



## Guía docente

### 220305 - 220305 - Combustión y Propulsión de Cohetes

Última modificación: 11/04/2025

**Unidad responsable:** Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa

**Unidad que imparte:** 724 - MMT - Departamento de Máquinas y Motores Térmicos.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AERONÁUTICA (Plan 2014). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2025

**Créditos ECTS:** 5.0

**Idiomas:** Catalán

#### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** Bermejo Plana, David

**Otros:** Bermejo Plana, David  
Borràs Quintanal, Borja Pedro  
Ventosa Molina, Jordi

#### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

##### Específicas:

CE18. MUEA/MASE: Capacidad para diseñar, ejecutar y analizar los Ensayos de Sistemas Propulsivos, y para llevar a cabo el proceso completo de Certificación de los mismos.

CE12. MUEA/MASE: Conocimiento adecuado de Mecánica de Fluidos Avanzada, con especial incidencia en las Técnicas Experimentales y Numéricas utilizadas en la Mecánica de Fluidos.

CE13. MUEA/MASE: Comprensión y dominio de los fenómenos asociados a la Combustión y a la Transferencia de Calor y Masa.

##### Básicas:

CB06. 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.

CB08. 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.

CB10. 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.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

La docencia de la asignatura se organiza en tres bloques metodológicos:

- Sesiones presenciales en el aula con clases de teoría (lecciones magistrales) y de aplicación (ejemplos y problemas).

En las sesiones presenciales en el aula, el profesorado a cargo expondrá los contenidos del curso, introduciendo las bases teóricas de la materia, conceptos, métodos y procedimientos de resolución y resultados, ilustrándolos mediante ejemplos convenientes, material visual y proponiendo a los alumnos, cuando se considere, ejercicios y problemas a resolver.

Complementariamente, el profesorado propondrá regularmente actividades de comprensión y consolidación de los conceptos trabajados al aula.

- Sesiones presenciales prácticas, que pueden incluir lecciones específicas de uso de software informático de combustión equilibrio químico y actuación de motores cohetes, conferencias y charlas, seminarios, prácticas de laboratorio y/o taller, presentación de trabajos/proyectos y visitas a empresas.

En las sesiones prácticas con software informático, el profesorado a cargo guiará al estudiante en el análisis y resolución de procesos de combustión en cohetes térmicos químicos y sus prestaciones operativas mediante software específico. Está previsto que estas sesiones se realicen en las aulas informáticas de la escuela. La metodología y las herramientas de cálculo tendrán que ser utilizados por el alumno en la resolución de problemas de combustión y cohetes propuestos por el profesorado.

Las conferencias, charlas, seminarios, prácticas de laboratorio/taller, presentación de trabajos y visitas a empresas se anunciarán convenientemente a través de ATENEA.

- Trabajo autónomo de estudio y en grupo a través de la realización de diferentes actividades.

En el trabajo en grupo, los estudiantes tendrán que colaborar conjuntamente en pequeños grupos en un objetivo común. Durante la actividad, los estudiantes crean el conocimiento a partir de la interacción entre compañeros, en lugar de la transferencia clásica profesor alumno, los estudiantes son responsables tanto del aprendizaje de sus compañeros como de su propio y lo ol del profesorado es de facilitador, es decir, desarrolla la estructura, facilita el contexto y provee del espacio de aprendizaje. Se espera que los estudiantes interactúen, discutan, contrapongan puntos de vista y resuelvan el problema conjuntamente.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Los objetivos básicos que trata esta asignatura son los siguientes:

Conocimientos, por parte del alumnado, de los cimientos teóricos y metodología de cálculo de los procesos de combustión en los cohetes térmicos químicos, así como de los principios operativos y la balística interna de los diferentes tipos de motor cohete térmico químico.

Conocimiento, por parte del alumnado, las cimientos teóricos y las limitaciones de la propulsión de los cohetes térmicos químicos.

Conocimiento, por parte del alumnado, de los elementos y sistemas característicos que integran los propulsores cohete: cámara de combustión, tobera, sistema de almacenamiento y de alimentación (inyectores, bombas, depósitos, ...), compatibilidad química, térmica y mecánica de los materiales.

Conocimiento, por parte del alumnado, los procedimientos estándares de diseño de toberas.

Conocimiento, por parte del alumnado, de los cimientos que permitan analizar, seleccionar y juzgar el sistema propulsivo y los elementos que lo componen, según los requerimientos de la misión.

Desarrollo, por parte del alumnado, de los conocimientos y habilidades básicos necesarios para hacer anteproyectos de cohetes térmicos químicos de propergols sólidos, líquidos y híbridos.

Conocimiento, por parte del alumnado, de las técnicas de ensayo experimental de sistemas propulsivos.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas grupo grande	30,0	24.00

**Dedicación total:** 125 h

## CONTENIDOS

### Módulo 1: Especificidad y aplicaciones de los distintos tipos de propulsores cohetes

**Descripción:**

Parámetros de rendimiento, tipo de misiones, tipos de motor cohete y evaluación de los motor cohete.

**Dedicación:** 4h 10m

Grupo grande/Teoría: 1h

Grupo pequeño/Laboratorio: 0h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 40m

### Módulo 2: Combustión aplicada a cohetes

**Descripción:**

Conceptos básicos de combustión, tipo de propergols, modelo físico del motor cohete térmico químico ideal, estequiometría, termoquímica, ejemplos de cálculo.

**Dedicación:** 33h 20m

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 21h 20m

### Módulo 3: Cohetes a propergoles sólidos

**Descripción:**

Elementos y disposición de los cohetes de combustible sólido, sistema de ignición, la carga de combustible (composición y formulación del grano, diseño y geometría del grano, balística interna, combustión y ley de empujón), inestabilidades en la combustión y operación, diseño de motores cohete.

**Dedicación:** 25h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 16h

### Módulo 4: Cohetes a propergoles líquidos

**Descripción:**

Analizar los propergoles usados en diferentes misiones a lo largo de la historia de los cohetes.

**Dedicación:** 25h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 16h

#### Módulo 5: Cualidades de actuación técnica de los cohetes

**Descripción:**

Velocidad de eyección de los gases en cohetes, empujón y relación de expansión, velocidad característica, coeficiente de empujón, calidad de actuación del propulsor cohete, impulso total, impulso específico, velocidad de eyección efectiva, eficiencia del motor cohete, control del empuje.

**Dedicación:** 12h 30m

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 8h

#### Módulo 6: Diseño de toveras

**Descripción:**

Tipo de toveras, métodos de cálculo por el diseño de toveras, toveras de motor de combustible líquido

**Dedicación:** 25h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 16h

### SISTEMA DE CALIFICACIÓN

El sistema de calificación de la asignatura se estructura en cuatro bloques:

- 1) Examen del primer parcial (P1): temas 1, 2 y 3, que se desarrollan a lo largo de la primera mitad del curso. Peso 35%.
- 2) Examen del segundo parcial (P2): temas 4, 5 y 6, que se desarrollan a lo largo de la primera mitad del curso. Peso 35%.
- 3) Trabajo en grupo (T). Peso 20%.
- 4) Conceptualización y resolución de retos (R). Peso 10%

Para los alumnos que no aprueben el examen del primer parcial (actividad 5), se prevé realizar un examen de reconducción que se realizará el día del examen del segundo parcial (actividad 6).

Normas del examen de reconducción:

- Sólo pueden presentar-se los alumnos que hayan suspendido el examen del primer parcial ( $P1 < 5.0$ ).
- La nota máxima está limitada a 6.0 sobre 10.0.
- La nota final correspondiente al examen del primer parcial (P1) será la más alta que obtenga el alumno entre los dos exámenes (examen ordinario y examen reconducción)

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Sutton, G. P.; Biblarz, O. Rocket propulsion elements [en línea]. 8th ed. New York: John Wiley & Sons, 2010 [Consulta: 03/05/2022]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=818989>. ISBN 9781118174616.
- Kuo, K. K. Principles of combustion. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2005. ISBN 0471046892.
- Malcom W. Chase, Jr. NIST-JANAF thermochemical tables. 4th ed. Washington: American Chemical Society and American Institute of Physics, 1998. ISBN 1563968312.
- Huzel, D. K.; Huang, D. H. Modern engineering for design of liquid-propellant rocket engines. Washington: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1992. ISBN 1563470136.
- Brown, Charles D. Spacecraft propulsion. Washington, DC: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1995. ISBN 1563471280.
- Huzel, D. K.; Huang, D. H. Design of liquid-propellant rocket engines [en línea]. 2nd ed. Washington: National Aeronautics and Space Administration, 1971 [Consulta: 12/04/2022]. Disponible a : <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19710019929/downloads/19710019929.pdf>.

### Complementaria:

- Mattingly, Jack D. Elements of propulsion: gas turbines and rockets [en línea]. Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2006 [Consulta: 05/05/2022]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3111475>. ISBN 1563477793.
- Turchi, Peter J. Propulsion techniques: action and reaction. Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1998. ISBN 1563471159.
- Oates, Gordon C. Aerothermodynamics of gas turbine and rocket propulsion. 3rd ed. Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1997. ISBN 1563472414.

## RECURSOS

---

### Otros recursos:

Material elaborado y/o recopilado por el profesor colgado en el campus virtual ATENEA