



## Guía docente

# 280807 - 280807 - Hidrodinámica Avanzada

Última modificación: 27/05/2025

**Unidad responsable:** Facultad de Náutica de Barcelona

**Unidad que imparte:** 742 - CEN - Departamento de Ciencia e Ingeniería Náuticas.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA (Plan 2017). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2025

**Créditos ECTS:** 5.0

**Idiomas:** Castellano

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:** IRENE BERDUGO PARADA

**Otros:** Segon quadrimestre:  
IRENE BERDUGO PARADA - MUENO

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

### Específicas:

MUENO\_CE1. Capacidad para proyectar buques adecuados a las necesidades del transporte marítimo de personas y mercancías, y a las de la defensa y seguridad marítimas

MUENO\_CE2. Conocimiento avanzado de la hidrodinámica naval para su aplicación a la optimización de carenas, propulsores y apéndices

MUENO\_CE3. Conocimiento de la dinámica del buque y de las estructuras navales, y capacidad para realizar análisis de optimización de la estructura, de la integración de los sistemas a bordo, y del comportamiento del buque en la mar y de su maniobrabilidad

MUENO\_CE7. Capacidad para proyectar plataformas y artefactos oceánicos

MUENO\_CE8. Conocimiento de los elementos de oceanografía física (olas, corrientes, mareas, etc.) necesarios para el análisis del comportamiento de las estructuras oceánicas, y de los elementos de las oceanografías química y biológica que deben ser tenidos en cuenta para la seguridad marítima y para el tratamiento de la contaminación, y del impacto ambiental producido por los buques y artefactos marinos

### Genéricas:

MUENO(CG1). Capacidad para resolver problemas complejos y para tomar decisiones con responsabilidad sobre la base de los conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos en materias básicas y tecnológicas aplicables en la ingeniería naval y oceánica, y en métodos de gestión

MUENO(CG2). Capacidad para concebir y desarrollar soluciones técnica, económica y ambientalmente adecuadas a necesidades de transporte marítimo o integral de personas y mercancías, de aprovechamiento de recursos oceánicos y del subsuelo marino (pesqueros, energéticos, minerales, etc.), uso adecuado del hábitat marino y medios de defensa y seguridad marítimas

MUENO(CG3). Capacidad para proyectar buques y embarcaciones de todo tipo

MUENO(CG6). Capacidad para realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos navales y oceánicos

MUENO(CG14). Capacidad para analizar, valorar y corregir el impacto social y ambiental de las soluciones técnicas

MUENO(CG15). Capacidad para organizar y dirigir grupos de trabajo multidisciplinares en un entorno multilingüe, y de generar informes para la transmisión de conocimientos y resultados

### Transversales:

CT3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinario, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos considerando los recursos disponibles.

CT4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información del ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

CT5. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.



**Básicas:**

- CB6. 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. 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. 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. 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. 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

Se realizarán actividades para que los estudiantes apliquen sus conocimientos de una forma profesional. Demostrarán que poseen las competencias necesarias por medio de la elaboración o defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del sector naval i oceánico. Capacidades a adquirir:

1. Ser responsable del aprendizaje propio, capaz de aprender de forma autónoma y continua.
2. Demostrar una base matemática sólida mediante desarrollos y simplificaciones.
3. Obtener una metodología de trabajo para abordar y solventar problemas dentro del campo de la hidrodinámica.
4. Trabajar de forma organizada, optimizando recursos y tiempos, con el objetivo de cumplir los plazos de entrega.
5. Adquirir hábitos y aptitudes para trabajar responsablemente en equipo.
6. Desarrollar capacidades críticas para el análisis de resultados.
7. Incorporar nuevas herramientas para tratar datos y presentación de resultados.
8. Dominar con fluidez la comunicación oral y escrita, así como la elaboración y estructura de informes.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

1. Ser capaz de manejar y entender el léxico y los conceptos propios de la mecánica de fluidos y de otros ámbitos científicos relacionados, y comunicarlos con la forma y el rigor adecuados.
2. Demostrar conocimientos sobre las teorías y conceptos sobre los que se fundamenta el área de la hidrodinámica.
3. Conocer y aplicar las bases de la mecánica de fluidos en los procesos de diseño de estructuras navales y oceánicas.
4. Ser capaz de aplicar las técnicas y los métodos de cálculo aplicables a las estructuras navales y oceánicas.
5. Ser capaz de comprender e incorporar aportaciones de la ingeniería al planteamiento y resolución de problemas en el ámbito de la hidrodinámica, y de desarrollar habilidades colaborativas.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	45,0	36.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

**Dedicación total:** 125 h



## CONTENIDOS

### Tema 0. Repaso mecánica de fluidos

**Descripción:**

Revisión de conceptos básicos en mecánica de fluidos.  
Ecuaciones de gobierno para fluidos Navier-Stokes y simplificaciones.  
Introducción a la vorticidad.  
Ecuaciones de gobierno para flujos potenciales.

**Dedicación:** 4h

Grupo grande/Teoría: 4h

### Tema 1. Introducción al concepto de turbulencia

**Descripción:**

Regímenes de flujo, en concreto turbulencia, desde un punto de vista fenomenológico.  
Vorticidad, origen de caos, y efecto de la viscosidad.  
Formulación de las ecuaciones de Reynolds y problema de clausura.  
Planteamiento de algunos modelos de turbulencia.

**Dedicación:** 18h

Grupo grande/Teoría: 7h

Aprendizaje autónomo: 11h

### Tema 2. Flujo alrededor de cuerpos

**Descripción:**

Análisis de los problemas de flujo externo, fuerzas hidrodinámicas.  
Conceptos de perfil de velocidades y capa límite, análisis fenómenos mediante número de Reynolds.  
Análisis parámetros de influencia y ecuaciones capa límite para placa plana.  
Ley de pared y ecuaciones analíticas para subcapas internas.  
Teoría de capa límite y flujo potencial.  
Efecto del gradiente de presión y separación de la capa límite.  
Efecto de la superficie libre en el flujo alrededor de cuerpos.  
Componentes resistencia al avance en buques.

**Dedicación:** 22h

Grupo grande/Teoría: 8h

Aprendizaje autónomo: 14h



### Tema 3. Métodos experimentales en ingeniería naval y oceánica

#### Descripción:

Conceptos básicos relativos al análisis dimensional.

Tipos de instalaciones y canales de ensayos más relevantes.

Ensayos hidrodinámicos más comunes en ingeniería naval y offshore.

Metodología, instrumentación y parámetros a evaluar en los diferentes ensayos.

#### Actividades vinculadas:

Realización de unas prácticas en el canal de la ETSIN-UPM:

- Ensayo remolque.
- Ensayo de propulsor aislado.
- Ensayo de autopropulsión.

#### Dedicación:

23h

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Aprendizaje autónomo: 14h

### Tema 4. Introducción a los métodos numéricos en ingeniería naval y offshore

#### Descripción:

Métodos de análisis numérico (o CFD de Computational Fluid Dynamics).

Tipos de modelos físicos y aproximaciones numéricas.

Técnicas numéricas para la resolución de las ecuaciones diferenciales.

Técnicas modelización de la superficie libre.

Definición del problema: discretización temporal, condiciones de contorno, selección del modelo de turbulencia y ley de pared.

Discretización espacial y distintos tipos de malla.

Códigos de CFD más usados en el sector naval y oceánico.

Selección del método numérico más apropiado en función del tipo de problema hidrodinámicos a analizar.

#### Actividades vinculadas:

Realización de unas prácticas con el programa de CFD Tdyn:

- Estudio del flujo alrededor de un cuerpo sencillo en 2D.
- Análisis de la turbulencia alrededor de una carena.
- Simulación de un ensayo de remolque con superficies libres.

#### Dedicación:

41h

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo mediano/Prácticas: 10h

Actividades dirigidas: 5h

Aprendizaje autónomo: 21h



## Tema 5. Hidrodinámica de la propulsión

### Descripción:

Conceptos y teoría de mecánica de fluidos relativos a la propulsión naval.

Teoría básica de la mecánica de fluidos en perfiles de sustentación.

Principios básicos de la teoría de la impulsión.

Aspectos principales de la cavitación y la interacción casco-propulsor.

### Actividades vinculadas:

Ejemplos métodos de paneles Xfoil y Openprop.

### Dedicación: 17h

Grupo grande/Teoría: 5h

Actividades dirigidas: 2h

Aprendizaje autónomo: 10h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La calificación final es la suma de las calificaciones parciales siguientes:

$$N_{\text{final}} = 0.3 \cdot N_{\text{ex}} + 0.3 \cdot N_{\text{pe}} + 0.4 \cdot N_{\text{pc}}$$

$N_{\text{final}}$ : Calificación final

$N_{\text{ex}}$ : Calificación exámenes teóricos

$N_{\text{pe}}$ : Calificación de las prácticas en canal de ensayos

$N_{\text{pc}}$ : Calificación de las prácticas de simulación de fluidos

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Normas de realización de las actividades:

### Clases de teoría

En estas clases se desarrollarán los conceptos teóricos sobre las temáticas principales de la mecánica de fluidos. El principal objetivo es tratar aquellos conceptos relativos al campo de la hidrodinámica dentro del ámbito de la ingeniería naval y oceánica.

### Prácticas

A lo largo del curso se llevarán a cabo diferentes prácticas, tanto experimentales como numéricas. Las prácticas experimentales se realizarán en las instalaciones de la ETSIN en Madrid. Los alumnos que no puedan asistir, deberán comunicarlo con antelación y realizarán una actividad complementaria. Los informes del trabajo se deberán entregar el día fijado. Cualquier trabajo no entregado o entregado fuera de plazo será calificado con un 0.

### Actividades dirigidas

Parte de los trabajos prácticos se plantearán como actividades dirigidas. En clase se indicarán los procesos y metodología necesarios para resolver determinadas cuestiones. Posteriormente, los estudiantes deberán desarrollarlos y analizarlos.

### Tutorías

Las tutorías para solventar dudas se podrán realizar tanto en presencial como en formato virtual. Previamente se acordará disponibilidad a través del correo electrónico. Se informará sobre las horas de visita y despacho del profesor al principio del curso.

### Exámenes

Se planteará un examen final que abarcará la teoría aprendida durante la asignatura. Se calificará como no presentado al alumno que no se presente a ninguno de los exámenes convocados.



## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- White, Frank M. Mecánica de fluidos. 6a ed. Madrid: McGraw-Hill, 2008. ISBN 9788448166038.
- White, Frank M. Viscous fluid flow. New York: McGraw-Hill, 2006. ISBN 007124493X.
- Wilcox, David C. Turbulence modeling for CFD. 3rd ed. La Cañada, California: DCW Industries, 2006. ISBN 9781928729082.
- Pope, S. B. Turbulent flows. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0521598869.

### Complementaria:

- Schlichting, Hermann; Gersten, Klaus. Boundary-layer theory [en línea]. 9th ed.. Berlin: Springer, 2017 [Consulta: 30/05/2022]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-662-52919-5>. ISBN 9783662529195.