



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros Navales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

85004919 - Flotabilidad Y Estabilidad

### PLAN DE ESTUDIOS

08MA - Grado En Ingenieria Maritima

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	15

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	85004919 - Flotabilidad y Estabilidad
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Cuarto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	08MA - Grado en Ingeniería Marítima
<b>Centro responsable de la titulación</b>	08 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Navales
<b>Curso académico</b>	2024-25

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Julio Garcia Espinosa (Coordinador/a)		julio.garcia.espinosa@upm.es	--
Antonio Medina Manuel		antonio.medina.manuel@upm.es	Sin horario.
Francisco Mata Alvarez-Santullano		francisco.mata@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Merino Alonso, Pablo Eleazar	peleazar.merino@upm.es	Garcia Espinosa, Julio

## 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Simone Saettone	simone.saettone@upm.es	UPM
Javier Calderón	javier.calderon@upm.es	UPM

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Grado en Ingeniería Marítima no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Estática, centros de gravedad e inercias

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CE7 - Conocimiento de los conceptos fundamentales de la mecánica de fluidos y de su aplicación a las carenas de buques y artefactos, y a las máquinas, equipos y sistemas navales

CG4 - Capacidad necesaria para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en los procesos del proyecto y la

construcción de buques.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA1 - Resolver problemas de mecánica, mecánica de fluidos, oscilaciones y ondas relacionados con la ingeniería.

RA148 - Manejar los criterios de proyecto

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura aborda la parte de la Estabilidad de los buques dentro del área de la "Teoría del buque". Se inicia con un recordatorio de la geometría de las formas del buque y de los cálculos de áreas, momentos e inercias. Se aborda la estabilidad transversal tanto a pequeños como a grandes ángulos y la estabilidad longitudinal todo dentro del "buque intacto". A continuación se trata el concepto de inundación y compartimentado, así como la estabilidad después de averías. Finalmente se contempla la estabilidad de los submarinos y de las estructuras offshore.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Entorno de la asignatura y planteamientos
  - 1.1. Partes de la teoría del buque
  - 1.2. . Contenidos y planteamientos.
  - 1.3. Actividades prácticas
  - 1.4. Conocimientos requeridos
2. Hidrostática.
  - 2.1. Definición, concepto de presión y Principio Fundamental de la Hidrostática.
  - 2.2. Principio de Arquímedes.
  - 2.3. Equilibrio de un cuerpo flotante.
  - 2.4. Ejercicios de flotabilidad
3. Geometría del buque.
  - 3.1. Representación de las formas del buque.
  - 3.2. Alisado de formas

- 3.3. Dimensiones principales.
- 3.4. Coeficientes de forma
- 3.5. Realización de un plano de formas sencillo.
- 4. Curvas hidrostáticas.
  - 4.1. Cálculo de áreas. Regla trapezoidal y Reglas de Simpson
  - 4.2. . Cálculos de momentos, volúmenes y momentos de inercia.
  - 4.3. Curvas hidrostáticas.
  - 4.4. Curvas de Bonjean y superficie mojada.
  - 4.5. Cascos afines
  - 4.6. Cálculo de curvas hidrostáticas mediante ordenador
- 5. Estabilidad transversal inicial..
  - 5.1. Concepto de estabilidad y movimiento de volúmenes y masas.
  - 5.2. Altura metacéntrica
  - 5.3. Estabilidad a pequeños ángulos de inclinación. Estabilidad inicial. Consideraciones.
  - 5.4. Pares escorantes
  - 5.5. Efecto de las superficies libres sobre la estabilidad inicial
  - 5.6. Experiencia de estabilidad
  - 5.7. Realización de la experiencia de estabilidad en un modelo. Efecto del trimado, desplazamiento y superficies libres.
- 6. Estabilidad transversal a grandes ángulos.
  - 6.1. Introducción. Concepto de GZ.
  - 6.2. Método de las cuñas y Método de Reech.
  - 6.3. Curvas KN
  - 6.4. Características de las curvas de estabilidad GZ. Efecto de las formas.
  - 6.5. Efecto del traslado de pesos, vertical y horizontal en la estabilidad estática
  - 6.6. Efecto de cambio de pesos e influencia de las superficies libres sobre la estabilidad a grandes ángulos
  - 6.7. Estabilidad en varada. Varada simétrica y varada asimétrica.
  - 6.8. Efectos de la superficie libre
  - 6.9. Realización práctica de la obtención de las curvas GZ en un modelo. Efectos de la superficie libre

- 6.10. Realización práctica de Iso efectos del desplazamientos de pesos en horizontal y vertical
- 7. Estabilidad longitudinal y trimado
  - 7.1. Teorema del eje de inclinación.
  - 7.2. Metacentro longitudinal. Concepto de trimado. Momento para cambiar el trimado 1 cm.
  - 7.3. Efecto sobre el trimado del cambio de pesos a bordo. Efecto de una varada en el trimado. Efecto del trimado en la estabilidad inicial
- 8. Evaluación de la estabilidad transversal.
  - 8.1. Estabilidad dinámica. Máximo momento admisible.
  - 8.2. Criterios de Estabilidad.: pesqueros, buques de carga y pasaje, buques de suministro, remolcadores y veleros.
  - 8.3. Enfoque dinámico de la estabilidad
  - 8.4. Cálculos mediante ordenador de la estabilidad
- 9. Inundación.
  - 9.1. Clases de inundación y sus efectos.
  - 9.2. Métodos de cálculo de una inundación
  - 9.3. Estudio de una batea
  - 9.4. Cálculo de la inmersión paralela y el trimado. Regla práctica.
- 10. Compartimentado.
  - 10.1. Definiciones y relaciones fundamentales para determinar la inundación.
  - 10.2. Cálculo directo.
- 11. Enfoque probabilista de la estabilidad después de averías.
  - 11.1. Comparación de métodos deterministas y probabilistas.
  - 11.2. Análisis de la probabilidad de la avería, pi
  - 11.3. Análisis de la probabilidad de supervivencia, si.
  - 11.4. Normativa.
- 12. Enfoque de la estabilidad en artefactos marinos.
  - 12.1. Estabilidad de cuerpos sumergidos. Equilibrio y evaluación de su estabilidad.
  - 12.2. Estabilidad de estructuras offshore. Eje crítico de estabilidad.
  - 12.3. Normativa

#### 12.4. Caso especial de las plataformas Jackets: adrizado y fijación al fondo

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Presentación y Tema 1 y 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Temas 3 y 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Práctica nº 1</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio			
4	<b>Tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Práctica nº1 de Maxsurf</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio			
6	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Práctica nº 2</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio			
7	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Temas 1-6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8	<b>Temas 1-6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Examen temas 1-6</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			<b>Examen temas 1-6</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00

9	<p><b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica nº 3</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
10	<p><b>Temas 8 y 9</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p><b>Tema 9</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica nº 4</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
12	<p><b>Práctica de Maxsurf 2</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
13	<p><b>Temas 10 y 11</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Práctica nº 5</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
14	<p><b>Tema 12</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 7-12</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15	<p><b>Temas 7-12</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Examen temas 7-12</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p><b>Realización y evaluación de cuestionarios</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Examen temas 7-12</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Evaluación de cuestionarios</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>
16	<p><b>Recuperación de clases</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Evaluación de prácticas de laboratorio</b> Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Evaluación de prácticas de laboratorio</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:30</p>

17	<p><b>Prueba final</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p><b>Evaluación de los trabajos de prácticas con Maxsurf</b> Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Prueba final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Evaluación de los trabajos de la prácticas con Maxsurf</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:30</p>
----	--	--	--	---

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	Examen temas 1-6	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	02:00	30%	5 / 10	CG4 CE7
15	Examen temas 7-12	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	02:00	26%	5 / 10	CB2 CB5 CG4 CE7
15	Evaluación de cuestionarios	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	02:00	14%	0 / 10	CB2 CB5 CG4 CE7
16	Evaluación de prácticas de laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	01:30	15%	5 / 10	CG4 CE7
17	Evaluación de los trabajos de la prácticas con Maxsurf	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	01:30	15%	5 / 10	CB2 CB5

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CB2 CB5 CG4 CE7

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La parte teórica de la asignatura se evaluará mediante dos pruebas presenciales (examen escrito) correspondientes a cada una de las partes de la asignatura.

Parte 1. Desde Complementos de Hidrostática hasta Análisis de la Estabilidad Transversal a Grandes Ángulos, con un peso en la nota final del 30%.

Parte 2. Desde Análisis de la Estabilidad Longitudinal y Trimado hasta el final, con un peso en la nota final del 30%.

Las notas obtenidas por parte del alumno en cada una de las partes son P1 y P2.

A lo largo del desarrollo de la asignatura se propondrán diferentes cuestionarios, cuya calificación supondrá un 10% de la nota final (Q1).

Las prácticas de Maxsurf y de laboratorio son obligatorias.

Las prácticas de Maxsurf se superarán aprobando los trabajos realizados por grupos. Durante la realización de dichas prácticas habrá que rellenar previamente un cuestionario y contestar satisfactoriamente al mismo.

### Aprobado por evaluación progresiva y liberación de partes

Las condiciones para la obtención del aprobado en evaluación progresiva son:

1. Que la suma de las notas de ambos exámenes P1+P2 sea igual o superior a 8.5. P1 y P2 son las notas de los exámenes, sin tener en cuenta el resultado de los cuestionarios.
2. Haber obtenido una nota superior a 5.0 en la evaluación de las prácticas de laboratorio y prácticas con Maxsurf.
3. Que la media ponderada de todas las actividades de evaluación sea al menos de 5.0. La nota final se obtendrá de la siguiente forma:

- 70% Parte teórica (60% Exámenes escritos y 10% cuestionarios en clase)

- 30% Parte práctica (15% Prácticas de Laboratorio, 15% Prácticas de Maxsurf)

Una vez aprobadas las prácticas (tanto de laboratorio, como de Maxsurf) quedan liberadas durante el curso

académico en el que se aprueban y el siguiente.

Si alguna de las notas P1 y P2 es igual superior a 5, el alumno va a los exámenes final con la parte suspensa. La parte aprobada queda liberada para las pruebas globales y extraordinarias (exámenes finales) del curso en el que se ha obtenido el aprobado (no para los siguientes).

### **Pruebas globales y extraordinarias**

1. Para poder optar al aprobado en la asignatura, los criterios que se tienen que cumplir en los resultados del examen final (prueba global y/o extraordinaria) son:

- a. Si realizan ambas partes, es necesario sacar un 5 de media (no hay requisitos de nota mínima en ninguna de las partes).
- b. Los estudiantes con una parte liberada (que sólo se presenten a una parte del examen) deberán obtener un mínimo de 4.0 en la otra parte del examen.
- c. Una vez que se accede al examen para una de las partes, se calificará esa parte.
- d. Los/las estudiantes con una parte liberada (aprobada) en la evaluación progresiva podrán optar voluntariamente por ser evaluados nuevamente de esa parte en las pruebas globales, manteniéndose la calificación más alta entre la que obtengan en la nueva evaluación y la obtenida con anterioridad.

2. Para obtener el aprobado de la asignatura, los criterios son los siguientes:

- a. En el caso de alumnos que hayan optado por la evaluación progresiva, la nota resultante se calculará de manera similar a como se indica en el apartado anterior "Aprobado por evaluación progresiva y liberación de partes" y esta deberá ser igual o superior a 5.0 para conseguir el aprobado.
- b. En el caso de alumnos que sólo se hayan presentado a las pruebas globales y extraordinarias, el aprobado se consigue obteniendo una media igual o superior a 5.0 entre el resultado del examen y de las prácticas. Para ello, el examen tendrá un peso del 70% en la nota y las prácticas el 30% restante. 2. En las pruebas globales y extraordinarias (exámenes finales) no se puede liberar ninguna parte de la asignatura.

3. El aprobado exige que se hayan realizado y aprobado (nota mínima de 5.0) las prácticas (tanto de laboratorio, como de Maxsurf).

## Adelanto de la convocatoria extraordinaria

Para que un estudiante pueda presentarse a la convocatoria extraordinaria adelantada a la convocatoria de enero, deberá haber aprobado las prácticas (tanto de laboratorio, como de Maxsurf) y haber realizado, al menos, la mitad de los cuestionarios que se plantean en la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Notas y Presentaciones	Bibliografía	Material teórica de la asignatura
E.V. Lewis, Principles of Naval Architecture. 2ª Revisión, SNAME. 1988..	Bibliografía	
K.J. Rawson y E.C. Tupper, Basic Ship Theory, 5ª Edición. Butterworth Heinemann, 2001	Bibliografía	
V.L.Belenky &N.B. Sevastianov. Stability and Safety of Ships. Volume II: Risk of Capsizing. Elsevier Ocean Engineering Book Series Volume 10. 2003 Elsevier	Bibliografía	
A. Biran, Ship Hydrostatics and Stability, Butterworth Heinemann, 2003	Bibliografía	

C. Godino, Teoría del buque y sus aplicaciones (Estática del Buque). Ed. G. Gili 1954	Bibliografía	
M. Pawlowsky, Subdivisión and damage Stability of ships, Foundation for Promotion of the Maritime Industry, Polonia, 2004	Bibliografía	
J. Olivella Puig, Teoria del buque (Flotabilidad y estabilidad). Ediciones UPC, 1995	Bibliografía	
J. Olivella Puig, Teoria del buque. Flotabilidad y estabilidad (Problemas). Ediciones UPC, 1995	Bibliografía	
Olivella Puig, Teoria del buque. Estabilidad, varada e inundación. Ediciones UPC, 1996	Bibliografía	
<a href="http://ocw.upm.es/apoyo-para-la-preparacion-de-los-estudios-de-ingenieria-y-arquitectura/matematicas-preparacion-para-la-universidad">http://ocw.upm.es/apoyo-para-la-preparacion-de-los-estudios-de-ingenieria-y-arquitectura/matematicas-preparacion-para-la-universidad</a>	Recursos web	
Página web de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es">http://moodle.upm.es</a>	Recursos web	
Aulas	Equipamiento	
Canal de Ensayos Hidrodinámicos.	Equipamiento	
Salas de estudio	Equipamiento	
Centro de cálculo	Equipamiento	
Biblioteca	Equipamiento	
L.K. Kobylinski & S. Kastner. Stability and Safety of Ships. Volume I: Regulations and Operations. Elsevier Ocean Engineering Book Series Volume 9. 2003	Bibliografía	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura optativa no es recomendable para los alumnos que vayan a seguir el Máster de Ingeniería Naval y Oceánica y cursen la asignatura de Hidrostática del Buque.

El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.