



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

**85004957 - Teoría Del Buceo**

### PLAN DE ESTUDIOS

08MA - Grado En Ingeniería Maritima

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - 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.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	85004957 - Teoría del Buceo
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto 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>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Antonio Rodríguez Goñi (Coordinador/a)	Lab. Física	antonio.rodriguez@upm.es	X - 17:00 - 21:00

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

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

- Física I

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería Marítima no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CG1 - Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Marítima, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el Apartado 3.3 de esta memoria, que formen parte de las actividades de construcción, montaje, transformación, explotación, mantenimiento, reparación, o desguace de buques, embarcaciones y artefactos marinos, así como las de fabricación, instalación, montaje o explotación de los equipos y sistemas navales y oceánicos.

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA217 - Conocer las condiciones y requisitos para planificar con seguridad y gestionar adecuadamente los riesgos asociados a las intervenciones humanas en los medios subacuáticos.

RA218 - Conocer las características específicas del proyecto de los buques dedicados a las actividades subacuáticas.

RA219 - Conocer los aspectos legales relativos a la práctica del buceo.

RA216 - Conocer las técnicas básicas que se emplean en el buceo deportivo, técnico y profesional.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La teoría del buceo se presenta como una asignatura de conocimientos básicos con un contenido de física aplicada a una serie de tecnologías destinadas a situar al ser humano en el medio hiperbárico submarino para realizar diversas misiones de carácter científico, militar, de rescate y salvamento, de conservación y de explotación sostenible del medio marino, así como también para realizar actividades de carácter deportivo y recreativo.

La teoría del buceo es de interés para la ingeniería naval y oceánica ya que resulta necesaria para poder planificar y dirigir trabajos y actuaciones marítimas con intervención humana en el medio submarino. Además, dado su contenido tecnológico y marítimo, encaja perfectamente dentro del alcance y de los objetivos de la ingeniería naval y oceánica.

La asignatura tiene un doble objetivo. Por un lado se analizan los fenómenos físicos que determinan la adaptación del ser humano al medio hiperbárico submarino y por otro lado se estudian y desarrollan una serie de tecnologías que facilitan esta adaptación. Es por tanto una asignatura que sirve para afianzar los conocimientos básicos del alumno en física aplicada al medio marino con el refuerzo positivo que supone el estudio de tecnologías de gran interés para la ingeniería naval y oceánica.

Otro aspecto interesante de la teoría del buceo es que el alumno comienza a familiarizarse con cálculos de ingeniería que incluyen la fisiología humana como un elemento esencial para garantizar un buen funcionamiento de los sistemas. La utilización de estos conocimientos tendrá continuidad en otras materias, como por ejemplo el comportamiento del buque en la mar, donde se analiza el efecto de las aceleraciones del buque sobre el organismo humano como criterio operativo.

Además, el contenido científico-técnico de la asignatura puede servir de punto de partida para establecer líneas de investigación y proponer trabajos de fin de grado o fin de máster, e incluso posibles tesis doctorales.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción.
  - 1.1. Presentación de la asignatura.
  - 1.2. Historia del buceo.
2. Física del medio subacuático.
  - 2.1. Propiedades del aire y del agua.
  - 2.2. Olas, corrientes y mareas.
  - 2.3. Orientación submarina.
3. Física del cuerpo sumergido.
  - 3.1. Hidrostática.
  - 3.2. Flotabilidad.
  - 3.3. Estabilidad y trimado.
  - 3.4. Hidrodinámica y propulsión subacuática.
4. Física de los gases.
  - 4.1. Teoría cinética de los gases.
  - 4.2. Ecuaciones de estado de los gases ideales y reales.
  - 4.3. Mezclas de gases.
  - 4.4. Difusión y efusión de gases. Ley de Graham.
  - 4.5. Densidad de un gas.
  - 4.6. Velocidad del sonido.
  - 4.7. Solubilidad de gases en líquidos.
  - 4.8. Difusión de un gas disuelto. Ley de Fick.
  - 4.9. Transporte de gas disuelto en la sangre. Ecuación de Schreiner.
  - 4.10. Semiperiodos de saturación. Ecuación de Haldane.
  - 4.11. Ecuación de Schreiner con presión ambiental variable.
  - 4.12. Mezclas de gases para buceo.
5. Fisiología del buceo.
  - 5.1. Adaptación del cuerpo humano al medio hiperbárico.

- 5.2. Efectos mecánicos de la presión en el cuerpo humano durante el descenso, en el fondo y durante el ascenso.
- 5.3. Barotraumas.
- 5.4. Enfermedad descompresiva.
- 5.5. Toxicidad y narcosis de los gases respirables por efecto de la presión.
- 5.6. Regulación térmica.
- 5.7. Óptica submarina.
- 5.8. Exposición al medio marino.
- 6. Técnicas básicas de buceo.
  - 6.1. Buceo en apnea.
  - 6.2. Buceo con aire comprimido.
  - 6.3. Buceo autónomo.
  - 6.4. Buceo con suministro de superficie.
  - 6.5. Modalidades de buceo: recreativo, técnico y profesional o comercial.
- 7. Teoría de la descompresión.
  - 7.1. El transporte de gases. Difusión y perfusión.
  - 7.2. Principios de la teoría de la descompresión.
  - 7.3. Modelos descompresivos.
  - 7.4. Modelos de gas disuelto. Haldane.
  - 7.5. Modelo de Workman.
  - 7.6. Modelo de Bühlmann.
  - 7.7. Cálculos de descompresión.
  - 7.8. Modelos de fase dual.
  - 7.9. VPM (Varying Permeability Model).
  - 7.10. RGBM (Reduced Gradient Bubble Model).
  - 7.11. Otros modelos descompresivos.
  - 7.12. Paradas profundas de Pyle.
  - 7.13. Factores de gradientes.
  - 7.14. Buceo sin paradas de descompresión.

7.15. Tablas de buceo.

7.16. Buceo en altitud.

7.17. Buceo y vuelo.

7.18. Software y ordenadores de buceo.

## 8. Temas avanzados

8.1. Buceo con mezclas de gases.

8.2. Buceo con reciclador (rebreather).

8.3. Buceo en saturación

8.4. El buceo en la legislación española

8.5. Buques y embarcaciones de buceo



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Introducción. Historia del buceo.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Física del medio subacuático.</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Física del cuerpo sumergido.</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Física de los gases.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Física de los gases</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>Fisiología del buceo.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Fisiología del buceo</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Primera prueba de evaluación (progresiva)</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
7	<b>Técnicas básicas de buceo.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Teoría de la descompresión.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Teoría de la descompresión</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
10	<b>Teoría de la descompresión.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>Teoría de la descompresión</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Segunda prueba de evaluación (progresiva)</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 01:00

12	<b>Temas avanzados</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	<b>Temas avanzados</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
14	<b>Temas avanzados</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	<b>Temas avanzados</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
16				<b>Tercera prueba de evaluación (progresiva)</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
17				<b>Prueba de evaluación global</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 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
6	Primera prueba de evaluación (progresiva)	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	25%	0 / 10	CG1
11	Segunda prueba de evaluación (progresiva)	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	30%	0 / 10	CG1
16	Tercera prueba de evaluación (progresiva)	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	45%	0 / 10	CG1

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba de evaluación global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG1

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG1

## 7.2. Criterios de evaluación

La asignatura se puede aprobar en primera instancia realizando las tres pruebas de evaluación progresiva. Estas pruebas consisten en ejercicios de tipo test, donde las opciones incorrectas puntúan negativamente de forma que la esperanza de la nota si se contesta aleatoriamente sea cero. Las tres pruebas están ponderadas, 25% la primera, 30% la segunda y 45% la última. No es necesario obtener ninguna nota mínima en cada una de las pruebas ni presentarse a todas ellas para obtener la nota media. Una prueba no realizada puntúa cero. Para aprobar por este sistema la nota media de las tres pruebas de evaluación progresiva debe ser 5 o superior.

La evaluación mediante prueba global es solo para aquellos alumnos que no hayan aprobado o no se hayan presentado a las pruebas de evaluación progresiva o que habiendo aprobado deseen subir nota. Esta prueba consiste en un ejercicio de tipo test, donde las opciones incorrectas puntúan negativamente de forma que la esperanza de la nota si se contesta aleatoriamente sea cero. Para aprobar por este sistema la nota obtenida en este ejercicio debe ser 5 o superior.

El examen final es solo para aquellos alumnos que no hayan aprobado por cualquiera de los sistemas anteriores. Esta prueba consiste en un ejercicio de tipo test, donde las opciones incorrectas puntúan negativamente de forma que la esperanza de la nota si se contesta aleatoriamente sea cero. Para aprobar por este sistema la nota obtenida en este ejercicio debe ser 5 o superior.

No existen actividades que deban realizar los estudiantes de forma obligatoria durante el periodo docente para superar la asignatura.

En esta asignatura no existen bloques que puedan ser liberados.

No existen requisitos para que el estudiante pueda presentarse a la convocatoria extraordinaria adelantada a la convocatoria de enero.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Deco for Divers	Bibliografía	Autor: Mark Powel
NOAA Diving Manual	Bibliografía	Varios autores
Diving Science	Bibliografía	Autores: Michael Strauss, Igor V. Aksenov
The Physics of Scuba Diving	Bibliografía	Autor: Marlow Anderson
Basic Decompression Theory and Application	Bibliografía	Autor: Bruce R. Wienke
The Scuba Package (R-project)	Otros	R is a free software environment for statistical computing and graphics. The Scuba Package is a code in R language for describing and manipulating scuba diving profiles and decompression models. License GPL ( $\geq 2$ ).
The theoretical diver	Recursos web	<a href="https://thetheoreticaldiver.org/wordpress/">https://thetheoreticaldiver.org/wordpress/</a>

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura contribuye de forma directa a uno de los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas. El objetivo 14 sobre vida submarina tiene como meta conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos. Para intervenir en el medio hiperbárico marino tanto para su conservación como para su explotación sostenible es imprescindible disponer de las tecnologías que se desarrollan en esta asignatura.