones, estabilidad estática y control estático del avión y el helicóptero. Respuesta al mando. Estabilidad y controlabilidad dinámicas en lazo cerrado.
- Mecánica orbital y dinámica de actitud de vehículos espaciales.
- Modelos matemáticos de sistemas y dinámica de vuelo.
- Optimización de trayectorias y leyes de guiado.
- Materiales metálicos avanzados para estructuras aeronáuticas y espaciales.
- Materiales compuestos avanzados para estructuras aeronáuticas y espaciales.
- Ecuaciones constitutivas en materiales ortótropos.
- Teoría clásica de laminados. Efectos de borde.
- Criterios de fallo y resistencia de laminados.
- Preimpregnados y procesos de transferencia de resina (LCM).
- Procesos no convencionales avanzados de fabricación para estructuras metálicas y no metálicas de aplicación aeroespacial.
- Criterios de selección y comportamiento en servicio de los materiales aeroespaciales.
- Programas de cálculo para la resolución de estructuras aeroespaciales y su diseño avanzado.
- Análisis resistente de componentes aeronáuticos incluyendo no linealidades constitutivas y geométricas.
- Análisis de cargas en aeronaves y cálculo de diagramas carga-velocidad.
- Diseño óptimo de estructuras mediante técnicas computacionales.
- Certificación de la aeronavegabilidad de las aeronaves. Ensayos necesarios para la verificación del cumplimiento de los requisitos de certificación.
- Ingeniería de sistemas. Diseño de subsistemas y equipos de a bordo de las aeronaves y vehículos espaciales.

### **MATERIA: Sistemas Propulsivos.**

#### COMPETENCIAS:

#### BÁSICAS Y GENERALES / TRANSVERSALES / ESPECÍFICAS

Se mantienen las competencias del título cubiertas en la materia

Código	Tipo	Descripción
G1	(G)	Capacidad para proyectar, construir, inspeccionar, certificar y mantener todo tipo de aeronaves y vehículos espaciales, con sus correspondientes subsistemas.
G4	(G)	Capacidad de integrar sistemas aeroespaciales complejos y equipos de trabajo multidisciplinares.
G6	(G)	Capacidad para el análisis y la resolución de problemas aeroespaciales en entornos nuevos o desconocidos, dentro de contextos amplios y complejos.
G8	(G)	Competencia para el proyecto de construcciones e instalaciones aeronáuticas y espaciales, que requieran un proyecto integrado de conjunto, por la diversidad de sus tecnologías, su complejidad o por los amplios conocimientos técnicos necesarios.
G9	(G)	Competencia en todas aquellas áreas relacionadas con las tecnologías aeroportuarias, aeronáuticas o espaciales que, por su naturaleza, no sean exclusivas de otras ramas de la ingeniería.
G10	(G)	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Aeronáutico.
E11	(E)	Aptitud para proyectar, construir y seleccionar la planta de potencia más adecuada para un vehículo aeroespacial, incluyendo las plantas de potencia aeroderivadas.
E12	(E)	Conocimiento adecuado de Mecánica de Fluidos Avanzada, con especial

		incidencia en las Técnicas Experimentales y Numéricas utilizadas en la Mecánica de Fluidos.
E13	(E)	Comprensión y dominio de los fenómenos asociados a la Combustión y a la Transferencia de Calor y Masa.
E14	(E)	Comprensión y dominio de las leyes de la Aerodinámica Interna. Aplicación de las mismas, junto con otras disciplinas, a la resolución de problemas complejos de Aeroelasticidad de Sistemas Propulsivos.
E15	(E)	Conocimiento adecuado de los Materiales y Procesos de Fabricación utilizados en los Sistemas de Propulsión.
E16	(E)	Conocimiento adecuado de Aerorreactores, Turbinas de Gas, Motores Cohete y Turbomáquinas.
E17	(E)	Capacidad para acometer el Diseño Mecánico de los distintos componentes de un sistema propulsivo, así como del sistema propulsivo en su conjunto.
E18	(E)	Capacidad para diseñar, ejecutar y analizar los Ensayos de Sistemas Propulsivos, y para llevar a cabo el proceso completo de Certificación de los mismos.
E19	(E)	Conocimiento adecuado de los distintos Subsistemas de las Plantas Propulsivas de Vehículos Aeroespaciales.
CB6	(G)	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB7	(G)	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8	(G)	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9	(G)	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10	(G)	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
DC11	(G)	Planificación y gestión de tiempo.

#### CONTENIDOS:

- Proyección, construcción y selección de la planta de potencia de un vehículo aeroespacial.
- Análisis y diseño de aerorreactores y sus componentes: tomas dinámicas, compresores, cámaras de combustión, turbinas y toberas de salida.
- Cálculo analítico de las actuaciones de aerorreactores.
- Análisis de las actuaciones no estacionarias de los aerorreactores.
- Análisis y diseño de turbinas de gas.
- Análisis y diseño de turbomáquinas: compresores y turbinas axiales y radiales.
- Análisis y diseño de motores cohete.

- Técnicas experimentales en Mecánica de Fluidos: túneles aerodinámicos, instrumentación y técnicas de ensayo. Medida de temperatura y presión. Sensores. Anemometría de hilo caliente y anemometría láser.
- Técnicas numéricas avanzadas en Mecánica de Fluidos.
- Combustión. Combustión de reactantes premezclados y combustión homogénea. Relaciones de Rankine-Hugoniot. Deflagraciones y detonaciones. Llamas de difusión. Combustión de gotas.
- Métodos de reducción de contaminantes en aerorreactores.
- Contaminación acústica de sistemas propulsivos. Equipos, sistemas y técnicas de medida. Control y reducción del ruido.
- Transferencia de Calor y Masa. Convección forzada y convección natural.
- Aerodinámica interna. Tomas de aire subsónicas y supersónicas.
- Teoría potencial de cuerpos esbeltos aplicada a álabes.
- Fenómenos transónicos en álabes.
- Aeroelasticidad de sistemas propulsivos.
- Vibración de barras, ejes a torsión y vigas a flexión. Vibraciones forzadas de sistemas continuos.
- Sistemas continuos y sistemas discretos. Ecuaciones de Lagrange para sistemas continuos. Métodos aproximados para la resolución de sistemas continuos. Método de Rayleigh-Ritz.
- Diseño aeroelástico del escalón de un compresor.
- Aplicaciones computacionales al cálculo de flameo.
- Criterios de selección y comportamiento en servicio de los materiales de sistemas propulsivos.
- Materiales metálicos y compuestos avanzados para sistemas propulsivos.
- Procesos no convencionales avanzados de fabricación para sistemas propulsivos.
- Diseño mecánico de sistemas propulsivos y sus elementos. Mecánica de la fractura. Análisis de fatiga mediante mecánica de la fractura y tolerancia al daño. Leyes de crecimiento de grieta. Efecto de retardo.
- Ensayos y certificación de sistemas propulsivos.
- Banco y análisis de ensayos.
- Cálculo de los parámetros no medidos y modelos de pre-ensayo.
- Ingeniería de sistemas. Diseño e integración de subsistemas de las plantas propulsivas de vehículos aeroespaciales.

## **CRITERIO 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS**

*En relación a la materia Ciencia y Tecnología Espacial algunos los resultados de aprendizaje descritos no tienen el preceptivo carácter avanzado propio de nivel de master. Por ejemplo:*

- *Analizar las distintas clases de aeronaves según su misión, creando vínculos entre el diseño y el factor económico.*
- *Evaluar cálculos avanzados sobre las distintas fases del vuelo y sus restricciones.*
- *Analizar actuaciones básicas de las aeronaves.*
- *Clasificar las turbomáquinas y sus componentes.*
- *Evaluar el trabajo, la potencia y la eficiencia de una turbomáquina.*
- *Aplicar las leyes de semejanza a las turbomáquinas.*
- *Comprender los sistemas de navegación, vigilancia y comunicaciones actuales y ser capaces de aplicar las nuevas tecnologías de la información, de las comunicaciones y de satélites para entender las nuevas tendencias e introducir mejoras en los sistemas actuales.*

### **Contestación Máster:**

*(Apartado 5.5.1.2 Resultados de aprendizaje)*

Se han redefinido los resultados de aprendizaje relativos a la materia Ciencias y Tecnologías Aeroespaciales Avanzadas.

### **RESULTADOS DE APRENDIZAJE:**

#### **Ciencias y Tecnologías Aeroespaciales Avanzadas**

Al concluir el módulo, el estudiante debe ser capaz de:

- Analizar nuevos conceptos en el diseño de aeronaves y proponer nuevos diseños que respondan a los mismos.
- Aplicar teorías avanzadas de análisis aerodinámico.
- Resolver problemas avanzados de aerodinámica de alas rotatorias.
- Aplicar el método de los elementos finitos como herramienta numérica de cálculo y simulación de problemas estructurales.
- Analizar vibraciones en sistemas mecánicos.
- Analizar los diferentes fenómenos aeroelásticos y crear modelos para su estudio.
- Aplicar soluciones a la problemática del ruido en aerorreactores.
- Aplicar el análisis dimensional a las turbomáquinas.
- Analizar el proceso de combustión.
- Resolver problemas avanzados en motores de combustión interna alternativos de aplicación aeronáutica.
- Diseñar sistemas de posicionamiento guiado y control de aeronaves tripuladas y no tripuladas, aplicando las nuevas tecnologías de Sistemas de Posicionamiento Global por satélite (GNSS), sistemas de aumentación, computadores embarcados, tecnologías de aviónica y técnicas de "sense and avoid".
- Plantear modelos para gestión de flujos de tráfico y modelos y técnicas para alerta y evitación de colisiones.

- Ser capaces de definir y configurar las radioayudas necesarias para realizar un determinado diseño de espacio aéreo

## **CRITERIO 7 RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS.**

*Se debe asegurar que se dispone de los medios materiales adecuados para la adquisición de las competencias específicas relacionadas con las infraestructuras, los vehículos espaciales, y con la parte de estructuras de los vehículos aéreos.*

### **Contestación Master:**

*(Apartado 7. Recursos, materiales y servicios)*

A continuación se detallan los medios materiales que además de los principales ya expuestos, Hangar y laboratorios 8P, se utilizarán para adquisición de competencias en el Master de Ingeniería Aeronáutica que ya venían utilizándose en la titulación de Ingeniería Aeronáutica desde el curso 2005.

La docencia de las competencias relacionadas con los vehículos espaciales, además de las ya reseñadas, el desarrollo de microsátélites se ha encomendado a los grupos del *Instituto de Telecomunicación y Aplicaciones Multimedia (iTEAM)*, al *Val Space Consortium*, laboratorio la Agencia Espacial Europea (ESA) con base en Valencia e integrados en el Campus de la Universidad Politécnica de Valencia. El iTEAM ha promovido y desarrollado el pico-satellite POLYTECH.1, primer pico-satélite hecho en Valencia. Este grupo también ha colaborado en el lanzamiento del satélite OPTOS puesto en órbita el 21 de noviembre de 2013 y ha sido contratado por la Agencia Espacial Europea (ESA) para un proyecto de tres años y con 300.000 euros de presupuesto, con el fin de mejorar los sistemas de comunicación espaciales en sus satélites. El *Val Space Consortium* aúna todos los esfuerzos que las entidades de la Comunidad Valenciana llevan a cabo en el sector Espacio.

Cuenta en sus instalaciones con:

- a) *Laboratorio ESA-VSC Alta Potencia RF* con dos salas limpias de clase 10,000 (categoría ISO 7) que tienen una superficie total de 200 m<sup>2</sup> útiles. Las instalaciones albergan cinco cámaras de vacío y varios sistemas de última generación para el testeo de efectos de alta potencia en RF.
- b) *Laboratorio ESA-VSC Materiales Alta Potencia para Espacio*. Cuenta con una sala limpia de clase 100,000 -ISO 8- que dispone de una superficie total de 75 m<sup>2</sup>.

En cuanto a las competencias específicas relacionadas con las infraestructuras la Universidad Politécnica de Valencia dispone de laboratorios específicos en "Ingeniería de la Construcción", en "Ingeniería Eléctrica" y en "Ingeniería Cartográfica y además tiene acuerdos con los aeropuertos de la Comunitat Valenciana a los que se realizan distintas visitas, donde los alumnos tienen acceso a comprobar in situ la disposición de las infraestructuras aeronáuticas:

Del lado aire: Pista, calles de rodaje, plataforma, radioayuda, instalaciones y equipos de handling, etc.

Las instalaciones de la terminal (climatización, megafonía, sistemas de tratamiento e inspección de equipajes, mostradores de facturación, Sistema automático de transporte de equipajes (SATE), Sistema de transporte de viajeros, vertical y horizontal, Sistema de facturación y gestión de equipajes, normales y especiales, Sistema de seguridad de viajeros, etc.).

Las instalaciones generales del aeropuerto: Central Eléctrica y Centros de Transformación, aparata de media tensión, reguladores de balizamiento, grupos electrógenos, Servicio de Extinción de Incendios, Canalizaciones para conocer las galerías que interconectan los diferentes subsistemas del aeropuerto, así como los diferentes tipos de cableado eléctrico, MT, BT, comunicaciones, Estación Depuradora de Aguas residuales), además de tratar con los ingenieros al cargo de las mismas aquellos aspectos de diseño y operación diaria que no aparecen en los libros de texto.

Para la planificación, diseño y elaboración de infraestructuras el Dpto de Ingeniería Cartográfica dispone de receptores GNSS de última generación (Trimble, Topcon y Leica), Estaciones totales y robotizadas, Laser Scanner Scanstation, Georradar gpr gssi 3000 y software de elaboración, procesado, tratamiento y análisis de los datos (CAD/SIG/ENVI).

Por otra parte, más en general se dispone para la impartición del Master de Ingeniería Aeronáutica en el departamento de Ingeniería Mecánica y Materiales de los siguientes medios:

Laboratorios de ensayos para caracterización de materiales estructurales, dotados con máquinas universales de ensayos electromecánicas de 1, 5, 50 kN y máquinas universales servohidráulicas para ensayos de fractura fatiga de +/-100kN y +/-250 kN. Equipos para ensayos de fluencia y relajación de tensiones para caracterización de materiales a alta temperatura.

Laboratorio de ensayos de vibraciones, equipado con excitadores electrodinámicos, plataforma de ensayos, acelerómetros, transductores de fuerza y sistemas de adquisición de señal para análisis modal experimental.

Laboratorio de fabricación de materiales compuestos: Equipamiento para fabricación de piezas por LCM: Moldeo por RTM, infusión, VARI, etc. Equipo de medición de permeabilidad. Software de simulación: PAMRTM, Nastran, Tecplot, etc., que permite el diseño y fabricación de piezas de composite, tanto para los procesos de molde rígido como flexible, previsión del curado de piezas, transferencia de calor y estimación de poros. Horno para procesamiento de prepregs.

Equipo de corte por láser. Máquinas CNC para la fabricación de modelos y moldes. Fresadora CNC usada para el mecanizado de grandes piezas de interés aeronáutico y fabricación directa de moldes sobre materiales especiales para aplicaciones de altas prestaciones.

De igual forma, en el departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras se dispone de los siguientes medios para la adquisición de competencias específicas en análisis estructural de vehículos aeroespaciales mediante ensayos (estáticos y dinámicos) y simulación numérica por ordenador:

Laboratorio ensayos mecánicos: Máquina de ensayos estática y dinámica. Máquina de ensayos estática. Máquina de ensayos estática y dinámica. Máquina multiensayos estática. Pórtico para ensayos estáticos. Pórtico para ensayos dinámicos. Máquina de ensayos de hormigón. Ensayos de impacto (Péndulo charpy).

Laboratorio extensometría: Se dispone de un conjunto de bancos de ensayo para el análisis estructural de elementos con diferentes materiales (aluminio, materiales compuestos, acero). Los diferentes montajes pueden realizarse con elementos estructurales con las siguientes características:

- a) Secciones simples como pletinas rectangulares y secciones tubulares abiertas/cerradas.
- b) Secciones en cajón de ancho variable (simulando secciones de alerones y alas).
- c) Secciones circulares reforzadas (simulando secciones aeronáuticas de fuselajes), abiertas y/o cerradas.
- d) Largueros habituales usados en industria aeronáutica: secciones en "Z", "Ω" o "L".

Los ensayos se realizan mediante diferentes configuraciones estructurales.

Laboratorio soldadura: Equipo de soldadura por arco eléctrico. Equipo de oxicorte. Horno de mufla para materiales compuestos.

Laboratorios simulación numérica: Con el objetivo de que los alumnos dispongan de las últimas innovaciones en herramientas informáticas para la simulación estructural de vehículos aeroespaciales, la ETSID/UPV y el Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y T.E disponen de licencias y aulas informáticas donde se encuentran instalados los siguientes programas de uso extendido en el ámbito del análisis estructural:

PATRAN/NASTRAN.- Simulación mediante elementos finitos de estructuras aeronáuticas: Módulo de análisis estático; Módulo de análisis dinámico, vibraciones; Módulo de análisis no-lineal/grandes deformaciones; Módulo de análisis aeroelástico; Análisis de estructuras de materiales compuestos; Optimización estructural.

ANSYS.- Simulación mediante elementos finitos de estructuras y dinámica computacional en fluidos: Módulo estático/dinámico; Módulo análisis no-lineal; Módulo termoelástico y transferencia de calor.

SOLIDWORKS.- Simulación gráfica de elementos mecánicos: Importación y exportación de modelos 3D; Obtención de planos constructivos y detalles gráficos.

**ALEGACIONES AL INFORME DE EVALUACIÓN DE FECHA 02/10/2013**

<b>Denominación del Título</b>	Máster Universitario en Ingeniería Aeronáutica por la Universitat Politècnica de València
<b>Universidad solicitante</b>	Universitat Politècnica de València

**ASPECTOS A SUBSANAR:**

**CRITERIO 1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO**

*Se debe corregir la distribución de créditos descrita. Los créditos optativos y obligatorios no coinciden con los descritos en la planificación de las enseñanzas.*

**Contestación Máster:**

*(Apartado 1.2 Distribución de créditos)*

Siguiendo el criterio reflejado en la "Guía de Apoyo para la Elaboración de la MEMORIA DE VERIFICACIÓN DE TÍTULOS OFICIALES UNIVERSITARIOS (Grado y Máster)" elaborada por ANECA:

"Se consideran que las materias obligatorias y básicas son aquellas que necesariamente tendrán que cursar todos los estudiantes", la materia "bloque optativas" es de carácter obligatorio ya que deben cursarla todos los estudiantes del máster. Esta materia incluye optatividad en su seno a nivel de asignatura.

El apartado **1.2 Distribución de créditos en el título por tipo de materia** quedaría: 106,5 ECTS Obligatorios y 13,5 ECTS Trabajo fin de máster.

**CRITERIO 2. JUSTIFICACIÓN**

*Dado que la Orden CIN que regula la profesión de Ingeniero Aeronáutico es la 312/2009, se debe eliminar de la justificación del título las referencias a la Orden CIN/308/2009 que es la de la profesión de Ingeniero Técnico Aeronáutico.*

**Contestación Máster:**

*(Apartado 2. Justificación)*

Se ha corregido el texto y se ha evitado hacer referencia a la Orden CIN/308/2009.

En los referentes externos se citan títulos de grado, nacionales y extranjeros, pero no títulos de máster. Se debe revisar y adecuar a la propuesta.



**Contestación Máster:***(Apartado 2. Justificación)*

Se ha incorporado el texto siguiente:

El interés científico y estratégico de la Ingeniería Aeronáutica en Europa se refleja en diversos organismos y redes. Entre ellos destacamos la Red Pegasus, Partnership of a European Group of Aeronautics and Space Universities (<http://www.pegasus-europe.org>)

Esta es una organización europea de excelencia que acoge a las mejores Escuelas y Universidades de Ingeniería Aeroespacial con titulaciones de 5 o más cursos de duración total en dicho ámbito. A esta organización nos hemos incorporado recientemente.

En este sentido, no cabe duda que este máster dará la oportunidad de continuar y ampliar su formación a los alumnos del Grado de Ingeniería Aeroespacial que impartimos en la actualidad y, además, dará continuidad a la formación de los estudiantes de Ingeniería Aeronáutica de la UPV que, en estos momentos, se encuentra en vías de extinción.

Actualmente la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño está impartiendo el título de Ingeniería Aeronáutica y dispone de numerosos acuerdos de intercambio con universidades extranjeras (ver anexo 5B). Dichas titulaciones se han estudiado y utilizado en el desarrollo del máster. Cabe destacar, que en el curso 2013-2014, 38 alumnos nuestros se encuentran realizando un intercambio con diversas universidades del ámbito internacional que seguidamente referenciamos. Las universidades con las que estamos realizando intercambio de alumnos a nivel de máster (4º y 5º curso) durante el curso 2012/13 por la titulación de Ingeniería Aeronáutica y, que está previsto mantener intercambio con el nuevo máster, son:

D AACHEN01	RHEINISCH-WESTFÄLISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE AACHEN
D BERLIN02	TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN
D STUTTGAA01	UNIVERSITÄT STUTTGART
E MADRID05	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
F POITIER05	ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE MECANIQUE ET D`AEROTECHNIQUE
F TOULOUS16	ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L`AERONAUTIQUE ET DE L`ESPACE (ENSICA)
F TOULOUS16	ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L`AERONAUTIQUE ET DE L`ESPACE (SUPAERO)
I MILANO02	POLITECNICO DI MILANO
I PISA01	UNIVERSITÀ DI PISA
I ROMA01	UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA `LA SAPIENZA`
P LISBOA04	UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
PL WARSZAW02	POLITECHNIKA WARSZAWSKA
S STOCKHO04	KUNGL TEKNISKA HÖGSKOLAN
UK CRANFIE02	CRANFIELD UNIVERSITY

Por último señalamos un gran número de universidades de prestigio internacional que disponen de programas de postgrado en Aeronáutica, entre ellas resaltamos las siguientes, que se han consultado y que figuraban en el anexo 5B:

(Universidad)	(Nombre del Máster)	(Página web del máster)
Stanford University	Master of Science in Aero/Astro	<a href="http://aa.stanford.edu/curriculum/msAero.php">http://aa.stanford.edu/curriculum/msAero.php</a>
Massachusetts Institute of Technology	Master of Science in Aeronautics and Astronautics Doctoral degree	<a href="http://engineering.mit.edu/education/graduate/aeroastro.php">http://engineering.mit.edu/education/graduate/aeroastro.php</a>
Georgia Institute of Technology	Master of Science in Aerospace Engineering	<a href="http://www.catalog.gatech.edu/colleges/coe/ae/grad/msae.php">http://www.catalog.gatech.edu/colleges/coe/ae/grad/msae.php</a>
University of Michigan - Ann Arbor	Aerospace Engineering: Master's & PhD Aerospace Science: Master's & PhD	<a href="http://www.engin.umich.edu/academics/gradprograms/degrees/index.html">http://www.engin.umich.edu/academics/gradprograms/degrees/index.html</a>
University of Illinois - Urbana-Champaign	Aerospace Engineering, Master of Science, Doctor of Philosophy Bachelor of Science in Aviation Human Factors	<a href="http://engineering.illinois.edu/prospective-students/degree-programs">http://engineering.illinois.edu/prospective-students/degree-programs</a>
Princeton University	MAE 598 Graduate Seminar in Mechanical & Aerospace Engineering	<a href="http://www.princeton.edu/mae/graduate/courses/">http://www.princeton.edu/mae/graduate/courses/</a>
University of Maryland--College Park	Aerospace Engineering	<a href="http://www.aero.umd.edu/">http://www.aero.umd.edu/</a>
University of Texas - Austin	Aerospace Engineering (ASE) Graduate Program	<a href="http://www.ae.utexas.edu/graduate-programs">http://www.ae.utexas.edu/graduate-programs</a>
The University of Tokyo	Aeronautics and Astronautics	<a href="http://www.aerospace.t.u-tokyo.ac.jp/welcome-e.html">http://www.aerospace.t.u-tokyo.ac.jp/welcome-e.html</a>
Nanyang Technological University (NTU)	Aerospace Engineering	<a href="http://www.mae.ntu.edu.sg/ProspectiveStudents/GraduateProgrammesResearch/Pages/Aero_engrg.aspx">http://www.mae.ntu.edu.sg/ProspectiveStudents/GraduateProgrammesResearch/Pages/Aero_engrg.aspx</a>
Tsinghua University	Aeronautical and Astronautical Science and Technology (M.S., Ph.D.)	<a href="http://www.tsinghua.edu.cn/publish/then/5974/index.html">http://www.tsinghua.edu.cn/publish/then/5974/index.html</a>
RWTH Aachen University	Aeronautical Engineering and Astronautics M.Sc.	<a href="http://www.rwth-aachen.de/go/id/bkoe/?lidx=1#aaaaaaaaabkof">http://www.rwth-aachen.de/go/id/bkoe/?lidx=1#aaaaaaaaabkof</a>
University of Manchester	BEng Aerospace Engineering	<a href="http://www.manchester.ac.uk/undergraduate/courses/search2013/atoz/course/?code=03333">http://www.manchester.ac.uk/undergraduate/courses/search2013/atoz/course/?code=03333</a>
Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)	Master of Science in Aerospace Engineering	<a href="http://www.kth.se/en/studies/programmes/master/programmes/meteor/aerospace-engineering/master-s-programme-in-aerospace-engineering-1.6529">http://www.kth.se/en/studies/programmes/master/programmes/meteor/aerospace-engineering/master-s-programme-in-aerospace-engineering-1.6529</a>

TU Delft	Aerospace Engineering and the European Wind Energy Master.	<a href="http://www.lr.tudelft.nl/en/study/master-of-science-programme/">http://www.lr.tudelft.nl/en/study/master-of-science-programme/</a>
The University of New South Wales	Graduate Certificate in Aviation Management Graduate Diploma in Aviation Management Master of Science & Technology (Aviation)	<a href="http://www.aviation.unsw.edu.au/future/futurepgrad.html">http://www.aviation.unsw.edu.au/future/futurepgrad.html</a>
Universidade de Sao Paulo	Aero & Mechanical Engineering Air infrastructure engineering	<a href="http://www.ita.br/ingles/ingles.htm">http://www.ita.br/ingles/ingles.htm</a>
Embry-Riddle Aeronautical University	Master of Science in Aerospace Engineering  Master of Aerospace Engineering	<a href="http://daytonabeach.erau.edu/coe/aerospace-engineering/masters-degrees/index.html">http://daytonabeach.erau.edu/coe/aerospace-engineering/masters-degrees/index.html</a>
Imperial College London	Aeronautical Engineering (MEng)  Aeronautical Engineering with a Year in Europe (MEng)  postgraduate MSc courses:  MSc in Advanced Computational Methods in Aeronautics, Flow Management and Fluid-Structure Interaction,  MSc in Composite Materials	<a href="http://www3.imperial.ac.uk/aeronautics/study">http://www3.imperial.ac.uk/aeronautics/study</a>
Universität Stuttgart	Aerospace Engineering M.Sc.	<a href="http://www.uni-stuttgart.de/studieren/angebot/lrt_msc/index.en.html?__locale=en">http://www.uni-stuttgart.de/studieren/angebot/lrt_msc/index.en.html?__locale=en</a>
Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace	Master of Science in "Aerospace mechanics and avionics", Master of Science in "Aeronautical and Space Systems" "Master of Science in "Global Navigation Satellite System".	<a href="http://masters.isae.fr/en/msc/masters_of_science.html">http://masters.isae.fr/en/msc/masters_of_science.html</a>
Cranfield University	Aerospace taught masters courses  Air transport taught masters courses  Astronautics and Space taught masters courses	<a href="http://www.cranfield.ac.uk/soe/postgraduatestudy/msc/aerospace_masters_courses.html">http://www.cranfield.ac.uk/soe/postgraduatestudy/msc/aerospace_masters_courses.html</a>  <a href="http://www.cranfield.ac.uk/soe/postgraduatestudy/msc/air_transport_masters_courses.html">http://www.cranfield.ac.uk/soe/postgraduatestudy/msc/air_transport_masters_courses.html</a>  Airport Planning and Management MSc

		<a href="http://www.cranfield.ac.uk/students/courses/page1145.html">http://www.cranfield.ac.uk/students/courses/page1145.html</a>  <a href="http://www.cranfield.ac.uk/soe/postgraduatestudy/msc/space_masters_courses.html">http://www.cranfield.ac.uk/soe/postgraduatestudy/msc/space_masters_courses.html</a>
--	--	--

#### **CRITERIO 4: ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES**

Se debe revisar los criterios de admisión al Máster, en concreto el sistema de cupos propuesto ya que impide prácticamente la admisión al Máster a aquellos estudiantes que no hayan realizado sus estudios en la Universidad Politécnica de Valencia. No se trata de un criterio de admisión estrictamente académico y choca contra los principios fundamentales de igualdad de oportunidades y accesibilidad universal.

#### **Contestación Máster:**

*(Apartado 4.2 Requisitos de Acceso y Criterios de admisión)*

Se ha eliminado todo el texto relativo a los cupos y se han incorporado nuevos criterios para la admisión quedando como sigue:

#### **1.- ACCESO**

Las condiciones de acceso al Máster Universitario en Ingeniería Aeronáutica por la Universidad Politécnica de Valencia, son las que se establecen en el artículo 16 del RD 1393/2007 de 29 de octubre, en su redacción modificada por el RD 861/2010, y las que se señalan en la Orden CIN/312/2009, 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.

#### **2.- ADMISIÓN**

El artículo 17 del Real Decreto 1393/2007, modificado por el Real Decreto 861/2010, regula la admisión a las enseñanzas de máster y establece que los estudiantes podrán ser admitidos conforme a los requisitos específicos y criterios de valoración que establezca la Universidad.

Los requisitos y criterios de valoración deberán asegurar la igualdad de oportunidades de acceso a la enseñanza para estudiantes que cumplan las condiciones de acceso descritas en el apartado anterior. Deberán ser transparentes, objetivos y deberán permitir seleccionar, de entre los estudiantes que lo soliciten, a los más cualificados sobre la base del expediente y los méritos acreditados y en condiciones de comparabilidad de dichos expedientes y méritos.

De acuerdo con la Normativa de Régimen Académico y Evaluación del Alumnado de la UPV, aprobada en Consejo de Gobierno de 28 de enero de 2010, corresponde a las Comisiones Académicas de Título la "Propuesta, a las comisiones que a tal efecto disponga la UPV, de las condiciones de admisión y reconocimiento de créditos".

Cuando existan más candidatos que plazas ofertadas, corresponde a las Comisiones Académicas de Título proceder a la valoración de los méritos de los candidatos y a su priorización de acuerdo con los requisitos específicos y los criterios de valoración que se incluyen a continuación, aprobados en Comisión Académica del Consejo de Gobierno, en sesión celebrada el 16 de octubre de 2013.

Corresponde a la Comisión Académica del Consejo de Gobierno la interpretación y, en su caso, la aprobación de cuantas regulaciones deban

establecerse en relación con el procedimiento de admisión, para asegurar los principios de igualdad y equidad de admisión.

La estructura responsable del máster (ERT) hará públicos los requisitos específicos de admisión y los criterios de valoración de méritos y de selección de candidatos especificados a continuación, antes del inicio del periodo general de preinscripción, a través de los medios que considere adecuados. En cualquier caso, estos medios tendrán que incluir siempre la publicación de esta información en el sitio web institucional de la UPV. Asimismo, la ERT resolverá las solicitudes de admisión de acuerdo con los criterios mencionados y publicará el listado de estudiantes admitidos, así como el listado de solicitantes que quedan en lista de espera, ordenados de acuerdo con el resultado de aplicar los criterios de valoración de méritos y selección que se indican más adelante.

## **2.1.- Requisitos específicos de admisión**

El Grado en Ingeniería Aeroespacial por la UPV es el título universitario oficial que se ha usado como referente para el diseño del plan de estudios del Máster Universitario en Ingeniería Aeronáutica por la UPV. Por consiguiente, este se considera como el Grado de referencia y sus graduados, de acuerdo con los criterios de valoración de méritos establecidos en el siguiente apartado, serán admitidos, en su caso, sin complementos formativos al citado Máster.

Asimismo, de acuerdo con los criterios de valoración de méritos establecidos en el siguiente apartado, serán admitidos, en su caso, sin complementos formativos los graduados en títulos equivalentes a los indicados en el párrafo anterior provenientes de cualquier universidad española.

Para el resto de solicitantes que cumplan los requisitos de acceso, la ERT establecerá los complementos formativos que deberán completar que, en cualquier caso, se considerarán prerrequisitos para la admisión.

Los titulados en Ingeniería Técnica de la anterior regulación deberán obtener, por la vía del itinerario establecido para la adaptación, el Grado que corresponda.

Además de lo anterior, se considerará requisito preferente para la admisión la acreditación del nivel B2 en alguna lengua extranjera y la nota de acceso a la universidad, en los términos que regule la UPV.

## **2.2.- Criterios de valoración de méritos y selección**

Las solicitudes de admisión al Máster en Ingeniería Aeronáutica que cumplan las condiciones de acceso y los requisitos específicos de admisión señalados apartados anteriores, serán evaluadas por la Comisión Académica del Máster de conformidad con los criterios de valoración de méritos y selección que se describen seguidamente.

### a) Expediente

La valoración del expediente se expresará en una puntuación en escala de 0 a 10 y se obtendrá de la calificación media del expediente del Grado con el que el solicitante accede al Máster, de conformidad con lo indicado en el artículo 5.3 del Real Decreto 1125/2003, 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. A efectos de la obtención de la calificación media citada, no se contabilizan los créditos reconocidos sin calificación.

En caso de expedientes calificados en escalas diferentes a las indicadas en el RD 1125/2003, la Comisión Académica del Consejo de Gobierno, establecerá las correspondientes equivalencias.

Para hacer comparables las calificaciones de diferentes Universidades, Centros, Grados y promociones, la calificación media de cada expediente se normalizará de acuerdo a las condiciones que regule la UPV.

b) Correspondencia de las competencias de la titulación de acceso con las del Grado de Referencia

Se valorará la adecuación de los contenidos del currículum académico del Grado con el que el solicitante accede al Máster a las competencias adquiridas en el Grado de Referencia. Esta valoración será realizada por la Comisión Académica del Máster y aprobada por la Comisión Académica del Consejo de Gobierno.

La valoración se expresará en una puntuación en escala de 0 a 10.

c) CV: Currículum Vitae

Se valorará el currículum vitae del solicitante, especialmente en aquellos aspectos que tengan que ver con la experiencia laboral en el ámbito del Máster, la formación continua y el conocimiento de idiomas extranjeros. Los criterios de valoración serán propuestos por la Comisión Académica del Máster y aprobados por la Comisión Académica del Consejo de Gobierno. La valoración se expresará con una puntuación en escala de 0 a 10.

Se recomienda considerar en la valoración final los tres criterios reseñados. No obstante, la valoración del CV puede ser subjetiva, o aumentar la complejidad del sistema de admisión en situaciones donde los plazos disponibles serán sin duda muy ajustados. Por ello los pesos relativos a cada criterio serán fijados por el centro responsable del máster (ERT) siempre dentro de las siguientes horquillas:

- a) Expediente académico: 40-60%
- b) Correspondencia de las competencias de la titulación de acceso con las del Grado de referencia: 40-60%
- c) Currículum vitae: 0-10%

Todas las solicitudes recibidas serán ordenadas de acuerdo con la puntuación ponderada obtenida y teniendo en cuenta el criterio de preferencia indicado en el apartado de requisitos específicos en relación con las notas de acceso a la universidad y la acreditación del nivel B2 en lengua extranjera. Serán admitidos tantos solicitantes como plazas se oferten, por estricto orden de prelación. En caso de que se produzcan renunciaciones, y siempre que existan solicitudes en lista de espera, se cubrirán las vacantes hasta completar la oferta de plazas o hasta agotar la lista de espera, siguiendo el orden de prelación anteriormente establecido.

## **CRITERIO 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS**

Se deben especificar las competencias y contenidos por materias o asignaturas para poder valorar la adecuación de la propuesta.

### **Contestación Máster:**

Las materias están definidas con competencia y contenidos.

## **CRITERIO 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS**

La materia Ciencia y Tecnología aeroespacial consiste en unos créditos de nivelación en función de la titulación de procedencia del estudiante, que no pueden ser incluidos, a efectos de verificación, como créditos en el título propuesto ya que se trata de contenidos de grado que no garantizan el nivel avanzado propio de nivel de Máster. En su caso, podrían ser considerados complementos de formación.

### **Contestación Máster:**

*(Apartado 5.5.1. Materias)*

Puesto que la redacción de la materia Ciencia y Tecnología Aeroespacial se prestaba a interpretaciones no correctas, se ha creído necesario redefinirla. En su lugar, se propone la materia Ciencias y Tecnologías Aeroespaciales Avanzadas, en la que se cubren contenidos enfocados hacia los distintos ámbitos de la Ingeniería Aeronáutica, entre los que se encuentran: el diseño de vehículos aeroespaciales, la aerodinámica, el cálculo estructural y aeroelástico, el análisis de los componentes de los sistemas propulsivos y los sistemas de navegación. Asimismo, se han redefinido los resultados de aprendizaje para que sea evidente que son adecuados al nivel avanzado, propio de Máster. Dicha materia se cursa independientemente de la titulación de procedencia del estudiante, en el caso de los estudiantes que accedan a través de las vías 4.2.1 y 4.2.2 definidas en la orden CIN 312/2009. En su caso, se contemplan módulos de formación para los estudiantes que accedan a través de la vía 4.2.3, de acuerdo a la ya citada orden CIN.

## **CRITERIO 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS**

Se debe garantizar que se adquieren todas las competencias en los módulos de Vehículos aeroespaciales y Sistemas de propulsión. Se deben separar los módulos para adaptarse a lo dispuesto en la Orden CIN 312/2009.

### **Contestación Máster:**

*(Apartado 5.5.1. Materias)*

Se han separado las materias de Vehículos Aeroespaciales y Sistemas de Propulsión. Cada una de las materias consta de 22,5 créditos ECTS. Se han redefinido además las competencias específicas alcanzadas para cada una de estas materias.

## **CRITERIO 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS.**

Se deben explicitar los contenidos de los diferentes módulos o materias.

### **Contestación Máster:**

Se ha cubierto en el punto anterior.

### **RECOMENDACIÓN:**

Se deben revisar los resultados de aprendizaje propuestos, puesto que algunos no tienen el preceptivo carácter avanzado propio de nivel de máster, como por ejemplo: encontrar diferencias y similitudes entre los métodos RANS, LES y DNS.

### **Contestación Máster:**

*(Apartado 5.5.1.2 Resultados de aprendizaje)*

Se han redefinido los resultados de aprendizaje de las materias de Vehículos Aeroespaciales y Sistemas de Propulsión para evidenciar el carácter avanzado propio de nivel de máster. Ello se ha cubierto en el punto anterior.

## **CRITERIO 6: PERSONAL ACADÉMICO**

Se debe ampliar la información sobre el perfil docente e investigador del personal disponible.

Se debe indicar los doctores ingenieros aeronáuticos con dedicación al título y su porcentaje de dedicación al mismo. El núcleo básico de profesorado especificado debe contener suficiente personal académico cualificado para poder impartir el máster con garantía de calidad.

### **Contestación Máster:**

*(Apartado 6.1 Profesorado)*

Se ha ampliado la información referente al personal académico:

El personal académico aportado por los departamentos son del área de Ingeniería Aeroespacial (495) o de las áreas afines como Ingeniería Mecánica (545), Mecánica de Fluidos (600), Máquinas y Motores Térmicos (590) e Ingeniería e Infraestructura de los transportes (530).

Para ampliar la justificación de la idoneidad del profesorado a continuación vemos los campos de trabajo obtenidos del informe que desarrollamos ante los evaluadores de la red Pegasus.

El máster de Ingeniería Aeronáutica de la UPV se ha elaborado y viene avalado por la experiencia en este campo de un conjunto de grupos de investigación de esta Universidad que asumirán la docencia y la investigación asociada al mismo.

Estos grupos ya cuentan con líneas de investigación y participan en proyectos directamente relacionados con áreas de interés dentro del sector Aeroespacial. Es de prever que la actividad en estas líneas aumente en la medida que los titulados de Ingeniería Aeroespacial realicen sus trabajos del máster en estos grupos y se integren en los mismos. La experiencia de los grupos en estas áreas ha sido reconocida con la inclusión de la titulación de la UPV en la red Pegasus.

Los grupos de investigación que participan en el máster de Ingeniería Aeronáutica de la UPV y su actividad se relacionan a continuación.

#### Grupo CMT-Motores Térmicos

Este grupo tiene un largo historial y experiencia en tareas de I+D en el campo de la termofluidodinámica de los sistemas propulsivos de los medios de transporte. Los profesores que lo avalan están integrados en el Instituto Universitario de Investigación CMT-Motores Térmicos, aprobado por Decreto 67/2005, de fecha 1 de abril del Consell de la Generalitat Valenciana y cuya sede se ubica en la Universitat Politècnica de València. En el Instituto trabajan actualmente 40 profesores, 50 investigadores, ayudantes y doctorandos y 25 técnicos de apoyo y personal de administración.

Además del importante tamaño del grupo, que trabaja de forma completamente coordinada desde hace 30 años, otro aspecto a destacar es que en el grupo están integradas personas de diferente formación (ingenieros de distintas ramas: industrial, mecánico, industrial energético, aeronáutico, etc., físicos, matemáticos) y de distintas nacionalidades.

Los trabajos de I+D realizados por el grupo han buscado en los últimos años un balance equilibrado entre estudios más "básicos", orientados a profundizar en los procesos termofluidodinámicos que controlan las actuaciones de las plantas propulsivas y, como consecuencia lógica de éstos, estudios de corte más "aplicado" orientados a la transferencia de tecnología y conocimiento al sector industrial y al desarrollo y optimización de sistemas o subsistemas de plantas propulsivas. Aunque siempre es difícil establecer fronteras entre lo fundamental y lo aplicado, si tomamos como referencia la clasificación de la Dirección General XII de la

Comunidad Europea, el tipo de investigación que el grupo ha venido realizando se podría catalogar como investigación aplicada.

Se dan a continuación algunas grandes cifras indicativas de la producción científico-técnica.

Los trabajos de I+D de orientación más básica del grupo, se han ido publicando históricamente en revistas indexadas en los JCR (Unos 160 artículos en los últimos 5 años) y en las separatas que publica la Society of Automotive Engineers (SAE papers), unos 40 en el mismo período de tiempo. Aunque más de 200 publicaciones en foros de calidad en los últimos cinco años es una cantidad respetable, queremos puntualizar que, como es fácil entender, en un grupo de investigación de carácter aplicado con una parte importante de su actividad investigadora financiada directamente por la industria (60% del presupuesto anual), las cláusulas de confidencialidad obligan a que una parte del trabajo realizado no pueda publicarse, o sólo pueda publicarse cuando ya está obsoleto.

Otro indicador de calidad manejado habitualmente en el panorama de I+D nacional son los reconocimientos de los Tramos de Investigación coloquialmente conocidos como "Sexenios". Los profesores que integran el grupo han obtenido evaluación favorable en 62 Sexenios de los 64 posibles atendiendo a la edad y años de actividad investigadora de sus miembros. Esto arroja un ratio de 0.97, alto en términos absolutos y del orden de tres veces más alto que el promedio de los valores obtenidos en el área de Ingeniería a nivel del Estado Español.

La financiación que el grupo solicitante ha ido obteniendo para dotar el Instituto de las infraestructuras necesarias y para abordar los trabajos de I+D realizados, lo ha sido a través de tres grandes conceptos.

En primer lugar, proyectos financiados por la UE dentro de los Programas Marco FP3 al FP7 con un total de 16 proyectos competitivos en los últimos 5 años, de los que la coordinación completa del proyecto se ha realizado desde CMT-Motores Térmicos en dos de ellos. En el marco de estos proyectos se ha tenido la ocasión de colaborar en tareas de investigación, discutir y contrastar opiniones y metodologías con muchas universidades, organismos de investigación y departamentos de I+D en termofluidodinámica de sistemas propulsivos.

En segundo lugar, proyectos financiados por la administración central y autonómica a través de distintas convocatorias públicas. En total se ha obtenido financiación para más de 25 proyectos competitivos en los últimos 5 años, en muchos casos coordinados, tratando de aprovechar las sinergias con otros grupos de I+D de la Universidad Politécnica de Valencia u otras universidades y/o departamentos de I+D de empresas.

Finalmente, otra parte de los recursos obtenidos se han sustanciado a través de contratos de investigación con los departamentos de I+D del sector productivo.

De esta manera se ha podido configurar un laboratorio de termofluidodinámica que equipa técnicas avanzadas de medida para sistemas de propulsión tanto volumétricos como de flujo acompañado por una red que permite realizar mecánica de fluidos computacional de forma intensiva. Las inversiones realizadas sólo en equipamiento experimental superan los 20 M€.

También se quieren destacar otros indicadores genéricos de calidad o reconocimiento internacional del Grupo de Investigación:

- Programa de Doctorado con Mención de Calidad obtenida por resolución de la Dirección General de Universidades de fecha 28 de mayo de 2003 y que lleva por título "Procesos Termofluidodinámicos en Sistemas Propulsivos". En el marco de este programa de doctorado se han leído unas 100 tesis doctorales desde el año 1990 hasta la actualidad, incluyendo 11 tesis durante el año 2012 (2 de las cuales han estado

relacionadas con el campo de la inyección, 4 con la combustión y 2 con turbomáquinas). Además, se han financiado alrededor de 20 becas anuales de doctorado durante los últimos 10 años.

- En los últimos 5 años se ha recibido la visita de 30 profesores e investigadores, nacionales y extranjeros, todos de reconocido prestigio y pertenecientes a las Universidades y centros de investigación con una actividad más destacada en el campo de las plantas propulsivas. Estas visitas han permitido establecer o afianzar contactos y compartir experiencias, y han contribuido a completar la formación de los alumnos del programa de postgrado.
- CMT-Motores Térmicos organiza cada dos años la conferencia "Thiesel. Thermodynamic processes in Diesel Engines". En septiembre de 2014 se celebra la VIII edición de esta conferencia que reúne a unos 200 participantes que provienen en parte del mundo académico y en parte de los departamentos de I+D de la industria de automoción tanto de Europa como de los EEUU y de los países asiáticos.
- CMT-Motores Térmicos pertenece a la Asociación de Centros de Investigación en Automoción "EARPA" (European Automotive Research Partners Association), constituida oficialmente como Asociación en 2002 (BELGISCH STAATSBLAD, 08/05/2002), que se autodefine como una red de excelencia europea de I+D en automoción, neutral, independiente y complementaria a los fabricantes de vehículos, suministradores y organizaciones gubernamentales. Sus funciones fundamentales, de acuerdo a sus estatutos, son fomentar la creación de Redes Temáticas Europeas de Investigación, promover la interrelación y movilidad entre grupos de investigación, facilitar la formación de consorcios y coordinación de proyectos, promover el desarrollo tecnológico pre-competitivo en automoción y actuar como consultor de la Comisión Europea en temas de interés público de movilidad, medio ambiente, energía y seguridad en automoción.

CMT-Motores Térmicos coordina la red europea VECOM (Vehicle Concept Modelling) del 7º Programa Marco Europeo, cuyo objetivo es la formación de investigadores en el campo emergente del modelado conceptual de vehículos, creando vínculos a nivel europeo entre universidad e industria y contribuyendo a la competitividad de la industria europea.

### Grupo de Informática Industrial y Sistemas Embarcados

Este grupo se encuentra integrado en el Instituto de Automática e Informática Industrial (AI2) de la UPV y tiene una experiencia de 25 años desarrollando proyectos de automatización y desarrollo de software industrial con empresas valencianas. Recientemente ha centrado su actividad en el desarrollo de sistemas operativos y software para sistemas embarcados en el sector aeroespacial. Esto le ha proporcionado experiencia en las metodologías de desarrollo, los estándares y los procesos de certificación propios de este sector.

El grupo cuenta con dos líneas de investigación fundamentales:

- Arquitecturas y Sistemas Operativos para Aviónica Modular Integrada (IMA). Se trabaja con sistemas críticos particionados en los que se requieren múltiples niveles de seguridad. El producto más notable es el hipervisor XtratuM que da soporte a sistemas operativos basados en el estándar de aviónica ARINC 653. Este es el primer hipervisor para procesadores LEON utilizado en proyectos de la ESA (18 de Junio de 2009). Este sistema se ha desarrollado en proyectos

conjuntos con el CNES y Astrium. Actualmente se encuentra en proceso de certificación.

- Diseño de aplicaciones de Aviónica. El objetivo de esta línea es el desarrollo de un gestor de misiones para aeronaves tripuladas de forma remota. Se pone énfasis en las metodologías de desarrollo software en V en las que se basa DO-178B/C, el Diseño de Software basado en Modelos y el despliegue automático de los modelos sobre el sistema XtratuM.

Estas líneas son fruto de la participación del grupo en proyectos relacionados con el sector aeroespacial, con diferentes partners entre los que cabe destacar:

- CNES - Centre National d'Études Spatiales
  - 6 contratos para adaptar XtratuM y herramientas asociadas a LEON2
- ESA – European Space Agency. 4 contratos para desarrollar:
  - Critical Safety Systems based on XtratuM and LEON3 - (ASTRIUM SAS)
  - XtratuM for LEON4 (Multicore) - (ASTRIUM SAS)
  - EagleEye Demonstrator (SSF)
  - IMA for Space (Future SW architecture for satellites based on IMA)- (Astrium SAS, THALES Alenia, SpaceBel, Scysis..)
- ASTRIUM Space Transportation
  - Porting of XtratuM to ARM

Los proyectos en los que se ha participado son:

- IMA for Space, 2010-12. ESA project led by Astrium and Thales.
- Securely Partitioning Spacecraft Computing Resources, 2009-10. Subcontract of EADS Astrium.
- LVCUGEN : Generic Payload on-board software, 2008-09. Subcontract SOGETI/CNES (F)
- XtratuM hypervisor porting on LEON2 processors. Subcontract CNES (F)

El grupo ha dado lugar a un spin-off, denominado fentISS que es una empresa que ofrece soluciones tecnológicas para desarrollo de software de sistemas embarcados de tiempo real y sistemas críticos y se ocupa de comercializar el sistema XtratuM.

Finalmente, el grupo mantiene contactos y participa en proyectos nacionales y en proyectos europeos con los principales grupos de "Sistemas de Tiempo Real", entre los que se encuentran el de la Universidad Politécnica de Madrid y el de La Universidad de Cantabria en España y los de la Universidad de York y la Scuola Superiore Santa Ana en Europa.

### Grupo de Ingeniería de Telecomunicación

Este grupo es responsable y da soporte a dos entes de investigación integrados en la Ciudad Politécnica de la Innovación de la UPV:

- El Instituto de Telecomunicación y Aplicaciones Multimedia (iTEAM). Abarca grupos con líneas de interés específicas en el Diseño de Antenas y Dispositivos de Comunicaciones en el Rango de Microondas y en los Sistemas de Comunicaciones Espaciales. Dentro de estas líneas se llevan a cabo proyectos que incluyen la puesta en órbita de Pico-satélites, Comunicaciones por Satélite, Sistemas de Radio-Navegación (GPS, Galileo), y Aplicaciones de la Teledetección. Este instituto ha dado lugar a una empresa spin-off denominada AURORASAT y colabora con la empresa de instrumentos embarcados Emxys (Elche) que colabora en la iniciativa de vuelo suborbital XCOR Lynx.

- El Val Space Consortium laboratorio la Agencia Espacial Europea (ESA) con base en Valencia, realiza actividades de investigación científica y servicios de desarrollo tecnológico en cualquier ámbito de actividad relacionado con el sector Espacio. Los objetivos de esta agencia son el incremento de la seguridad y de la calidad de producción de los sistemas espaciales y la regulación de estándares y especificaciones en el sector espacio. En sus instalaciones cuenta con dos salas limpias clase 10000 (Categoría ISO 7) con un área total de trabajo de 200 m<sup>2</sup>, 5 cámaras de vacío y varios bancos de prueba de radio frecuencia de alta potencia.

Entre los proyectos más significativos del iTEAM se encuentran:

Pico-satellite POLYTECH.1. Promovido por la UPV, siendo la principal contratista la empresa EMXYS (Valencia). El proyecto aborda el diseño del primer pico-satélite hecho en Valencia: 10 cm x 10 cm x 30 cm (cubo-sat). La carga incluye varios experimentos de investigación de la UPV en el espacio.

SPACE-CV. Promovido por la Generalitat Valenciana, es un proyecto colaborativo en el que colaboran 8 grupos de I+D de 6 universidades públicas españolas (75 investigadores) siendo sus principales objetivos las actividades científicas y tecnológicas conjuntas en el sector Espacio. Asimismo, también abordan la transferencia de conocimientos de este sector en las universidades en forma de postgrado (máster, doctorado) y hacia las industrias.

Por su parte, el Val Space Consortium (ESA) está especializado en los fenómenos de degradación de RF (Multipactor, Corona y manejo de potencia e intermodulación pasiva (PIM). En sus 2 años de funcionamiento ha llevado a cabo más de 150 ensayos en 29 campañas de pruebas para las empresas y organismos de todo el mundo.

Los proyectos de la ESA en los que participa son: proyectos de observación de la Tierra Sentinel-1 y Sentinel-3, la Biomasa, las comunicaciones por satélite Alphasat y Galileo.

#### Grupos de investigación vinculados al Dpto. de Ingeniería Mecánica y de Materiales (DIMM)

En el marco investigador relacionado con el Dpto. de Ingeniería Mecánica y de Materiales (DIMM), se distinguen tres entidades:

- Centro de Investigación de Tecnología de Vehículos (CITV)
- Instituto de Tecnología de Materiales (ITM)
- Instituto para el Diseño y Fabricación (IDF)

El Centro de Investigación de Tecnología de Vehículos (CITV) tiene experiencia investigadora en los siguientes ámbitos de la ingeniería mecánica: análisis estructural, diseño mecánico, comportamiento mecánico de materiales (metálicos y compuestos), análisis de fatiga, durabilidad e integridad estructural, optimización, vibraciones y comportamiento dinámico. El grupo tiene además una gran tradición en el modelado numérico aplicado a cada una de estas disciplinas, en particular en el método de los elementos finitos.

En el campo del análisis estructural, el grupo ha colaborado con ingenierías de cálculo para el sector aeronáutico, como Comet Ingeniería y Assystem-Bryme. Se ha participado en el desarrollo de modelos numéricos de uniones adhesivas de paneles en materiales compuestos, de aplicación en módulos de lanzaderas espaciales Ariane. En cuanto a fatiga y durabilidad, el grupo tiene gran experiencia

en fretting-fatiga, habiendo colaborado con el Dpto. de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Oxford (con contratos con Rolls-Royce en su división de aeromotores) en el estudio de problemas de fretting-fatiga en las uniones de álabes y ejes de compresores y turbina. En cuanto al cálculo y diseño estructural de palas de aerogenerador, se han realizado investigaciones en el marco de contratos con Gamesa para el análisis del fallo por delaminación y daño progresivo.

Por otro lado, el grupo desarrolla software propio para el análisis de fallo en laminados y su optimización, modelos de zona cohesiva para el análisis numérico de la delaminación en compuestos, técnicas basadas en el método de los elementos finitos (X-FEM) para el modelado numérico de propagación de grieta en mecánica de la fractura, análisis modal experimental para el análisis de vibraciones, etc.

El Instituto de Tecnología de Materiales (ITM) trabaja activamente en el desarrollo de materiales y recubrimientos avanzados para la industria aeroespacial. En la actualidad, participa en proyectos de investigación relacionados con el desarrollo de recubrimientos para barreras térmicas, a través del desarrollo de cerámicas nanoestructuradas y técnicas de "plasma spraying" (Atmospheric Plasma Spraying-APS, Suspension Plasma Spraying-SPS o Solution Precursor Plasma Spraying-SPPS), de aplicación en álabes de turbina.

Uno de los proyectos de investigación actualmente en progreso es el desarrollo de materiales de muy bajo coeficiente de expansión térmica, en concreto, nanocompuestos con coeficiente de expansión térmica prácticamente nulo de forma isotropa. Estos materiales tienen una aplicación directa en espejos ultraligeros de gran tamaño (0.5-1m) para aplicaciones ópticas en espacio.

Otras de las líneas de investigación del ITM están relacionadas con el desarrollo de nanocompuestos de base polímero, alcanzando sustanciales mejoras en rigidez y tenacidad a la fractura a través de la introducción de nanocargas, nanotubos de carbono y/o grafeno. También se investiga en el desarrollo de aleaciones avanzadas de titanio con técnicas de pulvimetalurgia, mediante el refuerzo de la matriz de titanio con materiales cerámicos compatibles de propiedades mecánicas mejoradas.

Por último, el Instituto para el Diseño y la Fabricación (IDF) investiga en los procesos de fabricación relacionados con los materiales compuestos y técnicas de transferencia de resina (resin transfer moulding, RTM). En concreto, desarrolla procesos y modelos que permiten mejorar el contenido en huecos a través de la optimización de la velocidad de impregnado.

Los componentes aeroespaciales necesitan de un nivel de poros extremadamente bajo (máximo aproximadamente de un 2%). Este nivel de poros sólo se consigue con preimpregnados (de precio muy elevado) o con una técnica RTM de alta calidad. Para conseguir este nivel de poros en RTM hay que considerar simultáneamente la escala nano y micro de los compuestos y controlar la velocidad de impregnación en ambas escalas.

Los modelos reológicos desarrollados son modelos simplificados (de carácter bifásico) que permiten estimar a priori las condiciones óptimas para la transferencia de resina y predecir las localizaciones de concentración de huecos.

#### Grupo de Tecnologías de Navegación Global por Satélite (GNSS)

Este grupo se encuentra integrado en el Departamento de Ingeniería Cartográfica y se encuentra muy involucrado en proyectos relacionados con el sistema EGNOS de aumento de precisión de la navegación GPS (análisis de Precisión, comparativas de

receptores EGNOS, comparativas con otros sistemas de navegación). El grupo trabaja para EGNOS ESA en software de:

- SISNeT
- Sistemas de EDAS
- Sistemas Teacher SBAS
- Sistemas Mentor SBAS

El principal proyecto relacionado con el sector Aeroespacial que lleva a cabo este grupo en la actualidad es:

Navigation System for Emergency Helicopter Assistance in Low Visibility Conditions. En cooperación con la empresa URJATO cuyas pruebas se realizan en el aeropuerto de Ciudad Real. En este proyecto se propone un sistema de navegación de precisión que permita el despegue y aterrizaje de helicópteros en condiciones meteorológicas adversas. El proyecto aborda dos tipos de pruebas: en tierra y en el aire. En tierra se llevan a cabo diversas pruebas de continuidad y precisión de distintos tipos de receptores. En vuelo se realizan dos propuestas basadas en integrar:

- a) VRS/RTK (Virtual Reference Station/ Real Time Kinematics) y EGNOS.
- b) VRS/RTK (Virtual Reference Station/ Real Time Kinematics) y el sistema ILS de aviónica.

El grupo ha iniciado la colaboración con otras universidades para dar continuidad a la temática de este proyecto en el terreno académico y en particular con la QUT University of Brisbane (Australia) y el Prof. Yanming Feng experto en sistemas de navegación GBAS.

## **CRITERIO 7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS**

Se debe asegurar que se dispone de los medios materiales adecuados para la adquisición de las competencias específicas relacionadas con la navegación aérea, las infraestructuras, los vehículos espaciales, y con la parte de estructuras de los vehículos aéreos.

### **Contestación Máster:**

*(Apartado 7. Recursos, materiales y servicios)*

Se ha ampliado la información de los recursos de los laboratorios disponibles para demostrar que se asegura la adquisición de las competencias específicas relacionadas con la navegación aérea, las infraestructuras, los vehículos espaciales y la parte de estructuras de los vehículos aéreos.

- Laboratorios Edificio 8P Departamento de Máquinas y Motores Térmicos

- Elementos constructivos. En este edificio se hallan despieces de distintas aeronaves. Aquí se comprueba cómo son estructuralmente las aeronaves en su interior. También se poseen alas de aviones comerciales, alguna de las cuales se encuentra seccionada permitiendo determinar su construcción estructural y cómo se produce el sellado mediante una goma especial para albergar el combustible que lleva la aeronave dentro del ala. Además, se hallan válvulas y bombas de sistemas de acondicionamiento de aire y sistemas de combustible de otros aviones, para que se puedan comparar en construcción y diseño.

- Ala y estabilizador horizontal trasero Mirage F1
- Alas Bombardier CRJ-200

- Aerorreactores Snecma ATAR 9C (Mirage III) y GE J79 (Phantom F-4) seccionados
- Cámaras de combustión ATAR 9 y Rolls Royce 211
- Compresor de 2 etapas seccionado

- Aerodinámica:

- 2 túneles de viento abiertos (1,2 kW - 26 m/s - 250x250mm; 1,5 kW - 30 m/s - 220x220 mm)
- Túnel de viento cerrado (37 kW - 80 m/s - 440x440 mm)

En los túneles de viento se desarrollan varias tareas destinadas al estudio de la aeronavegabilidad eficiente y la aerodinámica. Algunos de los apartados que se resaltan se enumeran a continuación:

- Elementos constructivos (objetos y perfiles aerodinámicos) de distintas formas de los cuales es posible determinar su sustentación y resistencia por medio del uso de una balanza a la cual quedan anclados y que permite la medición de las citadas fuerzas.
- Medidas de capa límite. Visualización del desprendimiento de la capa límite sobre la superficie de un cilindro, que cuenta con tomas estáticas distribuidas en un cuarto de círculo. Este sistema permite determinar la transición entre la capa límite laminar y la capa límite turbulenta.
- Medidas de campo de velocidades gracias a rastrillos compuestos por tomas de Pitot.
- Estudio aerodinámico sobre las alteraciones geométricas de un fuselaje determinado. A este efecto se introducen modelos de cuerpos esbeltos en el túnel.
- Visualización de líneas de corriente a través de inyección de humo o mediante laser con el sistema PIV, dando lugar a la utilización de diversas técnicas de medida por parte del alumno. Ello se aplica, por ejemplo, al estudio de la influencia de la posición relativa de distintos elementos en una aeronave (motores, estabilizadores, etc.).
- Estudios de transmisión de calor mediante el uso de una placa plana instrumentada a tal efecto. Existe una resistencia que calienta la superficie de la placa, de modo que es posible estudiar la influencia de la temperatura en el desarrollo del flujo alrededor de la misma.
- Ensayos de cascadas de álabes de compresor y turbina. Mediante el túnel de viento se puede estudiar el flujo a lo largo de los canales de álabes, que forman una etapa de compresor o turbina.
- Mesas de visualización de flujo laminar (900 x 600 mm)
- Se posee también dos mesas laminares que permiten la realización de estudios de flujo laminar, permitiendo la visualización de líneas de corriente a través de inyección de tinta.

Combustión:

Quemador de 100 kW

Banco de ensayos de mini-aerorreactores hasta 295N de empuje. En la actualidad con el aerorreactor AMT-Netherlands Olympus.

Banco de ensayos de motores cohete de combustible sólido de distintos tiempos de combustión: 2 segundos, 5 segundos y 10 segundos. En dicho motor cohete se examina su empuje mediante análisis termográfico y un sistema de galgas extensiométricas.

Bancos de ensayos para motores de combustión interna con frenos eléctricos

Transmisión de calor: calderas de combustión.

Combustibles y lubricantes: espectrómetro FTIR, medidor de TBN/TAN, viscosímetros.

Transferencia de masa y energía: grupos generadores eléctricos, motobombas, bombas de calor.

Fluidodinámica: banco de flujo frío, banco de flujo caliente para turbomáquinas, y banco supersónico (sección de ensayo del banco).

Instrumentación para diagnósticos de flujos multifásicos y reactivos, LIF, PIV, LDA, cámaras de alta velocidad.

#### - Edificio del hangar 7L

Se trata de una superficie de unos 1000 m<sup>2</sup>. En dicho hangar se encuentran aeronaves y vehículos con formas aerodinámicas diversas. Estos elementos se destinan al reconocimiento de los elementos constructivos que poseen las aeronaves así como también a la capacidad de generar una perspectiva aerodinámica en torno a su diseño, como ocurre en el caso de los vehículos terrestres hallados en dicho espacio.

En torno al avión, se encuentra un Dassault Mirage F-1 que prestó servicio en el Ejército del Aire destinado a varias tareas. Entre ellas se destacan prácticas sobre los elementos que componen el sistema eléctrico y la disposición de los mismos. La alternación de equipos de navegación que son alimentados mediante corriente continua como con corriente alterna. Los estudiantes pueden verificar cómo están las conexiones y localizar las tapas de inspección que presentan estos aviones a lo largo del fuselaje. Estas mismas tapas también se emplean para los otros sistemas, como los hidráulicos y de combustible. Además, se posee el manual del avión, por lo que es posible enseñar en el mismo hangar cómo se produce la alimentación de combustible al motor por medio de las distintas tuberías, así como la coordinación entre las distintas bombas y válvulas del sistema.

Los elementos de avión y motor existentes permiten la realización de ensayos estructurales. La otra aeronave disponible es un helicóptero que sirvió en el Ejército de Tierra. Se trata de un modelo Bo-105, completamente equipado con sus motores y los sistemas de mando intactos. Sobre este vehículo se realizan prácticas relacionadas con la coordinación de los movimientos del rotor, que son muy complejos y que resulta fácil de entender al poseer un demostrador como un helicóptero real. También permite explicar los movimientos de balanceo de las palas en el rotor de cola para modificar el par resistente sobre el par motor para mantener el equilibrio dinámico lateral del helicóptero. Al igual que lo que sucede con el avión, aquí también se presentan todos los sistemas como el de navegación, el sistema de combustible, de control de movimientos mediante las varillas movidas mediante hidráulica situada en partes estratégicas del aparato, etc. Para la correcta realización de tareas en esta aeronave también se posee el manual de construcción.

Los manuales de despiece de las aeronaves conocidos como IPC se hallan al alcance de los alumnos por medio de ordenadores que se encuentran en el propio

hangar. Ello hace posible que el alumno, antes de entrar en contacto con la aeronave, conozca la hoja de ruta por la cual inspeccionará a la misma.

Algunos de los ordenadores poseen simulación del instrumental de vuelo de las aeronaves, permitiendo conocer su uso práctico y cómo cada instrumento se alimenta (corriente continua o alterna). Además, existe un simulador de vuelo creado específicamente para la realización de vuelos reales, haciendo posible la familiarización con las infraestructuras terrestres, así como con las radiobalizas y radioayudas, fundamentales para la comprensión de los conceptos relacionados con la radionavegación. Esto también se verifica mediante el uso del Mirage F-1

Además, con las aeronaves se pueden realizar modelos de mantenimiento, posibilitando la familiarización con las distintas tareas de mantenimiento de la aeronave y el conocimiento de la coordinación del trabajo con un equipo de mecánicos.

- Hangar 2

#### Laboratorio de Aeronavegación

Este laboratorio consta de 10 puestos de trabajo que ofrecen una aproximación bastante realista a lo que se conoce como "Simulación de Vuelo Completa", es decir un entorno de simulación que no solo simula la propia aeronave, sino que también simula el entorno de control de tráfico y el de comunicaciones. Los tres entornos de simulación se encuentran completamente integrados, es decir, los vuelos virtuales de cada simulador son visibles desde el entorno de control de tráfico y además poseen comunicaciones entre ellos. Por otra parte, el entorno de trabajo posible acceder mediante conexiones de red a los simuladores para obtener datos de los vuelos que puedan ser procesados informáticamente.

Cada puesto de trabajo consta de 2 computadores personales de altas prestaciones, 2 monitores de alta resolución, yokes/joysticks para manejo del simulador y micros y cascos. El software instalado incluye un simulador de vuelo, un programa para control de tráfico, un servidor de tráfico virtual, un servidor de comunicaciones, programas para el procesamiento de datos de simuladores (Matlab) y autopilotos en Simulink de desarrollo propio.

El laboratorio se completa con un equipo con una antena para recepción de datos de los transpondedores, software para redistribuir estos datos en el laboratorio, y software para implementar una pantalla de radar SSR educacional. El laboratorio permite cubrir prácticas relacionadas con:

1. Instrumentos de navegación básicos.
2. Radionavegación.
3. Navegación basada en FMC (computador de vuelo) y programación del mismo.
4. Cartas aeronáuticas.
5. Radar secundario (SSR) y técnicas de detección de riesgos de colisión.
6. Control de tráfico (TWR, TACC, ACC).
7. Diseño de autopilotos (basados en la interconexión TCP/IP de Simulink y el simulador de vuelo).
8. Desarrollo de software de aviónica basado en modelos (MBD technology).

## **Punto 2. Justificación**

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

El objetivo fundamental del Máster Universitario de Ingeniería Aeronáutica es ofrecer a sus alumnos una visión completa de la Ingeniería Aeronáutica. Que adquieran una capacidad para el diseño, desarrollo y gestión en el ámbito de la Ingeniería Aeronáutica que tenga por objeto, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

Formar estudiantes preparados para el desempeño de un papel relevante en la empresa pública, privada y en el libre ejercicio profesional.

El Máster en Ingeniería Aeronáutica es el título que habilita para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Aeronáutico de acuerdo a la Orden CIN/312/2009. El presente programa sigue las estructuras y aportaciones de planificación metodológica contenidas en el RD. 1393/97, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Todo ello orientado por las líneas básicas establecidas en el Libro Blanco de la Ingeniería Aeronáutica.

### **2.2 Normas reguladoras del ejercicio profesional**

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.

### **2.3 Referentes externos que avalan la adecuación de la propuesta**

Los estudios de Ingeniería Aeroespacial son habituales en todos los países económicamente desarrollados y el interés profesional de esta titulación está sobradamente reconocido en todo el mundo. Son, por tanto, muchas las universidades que incluyen los estudios de ingeniería aeroespacial entre sus títulos ofertados.

Los principales referentes externos en los que se fundamente esta propuesta son:

- El Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Aeronáutica elaborado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. ([www.aneca.es](http://www.aneca.es), sección libros blancos).
- Planes de estudio de universidades españolas, europeas y de otros países de calidad e interés contrastado.
- Informes de colegios profesionales y asociaciones nacionales e internacionales.
- Títulos del catálogo vigentes a la entrada en vigor de la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de universidades.

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

- Resolución de 15 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Universidades, por la que se establecen las condiciones a las que deberán adecuarse los planes de estudios conducentes a la obtención de títulos que habiliten para el ejercicio de las distintas profesiones reguladas de Ingeniero Técnico.
- Otros, con la justificación de su calidad o interés académico.

De todos ellos, la principal referencia tomada ha sido el Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Aeronáutica elaborado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación desarrollado al amparo de la Tercera Convocatoria de Ayudas y para el Diseño de Planes de Estudio y Títulos de Grado convocado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

El interés científico y estratégico de la Ingeniería Aeronáutica en Europa se refleja en diversos organismos y redes. Entre ellos destacamos la Red Pegasus, Partnership of a European Group of Aeronautics and Space Universities (<http://www.pegasus-europe.org>)

Esta es una organización europea de excelencia que acoge a las mejores Escuelas y Universidades de Ingeniería Aeroespacial con titulaciones de 5 o más cursos de duración total en dicho ámbito. A esta organización nos hemos incorporado recientemente.

En este sentido, no cabe duda que este máster dará la oportunidad de continuar y ampliar su formación a los alumnos del Grado de Ingeniería Aeroespacial que impartimos en la actualidad y, además, dará continuidad a la formación de los estudiantes de Ingeniería Aeronáutica de la UPV que, en estos momentos, se encuentra en vías de extinción.

Actualmente la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño está impartiendo el título de Ingeniería Aeronáutica y dispone de numerosos acuerdos de intercambio con universidades extranjeras (ver anexo 5B). Dichas titulaciones se han estudiado y utilizado en el desarrollo del máster. Cabe destacar, que en el curso 2013-2014, 38 alumnos nuestros se encuentran realizando un intercambio con diversas universidades del ámbito internacional que seguidamente referenciamos. Las universidades con las que estamos realizando intercambio de alumnos a nivel de máster (4º y 5º curso) durante el curso 2012/13 por la titulación de Ingeniería Aeronáutica y, que está previsto mantener intercambio con el nuevo máster, son:

D AACHEN01	RHEINISCH-WESTFÄLISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE AACHEN
D BERLIN02	TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN
D STUTTGA01	UNIVERSITÄT STUTTGART
E MADRID05	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
F POITIER05	ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE MECANIQUE ET D`AEROTECHNIQUE
F TOULOUS16	ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L`AERONAUTIQUE ET DE L`ESPACE (ENSICA)
F TOULOUS16	ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L`AERONAUTIQUE ET DE L`ESPACE (SUPAERO)
I MILANO02	POLITECNICO DI MILANO
I PISA01	UNIVERSITÀ DI PISA

I ROMA01	UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA `LA SAPIENZA`
P LISBOA04	UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
PL WARSZAW02	POLITECHNIKA WARSZAWSKA
S STOCKHO04	KUNGL TEKNISKA HÖGSKOLAN
UK CRANFIE02	CRANFIELD UNIVERSITY

Por último señalamos un gran número de universidades de prestigio internacional que disponen de programas de postgrado en Aeronáutica, entre ellas resaltamos las siguientes, que se han consultado y que figuraban en el anexo 5B:

(Universidad)	(Nombre del Máster)	(Página web del máster)
Stanford University	Master of Science in Aero/Astro	<a href="http://aa.stanford.edu/curriculum/msAero.php">http://aa.stanford.edu/curriculum/msAero.php</a>
Massachusetts Institute of Technology	Master of Science in Aeronautics and Astronautics Doctoral degree	<a href="http://engineering.mit.edu/education/graduate/aeroastro.php">http://engineering.mit.edu/education/graduate/aeroastro.php</a>
Georgia Institute of Technology	Master of Science in Aerospace Engineering	<a href="http://www.catalog.gatech.edu/colleges/coe/ae/grad/msae.php">http://www.catalog.gatech.edu/colleges/coe/ae/grad/msae.php</a>
University of Michigan - Ann Arbor	Aerospace Engineering: Master's & PhD Aerospace Science: Master's & PhD	<a href="http://www.engin.umich.edu/academics/gradprograms/degrees/index.html">http://www.engin.umich.edu/academics/gradprograms/degrees/index.html</a>
University of Illinois - Urbana-Champaign	Aerospace Engineering, Master of Science, Doctor of Philosophy Bachelor of Science in Aviation Human Factors	<a href="http://engineering.illinois.edu/prospective-students/degree-programs">http://engineering.illinois.edu/prospective-students/degree-programs</a>
Princeton University	MAE 598 Graduate Seminar in Mechanical & Aerospace Engineering	<a href="http://www.princeton.edu/mae/graduate/courses/">http://www.princeton.edu/mae/graduate/courses/</a>
University of Maryland--College Park	Aerospace Engineering	<a href="http://www.aero.umd.edu/">http://www.aero.umd.edu/</a>
University of Texas - Austin	Aerospace Engineering (ASE) Graduate Program	<a href="http://www.ae.utexas.edu/graduate-programs">http://www.ae.utexas.edu/graduate-programs</a>
The University of Tokyo	Aeronautics and Astronautics	<a href="http://www.aerospace.t.u-tokyo.ac.jp/welcome-e.html">http://www.aerospace.t.u-tokyo.ac.jp/welcome-e.html</a>
Nanyang Technological University (NTU)	Aerospace Engineering	<a href="http://www.mae.ntu.edu.sg/ProspectiveStudents/GraduateProgrammesResearch/Pages/Aero_engrg.aspx">http://www.mae.ntu.edu.sg/ProspectiveStudents/GraduateProgrammesResearch/Pages/Aero_engrg.aspx</a>
Tsinghua University	Aeronautical and Astronautical Science and Technology (M.S., Ph.D.)	<a href="http://www.tsinghua.edu.cn/publish/then/5974/index.html">http://www.tsinghua.edu.cn/publish/then/5974/index.html</a>
RWTH Aachen University	Aeronautical Engineering and Astronautics M.Sc.	<a href="http://www.rwth-aachen.de/go/id/bkoe/?lidz=1#aaaaaaaabkof">http://www.rwth-aachen.de/go/id/bkoe/?lidz=1#aaaaaaaabkof</a>

University of Manchester	BEng Aerospace Engineering	<a href="http://www.manchester.ac.uk/undergraduate/courses/search2013/at/oz/course/?code=03333">http://www.manchester.ac.uk/undergraduate/courses/search2013/at/oz/course/?code=03333</a>
Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)	Master of Science in Aerospace Engineering	<a href="http://www.kth.se/en/studies/programmes/master/programmes/me/aerospace-engineering/master-s-programme-in-aerospace-engineering-1.6529">http://www.kth.se/en/studies/programmes/master/programmes/me/aerospace-engineering/master-s-programme-in-aerospace-engineering-1.6529</a>
TU Delft	Aerospace Engineering and the European Wind Energy Master.	<a href="http://www.lr.tudelft.nl/en/study/master-of-science-programme/">http://www.lr.tudelft.nl/en/study/master-of-science-programme/</a>
The University of New South Wales	Graduate Certificate in Aviation Management Graduate Diploma in Aviation Management Master of Science & Technology (Aviation)	<a href="http://www.aviation.unsw.edu.au/future/futurepgrad.html">http://www.aviation.unsw.edu.au/future/futurepgrad.html</a>
Universidade de Sao Paulo	Aero & Mechanical Engineering Air infrastructure engineering	<a href="http://www.ita.br/ingles/ingles.htm">http://www.ita.br/ingles/ingles.htm</a>
Embry-Riddle Aeronautical University	Master of Science in Aerospace Engineering  Master of Aerospace Engineering	<a href="http://daytonabeach.erau.edu/coe/aerospace-engineering/masters-degrees/index.html">http://daytonabeach.erau.edu/coe/aerospace-engineering/masters-degrees/index.html</a>
Imperial College London	Aeronautical Engineering (MEng)  Aeronautical Engineering with a Year in Europe (MEng)  postgraduate MSc courses:  MSc in Advanced Computational Methods in Aeronautics, Flow Management and Fluid-Structure Interaction,  MSc in Composite Materials	<a href="http://www3.imperial.ac.uk/aeronautics/study">http://www3.imperial.ac.uk/aeronautics/study</a>
Universität Stuttgart	Aerospace Engineering M.Sc.	<a href="http://www.uni-stuttgart.de/studieren/angebot/Irt_msc/index.en.html?__locale=en">http://www.uni-stuttgart.de/studieren/angebot/Irt_msc/index.en.html?__locale=en</a>
Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace	Master of Science in "Aerospace mechanics and avionics", Master of Science in "Aeronautical and Space Systems" "Master of Science in "Global Navigation Satellite	<a href="http://masters.isae.fr/en/msc/masters_of_science.html">http://masters.isae.fr/en/msc/masters_of_science.html</a>

	System".	
Cranfield University	Aerospace taught masters courses	<a href="http://www.cranfield.ac.uk/soe/postgraduatestudy/msc/aerospace_masters_courses.html">http://www.cranfield.ac.uk/soe/postgraduatestudy/msc/aerospace_masters_courses.html</a>
	Air transport taught masters courses	<a href="http://www.cranfield.ac.uk/soe/postgraduatestudy/msc/air_transport_masters_courses.html">http://www.cranfield.ac.uk/soe/postgraduatestudy/msc/air_transport_masters_courses.html</a>
	Astronautics and Space taught masters courses	Airport Planning and Management MSc <a href="http://www.cranfield.ac.uk/students/courses/page1145.html">http://www.cranfield.ac.uk/students/courses/page1145.html</a>
		<a href="http://www.cranfield.ac.uk/soe/postgraduatestudy/msc/space_masters_courses.html">http://www.cranfield.ac.uk/soe/postgraduatestudy/msc/space_masters_courses.html</a>

#### 2.4 Descripción de los procedimientos de consulta internos utilizados para la elaboración del plan de estudios

El Consejo de Gobierno de fecha 14 de febrero de 2008 aprobó el *Documento Marco de la UPV para el Diseño de Titulaciones UPV*. En él se establecían las pautas, criterios, normas y recomendaciones en la UPV para la transición de la situación actual al nuevo escenario resultante de la aplicación del R.D. 1393/2007.

Así mismo se ha definido un "Procedimiento de tramitación interna en la UPV de propuestas de nuevas titulaciones" según la cual una vez definidas por las correspondientes comisiones de planes de estudio y aprobadas las propuestas por los órganos colegiados de las Estructuras Responsables de Título; el Área de Estudios y Ordenación de Títulos con la colaboración principalmente del Servicio de Alumnado, del Instituto de Ciencias de la Educación, del Área de Sistemas de Información y Comunicaciones y del Servicio de Evaluación, Planificación y Calidad, realiza un Informe técnico sobre dicha propuesta.

La propuesta de titulación junto al informe técnico emitido permanece en exposición pública durante 14 días naturales pudiendo, cualquier miembro de la Comunidad universitaria, presentar las alegaciones que estime oportunas.

Una vez concluido el plazo de exposición pública, la Comisión del Plan de Estudios contesta tanto al informe técnico como a las alegaciones y se presenta el expediente completo a la Comisión Académica de la UPV para su debate y, si procede, aprobación.

Las propuestas aprobadas se trasladan al Consejo de Gobierno para su debate y, en su caso, aprobación institucional y remisión al Consejo de Universidades para el inicio del proceso de verificación.

Asimismo, cabe señalar que el diseño del título ha sido fruto de la colaboración de 10 **Departamentos** de la Universidad Politécnica de Valencia, a saber:

Departamento de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Departamento de Máquinas Y Motores Térmicos  
Departamento de Ingeniería de Mecánica y de Materiales  
Departamento de Ingeniería de la Construcción y de Proyectos de Ingeniería Civil  
Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras  
Departamento de Física Aplicada  
Departamento de Matemática Aplicada  
Departamento de Informática de Sistemas y Computadores  
Departamento de Ingeniería Electrónica

El principal instrumento para la elaboración del plan de estudios ha sido la creación de la **Comisión Plan de Estudios del Máster de Ingeniería Aeronáutica**, la cual se constituyó en 19 de febrero de 2013. La comisión quedó constituida por el Director de la ETSID, el Jefe de Estudios, el Jefa de los Servicios Administrativos, una administrativa, profesorado de los distintos departamentos implicados y dos alumnos. El detalle es el siguiente:

Ballester Sarriás, Enrique (Presidente)

Albertos Pérez, Pedro

Álvarez Valenzuela, Bernardo

Desantes Fernández, Jose María

Fajardo Peña, Pablo

Giner Maravilla, Eugenio

González Vidosa, Fernando

Masot Peris, Rafael

Pérez Aparicio, Jose Luis

Riera Guasp, Jaime

Sánchez Ruiz, Luis

Vila Carbó, Joan

Sánchez Juan, Elena (Secretaria)

Fernández Guillen, Pablo (Alumnado)

Torres Royo, Germán (Alumnado)

Rueda Castro, Alicia (Personal administrativo)

Gómez Fernández, M. Carmen

Desde esa fecha el grupo ha iniciado su recopilación de documentación oficial y, desde el mes de febrero, ha desarrollado reuniones periódicas para revisar el estado de avance de la propuesta.

De este modo, la propuesta se ha elaborado en base a la siguiente normativa en relación al diseño de títulos universitarios oficiales de posgrado, disponible en la página web del Vicerrectorado de Organización Académica, Profesorado y Titulaciones de la Universidad Politécnica de Valencia:

- RD 861/2010, por el que se modifica el RD 1393/2007, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
- Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad Politécnica de Valencia. Estudios de Máster Universitario.
- Decreto 66/2007 por el que se establece el procedimiento de autorización para la implantación de estudios universitarios oficiales de posgrado conducentes al título de máster o doctor.
- RD 1002/2010, de 5 de agosto, sobre expedición de títulos universitarios oficiales.
- RD 1125/2003 por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial
- Plan estratégico de la Universitat Politècnica de Valencia 2007/2014
- Documento Marco de Diseño de las titulaciones de la Universitat Politècnica de Valencia, aprobado por su Consejo de Gobierno, en sesión de 14 de febrero de 2008.
- Guía Docente de la Universitat Politècnica de Valencia. Criterios para su elaboración.
- Proyecto de la Universitat Politècnica de Valencia para la Dinamización y la Convergencia Europea.

Se ha trabajado en el diseño del título con el marco proporcionado por los siguientes documentos (se indican sólo los que se consideran más relevantes):

- Líneas generales para la implantación de estudios de grado y posgrado en el Sistema Universitario de la Comunidad Valenciana.
- Guía de apoyo de la ANECA en relación al proceso de VERIFICACIÓN
- Protocolo de evaluación de la ANECA en relación al proceso de VERIFICACIÓN de títulos oficiales.

Por otro lado, se ha considerado importante revisar la oferta de títulos de máster actual y futura de esta Universidad al objeto de integrar el conocimiento que aporta este máster en el conjunto para ofrecer, así una formación nueva y complementaria a lo existente y previsto. De igual modo, se han tenido en cuenta las directrices emanadas del centro en el que se organiza y en el que se impartirá este máster, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València.

Para finalizar, debida a la especial idiosincrasia de este máster y de su ámbito de aplicación se ha considerado oportuno incluir procedimientos de consulta **externos** utilizados para la elaboración del plan de estudios. En este sentido, se contó con el asesoramiento y la experiencia de diversos especialistas de prestigio en esta área. Entre ellos destacan Miguel Ángel Gómez Tierno, catedrático de Ingeniería aeroespacial y director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica, de la Universidad Politécnica de Madrid, Gregorio López Juste, profesor titular del área de Ingeniería Aeroespacial y José Luis Montañés, catedrático de universidad y vicerrector de la Universidad Politécnica de Madrid. Por último, también han asesorado esta propuesta los ingenieros aeronáuticos de la empresa Air Nostrum, Fermín Tirado Gallego y Juan Antonio Díaz Palacios.

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

El Consejo de Gobierno de fecha 14 de febrero de 2008 aprobó el "Documento Marco de la UPV para el Diseño de Titulaciones UPV". En él se establecían las pautas, criterios, normas y recomendaciones en la UPV para la transición de la situación actual al nuevo escenario resultante de la aplicación del R.D. 1393/2007.

Asimismo se ha definido un "Procedimiento de tramitación interna en la UPV de propuestas de nuevas titulaciones" según la cual una vez definidas por las correspondientes comisiones de planes de estudio y aprobadas las propuestas por los órganos colegiados de las Estructuras Responsables de Título; el Área de Estudios y Ordenación de Títulos con la colaboración principalmente del Servicio de Alumnado, del Instituto de Ciencias de la Educación, del Área de Sistemas de Información y Comunicaciones y del Servicio de Evaluación, Planificación y Calidad, realiza un Informe técnico sobre dicha propuesta.

La propuesta de titulación junto al informe técnico emitido permanece en exposición pública durante 14 días naturales, pudiendo cualquier miembro de la Comunidad universitaria presentar las alegaciones que estime oportunas.

Una vez concluido el plazo de exposición pública, la Comisión del Plan de Estudios contesta tanto al informe técnico como a las alegaciones y se presenta el expediente completo a la Comisión Académica de la UPV para su debate y, si procede, aprobación.

Las propuestas aprobadas se trasladan al Consejo de Gobierno para su debate y en su caso aprobación institucional y remisión al Consejo de Universidades para el inicio del proceso de verificación.

Para la elaboración de este plan de estudios se creó una comisión formada por representantes de todos los departamentos docentes y de los colegios profesionales.

El trabajo de esta comisión consistió en:

- Analizar los contenidos del Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Aeronáutica elaborado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación
- Analizar el sistema de enseñanza de la Ingeniería Aeronáutica en los países de la Unión Europea, atendiendo especialmente a los títulos de grado y sus tendencias de evolución dentro del proceso de Bolonia
- Analizar el sistema de enseñanza de la Ingeniería Aeronáutica en los países fuera de la Unión Europea, atendiendo especialmente a los títulos equivalentes a los de grado.
- Analizar el número de plazas ofertadas por cada una de los centros donde se imparten estas enseñanzas.
- Analizar la inserción laboral de los titulados a partir de distintos informes entre los que se encuentran los del Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Aeronáutica.
- Contactar con los distintos centros donde se estaba realizando un plan de estudios del título de grado en ingeniería aeronáutica.

Después de varias reuniones se redactó el plan de estudios que fue aprobado por la Junta de Centro.

Para la realización del Plan de Estudios se ha tenido en cuenta:

- Los trabajos realizados para la elaboración del Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Aeronáutica elaborado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.
- La opinión de los Colegios Oficiales de Ingenieros e Ingenieros Técnicos Aeronáuticos de España. Las opiniones de Ingenieros de empresas como: Air Nostrum y Eurocopter relacionadas con esta Escuela mediante Cátedras de Empresa, etc.

Asimismo se ha contado con el asesoramiento y la experiencia de diversos especialistas de prestigio en esta área. Entre ellos destacan Miguel Ángel Gómez Tierno, catedrático de Ingeniería aeroespacial y director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica, de la Universidad Politécnica de Madrid, Gregorio López Juste, profesor titular del área de Ingeniería Aeroespacial y José Luis Montañés, catedrático de universidad y vicerrector de la Universidad Politécnica de Madrid. Por último, también han asesorado esta propuesta los ingenieros aeronáuticos de la empresa Air Nostrum, Fermín Tirado Gallego y Juan Antonio Díaz Palacios.

### 3. Objetivos

Según el artículo 10.1 del Real Decreto 1393/2007 por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales:

*“Las enseñanzas de Máster tienen como finalidad la adquisición por el estudiante de una formación avanzada, de carácter especializado o multidisciplinar, orientada a la especialización académica o profesional, o bien a promover la iniciación en tareas investigadoras”.*

De acuerdo con lo establecido en dicho artículo, la finalidad del presente Máster es la adquisición por parte del estudiante de una formación avanzada, de carácter especializado y multidisciplinar con una orientación profesional.

Este objetivo principal puede desglosarse en los siguientes objetivos generales:

- Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinarios) relacionados con la Ingeniería Aeronáutica.
- Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

- Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Para alcanzar dichos objetivos generales se plantean los siguientes **objetivos específicos**, de acuerdo con la orden CIN/312/2009 de 9 de febrero de 2009:

- Capacidad para proyectar, construir, inspeccionar, certificar y mantener todo tipo de aeronaves y vehículos espaciales, con sus correspondientes subsistemas.
- Capacidad para planificar, proyectar y controlar los procesos de construcción de infraestructuras, edificios e instalaciones aeroportuarias, así como su mantenimiento, conservación y explotación.
- Capacidad para la dirección general y la dirección técnica de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos aeronáuticos y espaciales.
- Capacidad de integrar sistemas aeroespaciales complejos y equipos de trabajo multidisciplinares.
- Capacidad para analizar y corregir el impacto ambiental y social de las soluciones técnicas de cualquier sistema aeroespacial.
- Capacidad para el análisis y la resolución de problemas aeroespaciales en entornos nuevos o desconocidos, dentro de contextos amplios y complejos.
- Competencia para planificar, proyectar, gestionar y certificar los procedimientos, infraestructuras y sistemas que soportan la actividad aeroespacial, incluyendo los sistemas de navegación aérea.
- Competencia para el proyecto de construcciones e instalaciones aeronáuticas y espaciales, que requieran un proyecto integrado de conjunto, por la diversidad de sus tecnologías, su complejidad o por los amplios conocimientos técnicos necesarios.