

Guía docente

250585 - ENERENOMAR - Energías Renovables Marinas

Última modificación: 01/10/2023

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona

Unidad que imparte: 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

Titulación: GRADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DEL MAR (Plan 2018). (Asignatura optativa).

Curso: 2023

Créditos ECTS: 6.0

Idiomas: Catalán

PROFESORADO

Profesorado responsable: JUAN PABLO SIERRA PEDRICO

Otros: DANIEL ALARCÓN FERNÁNDEZ, CORRADO ALTOMARE, MARC MESTRES RIDGE, CLIMENT MOLINS BORRELL, JUAN PABLO SIERRA PEDRICO

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

- 13388. Dominar y aplicar el léxico y conceptos propios de las Ciencias y Tecnologías del Mar y de otros campos relacionados.
- 13390. Establecer una buena práctica en la integración de técnicas numéricas, de laboratorio y campo habituales en el análisis de cualquier problema relacionado con el medio marino.
- 13391. Participar y eventualmente dirigir equipos de trabajo multidisciplinares en el campo de las Ciencias y Tecnologías del Mar para dar respuesta a los retos sociales planteados en este campo.
- 13392. Evaluar la bio- y geo-diversidad del medio marino, identificando hábitats y ecosistemas con criterios multidisciplinares.
- 13393. Evaluar la dinámica de mares y océanos a distintas escalas, identificando masas de agua y sus propiedades. (Competencia específica de la Mención en Ciencias e Ingeniería del Mar)
- 13395. Plantear, evaluar y proponer soluciones con/en base a criterios científicos y técnicos a los distintos conflictos de uso y explotación en el medio marino y costero de los recursos de todo tipo.
- 13396. Plantear, analizar y optimizar el funcionamiento de actuaciones e infraestructuras en el medio marino. (Competencia específica de la Mención en Ciencias e Ingeniería del Mar)
- 13397. Realizar estudios de impacto, ordenación y protección del espacio marino y zona terrestre adyacente, incluyendo las correspondientes infraestructuras y sus impactos.
- 13398. Realizar predicciones operacionales en mar abierto y zonas costeras, incluyendo los correspondientes mapas de riesgo. (Competencia específica de la Mención en Ciencias e Ingeniería del Mar)
- 13400. Usar modelos matemáticos de vanguardia en el campo marino para analizar impactos e interacciones con las actividades socio-económicas soportadas por este medio. (Competencia específica de la Mención en Ciencias e Ingeniería del Mar)
- 13403. Desarrollar un marco conceptual para abordar la sostenibilidad del medio marino y las actividades socio económicas que soporta a distintas escalas, explicitando los efectos del cambio de clima.
- 13406. Redactar informes técnicos y divulgar conocimientos sobre las distintas componentes del sistema marino, considerando el marco legal aplicable.

Genéricas:

- 13383. Desarrollar un marco conceptual que ligue los aspectos científico-tecnológicos y de gestión para los recursos marinos, explicitando las interacciones con infraestructuras marinas y planes de ordenación en zonas costeras.
- 13386. Abordar y transmitir estudios en las diferentes líneas que convergen en las Ciencias y Tecnologías del Mar.
- 13387. Combinar la preservación con la actividad económica en el marco de la legislación vigente fomentando el desarrollo de una conciencia social y ambiental.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura consta de 4 horas a la semana de clases presenciales en un aula, repartidas en dos sesiones de 2 horas cada una.

Se dedican parte de dichas horas a clases teóricas, en las que el profesorado expone los conceptos y materiales básicos de la materia y presenta ejemplos.

Se dedica el resto del tiempo a la resolución de problemas con una mayor interacción con los estudiantes. Se realizan ejercicios prácticos con el fin de consolidar los objetivos de aprendizaje generales y específicos.

Se utiliza material de apoyo en formato de plan docente detallado mediante el campus virtual ATENEA: contenidos, programación de actividades de evaluación y de aprendizaje dirigido y bibliografía.

Aunque la mayoría de las sesiones se impartirán en el idioma indicado en la guía, puede que las sesiones en las que se cuente con el apoyo de otros expertos invitados puntualmente se lleven a cabo en otro idioma.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura abordará los aspectos más relevantes del uso de energías renovables marinas y sus distintas alternativas. En particular se mostrarán aspectos particulares de 3 fuentes de energías renovables: la energía eólica marina (así como el dimensionamiento de plataformas flotantes para aerogeneradores), la energía undimotriz (extraída del oleaje por medio de prototipos de primera, segunda y tercera generación) y la energía mareomotriz (extraída de la marea). Se considerará asimismo su impacto sobre la zona costera emergida y sumergida.

1. Poder realizar un estudio de potencial energético tanto de olas, corrientes, vientos, mareas, gradiente térmico y salino.
2. Conocer los principales convertidores marinos su dimensionamiento y estimación del potencial básico.
3. Realizar estudios de viabilidad técnica, medioambiental y económica y de los parámetros que afectan cada uno de ellos en el ámbito de las energías renovables marinas.

Los temas que se abordan en esta materia cubren la mayor parte de los problemas y retos físicos, medioambientales y ecológicos identificados por parte de la comunidad científica y los agentes sociales a los se enfrentará la zona costera en un futuro próximo bajo distintos escenarios de desarrollo y cambio climático.

El objetivo principal de la asignatura es proporcionar al alumno nociones sobre los Principales fuentes de energías marinas renovables, sus características y sus ventajas e inconvenientes. También se aportarán conocimientos sobre las modalidades de explotación y el marco regulador nacional e internacional para este tipo de energías. Esta asignatura cubre aspectos con un gran potencial de futuro, ya que las demandas energéticas van creciendo con la población y, cada vez, hay más presión para la utilización de energías "limpias".

Entre los principales objetivos de la asignatura está aprender a evaluar el recurso energético (es decir, la cantidad de energía que potencialmente se podría extraer) de una zona determinada en función de sus características meteorológicas e hidrodinámicas, y para los diferentes tipos de energía (eólica, del oleaje y de las mareas). También se darán a conocer los diferentes sistemas de captación de energía y se enseñará a calcular la producción real de energía en función del tipo de convertidor utilizado, así como la variabilidad temporal, tanto del recurso como de la producción. Además, la asignatura incluye formación sobre conceptos de la hidrodinámica y la ingeniería oceánicas, que permitirán entender los principios mecanismos de los sistemas de captación y conocer la caracterización de las acciones, lo que es de gran aplicabilidad en el campo del diseño y despliegue de aparatos de extracción de energía de mar.

La organización de la asignatura tiene una estructura jerárquica bien definida, empezando por una introducción a las energías renovables, y siguiendo por una ampliación de hidrodinámica focalizada a las propiedades de los objetos flotantes y tipología de los conceptos empleados. Se continuará con cada una de las principales energías renovables marinas, eólica, undimotriz y mareomotriz, desarrollando los temas relativos a la evaluación del recurso, a los sistemas de captación y las acciones, junto con los aspectos regulatorios

La orientación de la asignatura pretende ser práctica, por lo que, además de dar los conocimientos teóricos necesarios, estos se irán aplicando durante el curso. Para ello se harán varias clases prácticas, que deberán ser completadas y entregadas por los alumnos y que servirán para su evaluación. Estas prácticas estarán basadas en datos reales que servirán para formar a los estudiantes de cara a la aplicación de los conocimientos adquiridos en la vida profesional. Adicionalmente, todos los temas incluirán ejemplos prácticos tomados de casos reales en que los profesores hayan estado involucrados (lo que permitirá dar



HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo grande	30,0	20.00
Horas grupo mediano	15,0	10.00
Horas grupo pequeño	15,0	10.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

Marco conceptual de la asignatura

Descripción:

Objetivos básicos de la asignatura y planteamiento. Energías tradicionales. Energías renovables. Energías renovables marinas. Unidades. Condicionantes del medio marino.

Dedicación: 4h 48m

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 2h 48m

Conceptos de Hidrodinámica y Ingeniería Oceánica

Descripción:

Principio de Arquímedes. Estabilidad hidrostática. Centro de Flotación. Metacentro. Curva de estabilidad dinámica. Ejemplos de estabilidad hidrostática.

Ejercicio de estabilidad hidrostática

Sistemas activos y pasivos de mantenimiento de la posición. Definición de sistema de amarras. Tipología de las amarras y materiales para las amarras. Sistemas de anclaje de las amarras al fondo del mar. Movimientos de las estructuras flotantes.

Fijas y flotantes. Fijos: mono-pila, bases por gravedad, celosías, trípodes. Flotantes: SPAR, TLP, semi-sumergible, barcaza.

Triángulo de la estabilidad: flotación, amarras y lastre. Períodos propios de oscilación de las estructuras flotantes. Concepto de Response Amplitude Operator.

Acciones sobre las estructuras marinas: oleaje, corrientes marinas, desprendimiento de vórtices, acción del viento, estimación de los coeficientes hidrodinámicos, radiación, difracción, fuerzas viscosas, crecimiento marino (marine growth).

Acciones sobre las estructuras marítimas. Ejercicio

Dedicación: 31h 12m

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Aprendizaje autónomo: 18h 12m



Energía eólica marina

Descripción:

La energía eólica hoy en Europa y en el mundo: penetración. Concepto LCOE (coste nivelado de la energía), evolución de la eólica marina.

Principios físicos para la extracción de energía del viento. Coeficiente de potencia. Límite de Betz. Usar el arrastre (drag) o la sustentación (lift). Fuerzas y torsor aerodinámico. Control del ángulo de ataque de las palas. Curvas de potencia, coeficiente de potencia en función de la velocidad del viento.

Energía del viento. Ejercicio

Origen del viento. Variabilidad. Distribución temporal del viento. Distribución en altura del viento. Intensidad de turbulencia. Obstáculos. Mapas de recurso. Instrumentos de medida del viento.

Caracterización del viento. Práctica

Turbinas de eje vertical y de eje horizontal. Clasificación de turbinas eólicas según IEC-61400. Partes de una turbina eólica.

Evolución de la potencia de las turbinas. Informes de producción de una turbina. Evaluación del recurso y de la producción de una turbina. Práctica sobre la producción esperable. Ventajas de las turbinas off-shore. Ejemplos de instalación de turbinas off-shore, fijas y flotantes.

Dedicación: 40h 48m

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Aprendizaje autónomo: 23h 48m

Energía undimotriz

Descripción:

Principios físicos para la extracción de la energía del oleaje. Fuentes de datos de oleaje. Generación de datos de oleaje (modelos). Evaluación del recurso. Coeficientes de variabilidad.

Sistemas de captación. Tipo de convertidores de la energía del oleaje (WECs). Cálculo de la producción de un WEC. Matrices de conversión. Factor de capacidad. Ejemplos de plantas piloto de WECs.

Prácticas sobre la evaluación del recurso energético en una zona determinada y sobre la producción de varios WECs.

Dedicación: 21h 36m

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Aprendizaje autónomo: 12h 36m

Energía mareomotriz

Descripción:

Principios físicos para la extracción de la energía de las mareas. Energía potencial (rango de mareas). Energía cinética (corrientes de marea). Fuentes de datos de marea. Generación de datos de mareas (modelos).

Tipo de centrales de marea. Cálculo de la producción de una central. Ejemplos de centrales existentes.

Tipo de convertidores de la energía cinética de las mareas (TECs). Cálculo de la producción de un TEC. Condicionantes para la producción: límite de Betz, velocidad de inicio y potencia nominal. Ejemplos de plantas piloto de TECs.

Práctica sobre la producción de energía de un TEC.

Dedicación: 19h 12m

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 11h 12m



Otros tipos de consideraciones

Descripción:

Energía térmica oceánica: principio físico. Estado de la energía térmica oceánica y ejemplos de plantas piloto. Energía osmótica: principio físico y estado de situación.

Introducción al modelado numérico. Tipos de modelos que se pueden utilizar para evaluar dispositivos de extracción de energía marina. Modelos Lagrangianos. Presentación de un modelo tipo SPH para efectuar estudios de interacción oleaje-dispositivo.

Práctica con el modelo.

Marco regulatorio en España y en Europa. Criterios para la selección del emplazamiento. Protocolos para la realización de estudios de impacto ambiental en el medio marino. Impactos potenciales de la extracción de energía en el medio ambiente. Situación del sector de las energías renovables marinas.

Dedicación: 26h 24m

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 8h

Aprendizaje autónomo: 15h 24m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La asignatura se evaluará mediante exámenes parciales, además de los trabajos prácticos, que tendrán un peso del 50% en la nota final. Es decir

Nota de curso = 0.5 (Nota media exámenes parciales) + 0.5 (Nota media prácticas).

Re-evaluación (RE)

Criterios de calificación y de admisión a la reevaluación (Re):

Los alumnos suspendidos a la evaluación ordinaria que se hayan presentado regularmente a las pruebas de evaluación de la asignatura suspendida tendrán opción a realizar una prueba de reevaluación en el periodo fijado en el calendario académico. No podrán presentarse a la prueba de reevaluación de una asignatura los estudiantes que ya hayan superado ni los estudiantes calificados como no presentados o que no hayan entregado la totalidad de los ejercicios/problemas (Pr) y de los trabajos e informes (Tr).

La reevaluación (RE) consistirá en un único examen que abarca todo el contenido del curso. La nota máxima de la reevaluación será de cinco (5.0) y la nota final del curso será la nota máxima entre la evaluación continuada y el examen de re-evaluación, es decir, $\text{MAX}(\text{Evaluación ordinaria/RE})$.

La no asistencia de un estudiante convocado a la prueba de reevaluación, celebrada en el periodo fijado no podrá dar lugar a la realización de otra prueba con fecha posterior. Se realizarán evaluaciones extraordinarias para aquellos estudiantes que a causa de fuerza mayor acreditada no hayan podido hacer alguna de las pruebas de evaluación continuada. Estas pruebas tienen que ser autorizadas por el jefe de estudios correspondiente, a petición del profesor responsable de la asignatura, y se realizarán dentro del periodo lectivo correspondiente.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Si no se realiza alguna de las actividades de laboratorio o de evaluación continua en el período programado, se considerará como puntuación cero. Las pruebas se realizarán de forma individual, con preguntas tipo test que pueden ser teóricas o preguntas tipo problemas. Los exámenes pueden incluir preguntas cortas a desarrollar por el alumnado y ejercicios a resolver.



BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Pecher, A.; Kofoed, J.P. Handbook of Ocean Wave Energy. Cham: Springer, 2017. ISBN 9783319398891.
- Chakrabarti, K.S. Handbook of Offshore Engineering [en línea]. Amsterdam: Elsevier Science, 2005 [Consulta: 09/02/2023]. Disponible a: <https://www.sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780080443812/handbook-of-offshore-engineering>. ISBN 0080443818.
- Multon, B. (ed.). Marine renewable energy handbook (ISTE). London ; Hoboken, NJ: ISTE ; John Wiley & Sons, 2012. ISBN 9781848213326.
- Yang, Z. ; Copping, A. Marine Renewable Energy. Resource Characterization and Physical Effects [en línea]. Cham: Springer, 2017 [Consulta: 09/02/2023]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-319-53536-4>. ISBN 9783319535364.
- Matha, D., Cruz, J.; Masciola, M.; Bachynski, E.; Atechson, M.; Goupee, A.; Gueydon, S.; Robertson, A. Floating offshore wind energy: The next generation of wind energy [en línea]. Cham: Springer, 2016 [Consulta: 09/02/2023]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-319-29398-1>. ISBN 9783319293981.