



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Caminos  
Canales y P.

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000406 - Marine Energies**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AG - Master Universitario En Ingeniería De Caminos, Canales Y Puertos

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - 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.....	5
6. Cronograma.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	16

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000406 - Marine Energies
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Cuarto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Inglés/Castellano
<b>Titulación</b>	04AG - Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - E.T.S. De Ing. De Caminos Canales Y P.
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Jose Santos Lopez Gutierrez (Coordinador/a)	Ports Lab.	josesantos.lopez@upm.es	X - 09:00 - 10:30 J - 09:00 - 10:30 V - 09:00 - 10:30
Vicente Negro Valdecantos	Ports Lab.	vicente.negro@upm.es	X - 08:30 - 10:30 J - 08:30 - 10:30 V - 08:30 - 10:30

Pedro Fernandez Carrasco	Ports Lab.	pedro.fernandez@upm.es	J - 10:30 - 13:30 V - 10:30 - 13:30
Maria Dolores Esteban Perez	Ports Lab.	mariadolores.esteban@upm. es	L - 17:30 - 19:30 X - 17:30 - 19:30

\* 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

- Hidraulica Tecnica
- Ingenieria Maritima, Puertos Y Costas
- Ingenieria Geotecnica

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

El plan de estudios Master Universitario en Ingenieria de Caminos, Canales y Puertos no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE1 - Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil.

CE10 - Capacidad para la realización de estudios de planificación territorial, del medio litoral, de la ordenación y defensa de costas y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras.

CE12 - Capacidad para planificar, diseñar y gestionar infraestructuras, así como su mantenimiento, conservación y explotación.

CE15 - Capacidad para evaluar y acondicionar medioambientalmente las obras de infraestructuras en proyectos,

construcción, rehabilitación y conservación.

CE18 - Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.

CE2 - Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

CE27 - Conocimientos y capacidades que permiten comprender los fenómenos dinámicos del medio océano-atmósfera-costa y ser capaz de dar respuestas a los problemas que plantean el litoral, los puertos y las costas, incluyendo el impacto de las actuaciones sobre el litoral. Capacidad de realización de estudios y proyectos de obras marítimas.

CE30 - Capacidad de planificación, gestión y explotación de infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil.

CE33 - Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.

CE35 - Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, análisis, mantenimiento, construcción, evaluación técnica, conservación, explotación y modelización matemática de recursos hidráulicos y energéticos.

CE37 - Capacidad para integrar y aplicar los conocimientos técnicos en asesoría, mantenimiento, conservación, evaluación técnica, explotación, evaluación histórico-social, planificación, gestión técnica y modelización físico-matemática de los efectos medioambientales de las infraestructuras.

CE5 - Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.

CE6 - Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.

CE7 - Capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir obras de infraestructuras de transportes terrestres (carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles y vías urbanas) o marítimos (obras e instalaciones portuarias).

CT1 - Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente. Desarrolla la competencia transversal 4<sup>a</sup> del Real Decreto.

CT8 - Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA61 - Tiene capacidad para la preparación y presentación de comunicaciones orales, escritas y gráficas, de forma estructurada y argumentada, así como la capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en ingeniería civil en el ámbito de las energías renovables marinas.

RA44 - Explica, conoce y tiene capacidad para comprender los fenómenos dinámicos del medio océano ? atmósfera - costa y ser capaz de dar respuestas a los problemas que plantean el litoral, los puertos y las costas, incluyendo el impacto de las actuaciones sobre el litoral, realizando de estudios y proyectos de obras marítimas.

RA42 - Explica, conoce y tiene capacidad para la realización de estudios de planificación territorial, del medio litoral, de la ordenación y defensa de costas y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras

RA41 - Explica, conoce y tiene capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir obras de infraestructuras de transportes terrestres (carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles y vías urbanas) o marítimos (obras e instalaciones portuarias).

RA43 - Explica, conoce y tiene conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales, así como, diseñar, planificar, gestionar, mantener, conservar y explotar las infraestructuras desde la perspectiva ambiental y sostenible.

RA46 - Explica, conoce y tiene capacidad para conocer los aspectos técnicos, legales y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción desde la perspectiva medioambiental y sostenible

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

This subject is optional within the specialty of Hydraulics, Energy and Environment. The course offers an overview of the use of renewable energies in the marine environment such as waves, currents, tides or wind. The content is structured into ten topics which deal with the evaluation of the resource of each one of the existing sources, the technologies or devices to be considered, the components of an exploitation installation, the types of foundations or supports for said devices, the description of the construction and maintenance phases, the environmental impact produced by this type of installation, as well as other aspects such as economic and legislative ones.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. Introduction

- 1.1. Renewable energies: advantages and disadvantages
- 1.2. Marine energies: major and minor.
- 1.3. Facilities to use marine energies: historical evolution, present and future forecast.

#### 2. Technologies for the exploitation of marine energy

- 2.1. Wind turbines, wave power systems, devices for harnessing ocean currents, tidal systems.
- 2.2. Historical development
- 2.3. Existing devices: key features, parts of the devices, operating principles, basic operation, curve and power matrix.

#### 3. Energy resource

- 3.1. Maritime climate: wind, waves, currents and tides.
- 3.2. Available potential and profitable potential.
- 3.3. Energy production
- 3.4. Capacity factor
- 3.5. Numerical and physical models

#### 4. Components of an installation.

- 4.1. Technological devices for energy resource use

- 4.2. Prospective systems: meteorological towers, oceanographic buoys, current meters, ADCP, tide gauges.
- 4.3. Electrical connection: substation or transformer centre and network connection.
- 4.4. Foundations and supporting structures. Plant configuration
5. Foundations and supporting structures
  - 5.1. Direct foundations: mono piles, capped piles, gravity structures, lattice structures such as tripod type or jacket and others.
  - 5.2. Floating supports: stabilized by ballast, stabilized by mooring lines and stabilized by inertia in flotation.
  - 5.3. Types of moorings: scattered, to a point and dynamic positioning.
  - 5.4. Characterization of the land. Actions. Fluid- structure interaction. Recommendations and structural design standards. Design criteria. Undermining and against undermining protections.
6. Construction and operation phases.
  - 6.1. Constructive ways
  - 6.2. Operating means
  - 6.3. Time windows and threshold work
  - 6.4. Planning of strategies.
7. Environmental impact.
  - 7.1. Flora and fauna impacts
  - 7.2. Visual impact
  - 7.3. Noise impact
  - 7.4. Impact on coastal dynamic
8. Other aspects.
  - 8.1. Beacons.
  - 8.2. Compatibility with human use
  - 8.3. Legislative and economic regulatory framework
  - 8.4. Costs and cost- effectiveness studies of projects
9. Minority marine energies
  - 9.1. Solar energy
  - 9.2. Thermal energy
  - 9.3. Biomass

#### 9.4. Others

### 10. The future of marine energies

#### 10.1. Multidevice systems

#### 10.2. Research areas.

#### 10.3. Challenges and tendencies

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Unit 1. Introduction</b> Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Unit 2. Technologies for the exploitation of marine energy</b> Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3		<b>Unit 2. Technologies for the exploitation of marine energy</b> Duración: 03:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	<b>Unit 3. Energy resource</b> Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5		<b>Unit 3. Energy resource</b> Duración: 03:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	<b>Unit 4. Components of an installation.</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Unit 4. Components of an installation</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
7	<b>Unit 5. Foundations and supporting structures.</b> Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8		<b>Unit 5. Foundations and supporting structures</b> Duración: 03:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	<b>Unit 6. Construction and operation phases.</b> Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10		<b>Unit 6. Construction and operation phases</b> Duración: 03:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		

11	<b>Unit 7. Environmental impact.</b> Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>Unit 7. Environmental impact.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Unit 7. Environmental impact</b> Duración: 01:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
13	<b>Unit 8. Other aspects.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Unit 7. Environmental impact</b> Duración: 01:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
14	<b>Unit 8. Other aspects.</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Unit 8. Other aspects</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
15	<b>Unit 9. Minority marine energies Unit 10. The future of marine energies</b> Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Submission of coursework</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00
16		<b>Presentation of coursework</b> Duración: 03:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		<b>Presentation of courseworks</b> PGL: Técnica del tipo Presentación en Grupo de Laboratorio Evaluación Progresiva Presencial Duración: 03:30
17				<b>Final exam</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:30

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
15	Submission of coursework	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	50%	5 / 10	CE1 CE2 CE5 CE6 CE7 CE10 CE12 CE15 CE18 CE27 CE30 CE33 CE35 CE37 CT1 CT8
16	Presentation of courseworks	PGL: Técnica del tipo Presentación en Grupo de Laboratorio	Presencial	03:30	50%	5 / 10	CE1 CE2 CE5 CE6 CE7 CE10 CE12 CE15 CE18 CE27 CE30 CE33 CE35 CE37 CT1 CT8

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Final exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	5 / 10	CE1 CE2 CE5 CE6 CE7 CE10 CE12 CE15 CE18 CE27 CE30 CE33 CE35 CE37 CT1 CT8

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Final exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	5 / 10	CE1 CE2 CE5 CE6 CE7 CE10 CE12 CE15 CE18 CE27 CE30 CE33 CE35 CE37 CT1

## 7.2. Criterios de evaluación

### Evaluation through "progressive assessment"

EM1. Attendance and participation in class. 10%

Description: The student participation during the lectures, assignments and professional sessions will be assessed in both a quantitative and a qualitative way.

Evaluation criteria: The teacher will grade the students on the basis of the students' participation and interest. The weight of this part is 10%.

Place and period: In class, throughout the course.

EM2. Resolution of individual exercises, research works and case-studies. 40%

Description: It consists of solving exercises or doing a research work related to the topics studied. They will be done in or out of class.

Evaluation criteria: This part will be ranked from 0 to 10. The score will be the weighted average of all the exercises or works made during the course. The weight of this part is 40%.

Place and period: To be determined.

EM3. Oral presentations (individual or in groups) 50%

Description: Oral presentation of a research work. It can be made individually or in groups. The topic will be related to the contents of the subject, what will be useful to understand the explanations given by the teacher.

Evaluation criteria: Each exercise will be ranked from 0 to 10. The score will be the weighted average of all the exercises made and exposed during the course. The weight of this part is 50%.

Place and period: To be determined. The presentations will be made at class.

### Evaluation through "global assessment"

Description: The exam will consist of exercises (less than ten), related to the topics explained.

Evaluation criteria: The exam will be ranked from 0 to 10. Each exercise will be ranked from 0 to 10. The final score will be the weighted average of all the marks obtained in the exercises. Nevertheless, if the mark of an exercise is less than 3, the final score will not be greater than 4.

Place and period: To be determined by the Head of Studies.

Result of the evaluation through "global assessment"

The final score will be the one obtained in the final exam.

The subject will be passed if the final score is equal or greater than 5.

**Evaluation through "extraordinary exam"**

Description: The exam will consist of exercises (less than ten), related to the topics explained.

Evaluation criteria: The exam will be ranked from 0 to 10. Each exercise will be ranked from 0 to 10. The final score will be the weighted average of all the marks obtained in the exercises. Nevertheless, if the mark of an exercise is less than 3, the final score will not be greater than 4.

Place and period: To be determined by the Head of Studies.

**Result of the evaluation through "extraordinary exam"**

The final score will be the one obtained in the final exam.

The subject will be passed if the final score is equal or greater than 5.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Esteban M.D. (2009). Propuesta Metodológica para la Implantación de Parques Eólicas Offshore. Tesis Doctoral UPM	Bibliografía	
COASTAL ENGINEERING MANUAL (2006). CEM. U.S. Corps of Engineers. American Society of Civil Engineers, ASCE	Bibliografía	

Twidell, J. y Gaudiosi, G. (2009). Offshore Wind Power. Multi-Science Publishing Co. Ltd.	Bibliografía	
BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE (BSH, Federal Maritime and Hydrographic Agency). (2007). BSH-No. 7005. Standard. Design of Offshore Wind Turbines.	Bibliografía	
Charlier, R.H. y Finkl, C.W. (2009). Ocean Energy: Tide and Tidal Power. Springer.	Bibliografía	
Cruz, J. (2008). Ocean Wave Energy. Springer.	Bibliografía	
DNV. (2011). Design of Offshore Wind Turbine Structures (DNV-OS- J101).	Bibliografía	
Esteban, M. D., Diez, J.J., López- Gutiérrez, J.S. y Negro, V. (2011). Why offshore wind energy?. Renewable Energy, vol. 36, pp. 444-450.	Bibliografía	
GERMANISCHER LLOYD WINDENERGIE. (2005). Germanischer Lloyd Rules and Guidelines, IV ? Industrial Services, Part 2 ? Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines.	Bibliografía	
INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. (2011). IEC 61400-3: Design requirements for offshore wind turbines.	Bibliografía	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. (2011). IEC 61400-3-2: Design requirements for floating offshore wind turbines.	Bibliografía	
Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988 de 28 de julio, de Costas	Bibliografía	
Lynn, P.A. (2014). Electricity from Wave and Tide: An Introduction to Marine Energy. John Wiley & Sons Ltd.	Bibliografía	
Matutano, C., Negro, V., López-Gutiérrez, J.S. y Esteban, M. D. (2013). Scour prediction and scour protections in offshore wind farms. Renewable Energy, vol. 57, pp. 358-356, Elsevier.	Bibliografía	
Multon, B. (2011). Marine Renewable Energy Handbook. Wiley-ISTE.	Bibliografía	
Negro, V., López-Gutiérrez, J.S., Esteban, M. D. y Matutano, C. (2014). Uncertainties in the design of support structures and foundations for offshore wind turbines. Renewable Energy, vol. 63, pp. 125-132.	Bibliografía	
<a href="http://www.4coffshore.com">www.4coffshore.com</a>	Recursos web	
<a href="http://www.atlaseolico.idae.es">www.atlaseolico.idae.es</a>	Recursos web	
<a href="http://www.renewable-atlas.info">www.renewable-atlas.info</a>	Recursos web	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

The subject is related to the following Sustainable Development Goals: 7 (Affordable and Clean Energy), 11 (Sustainable Cities and Communities), 13 (Climate Action), and 14 (Life Below Water).