



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Gandia

Estudio ambiental en la instalación de un parque de
aerogeneradores en el Puerto de Valencia

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ciencias Ambientales

AUTOR/A: Denís Castelló, Clara

Tutor/a: González Escrivá, José Alberto

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

RESUMEN

La energía eólica representa un recurso fundamental en la consecución de los objetivos de reducción (con base a los niveles del año 1990) de un 40% en las emisiones de gases de efecto invernadero en 2050. Los enclaves portuarios, en los que el viento procedente del mar no se ve afectado por relieves orográficos pueden ser zonas adecuadas para la generación de energía eólica.

En el caso del Puerto de Valencia, tiene previsto en su Plan Estratégico de Gestión alcanzar las “cero emisiones netas” en el año 2030. Una de las actuaciones propuestas consiste en la implantación de aerogeneradores con una capacidad de 20 Mw sobre el dique N del puerto.

Sin embargo, esta actuación, que es la que motiva el presente trabajo final de grado, puede llevar asociados impactos que es necesario analizar y evaluar. Así pues, el presente trabajo tiene por objeto el análisis de las características de la instalación y la caracterización ambiental inicial de los impactos que produciría la instalación de un parque eólico en el dique N del puerto de Valencia. Asimismo, complementariamente se discute la posible implantación del parque eólico en la zona marítima próxima al puerto comparándola con la propuesta original.

ABSTRACT

Wind energy represents a fundamental resource in achieving the reduction objectives (based on 1990 levels) of 40% in greenhouse gas emissions in 2050. Port enclaves, in which the wind from of the sea is not affected by orographic relief, can be suitable areas for the generation of wind energy.

In the case of the Port of Valencia, its Strategic Management Plan plans to achieve “zero net emissions” in the year 2030. One of the proposed actions consists of the implementation of wind turbines with a capacity of 20 MW on the N breakwater of the port.

However, this action, the starting porin of this final degree project, may have associated impacts that must be analyzed and evaluated. Thus, the purpose of this work is to analyze the general aspects of the installation and the initial environmental characterization of the impacts that the installation of a wind farm in the N breakwater would produce. Likewise, in addition, the possible implementation of the wind farm in the maritime area near the port is discussed comparatively with the original proposal.

ÍNDICE

RESUMEN.....	0
ABSTRACT	0
1. OBJETO DEL TFG	3
2. NORMATIVA RELACIONADA.....	3
2.1 Normativa europea	3
2.2 Normativa estatal	4
2.3 Normativa autonómica	5
3. ANTECEDENTES	6
4. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	6
4.1 Zonificación.....	7
4.2 Medio Físico	7
4.2.1 Terreno.....	8
4.2.2 Climatología.....	9
4.2.3 Agua	11
4.2.4 Biológicos: espacios protegidos, vegetación y fauna	12
4.2.5 Paisaje y su percepción.....	19
4.2.6 Influencia humana (población, arqueología, histórico, científico, etc).....	19
4.2.7 Riesgos: sismicidad, procesos erosivos, inundabilidad, etc.....	20
4.3 Caracterización del recurso eólico	21
5 DDESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN TERRESTRE Y MARINA.....	23
5.1 Operación y tipologías de aerogeneradores	24
6. EVALUACION DE UN PARQUE EÓLICO PARA LA GENERACION DE 20 Mw EN EL ENTORNO DEL PUERTO DE VALENCIA.....	27
6.1 instalación terrestre o marina.....	27
6.2 Estimación de la energía producida.....	28
6.2.1 Energía marítima producida.....	28
6.2.2 Energía terrestre producida	28
6.2.3 Pérdidas de energía producidas en el medio marino y terrestre	28
6.3. Costes de implantación y mantenimiento	29
6.3.1 Parque eólico terrestre	29
6.3.2 Parque eólico marino	29
6.4. Evaluación ambiental preliminar	30
6.4.1 Espacio natural protegido de La Albufera	30
6.4.3 Pesca.....	31

6.4.4 Población	31
6.4.5 Identificación de impactos	32
6.4.5.1 Medio inerte	32
6.4.5.2 Medio biótico	33
6.4.5.3 Medio socioeconómico	33
6.4.5.4 Matriz de impactos	35
6.4.6 Valoración de impactos	35
6.4.6.1 Valoración de los impactos en el medio terrestre y marino.....	35
6.4.6.2 Balance general.....	36
6.4.7 Medidas preventivas	36
6.4.7.1 Lecho marino	36
6.4.7.2 Animales marinos.....	37
6.4.7.3 Aves.....	37
6.4.8 Medidas correctoras.....	37
6.4.8.1 Ruido	37
6.4.8.2 Emisiones	37
6.4.9 Medidas compensatorias	37
6.4.9.1 Lecho marino	37
6.4.10 Plan de Seguimiento y Vigilancia Ambiental.....	38
6.4.11 Emisiones de CO2 en el medio marino y terrestres	38
7. CONCLUSIONES FINALES DE LA IMPLANTACIÓN DEL PARQUE EÓLICO TERRESTRE Y MARINO.....	39
8. CONSIDERACIONES DE LA IMPLANTACIÓN DEL PARQUE EÓLICO.....	40
9. CONCLUSIONES	42
10. BIBLIOGRAFÍA	43

1. OBJETO DEL TFG

El presente trabajo tiene por objeto el análisis de las características de la instalación y la caracterización ambiental inicial de los impactos que produciría la instalación de un parque eólico en el dique N del puerto de Valencia. Asimismo, complementariamente se discute la posible implantación del parque eólico en la zona marítima próxima al puerto comparándola con la propuesta original.

El análisis se contextualiza inicialmente mediante la revisión de de la normativa aplicable y los antecedentes. A continuación, se efectúa la caracterización de la zona y del recurso eólicos disponible.

Finalmente se lleva a cabo el registro ambiental, la identificación de impactos, las posibles medidas correctoras y compensatorias, las consideraciones a tener en cuenta sobre la implantación del parque eólico, así como las ventajas e inconvenientes. Se concluye con la comparativa entre la disposición sobre el dique o una posible nueva propuesta marítima frente al puerto.

Deseo hacer constar la dificultad en la obtención de información comercial y técnica, sobre todo de la zona marina, dado que el poner en funcionamiento los parques eólicos, su potencia, estructura, etc.

2. NORMATIVA RELACIONADA

2.1 Normativa europea

INSTRUMENTO DE RATIFICACIÓN de 16 de agosto de 1978 del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, hecho en Londres el 1 de noviembre de 1974. Actualizado con numerosas enmiendas las cuales tienen su última actualización con fecha de 21 de diciembre de 2020.

INSTRUMENTO DE RATIFICACIÓN de 22 de junio de 1984, del Protocolo de 1978, relativo al Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, hecho en Londres el 17 de febrero de 1978.

- Enmiendas de 2021 al Anexo del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por su protocolo de 1978, adoptadas en Londres el 17 de junio de 2021 mediante Resolución MEPC.330(76).
- Enmiendas de 2021 al Anexo del Protocolo de 1997 que enmienda el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978, adoptadas en Londres el 17 de junio de 2021 mediante Resolución MEPC.328(76).

DIRECTIVA 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

DIRECTIVA 2009/123/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se modifica la Directiva 2005/35/CE relativa a la contaminación procedente de buques y la introducción de sanciones para las infracciones.

DIRECTIVA (UE) 2018/2001 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento de uso de energía procedente de fuentes renovables.

DIRECTIVA (UE) 2019/944 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 5 de junio de 2019 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE.

DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por las que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.

DIRECTIVA 2014/52/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de abril de 2014, por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

2.2 Normativa estatal

LEY 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2011, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

REAL DECRETO 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.

REAL DECRETO 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

LEY 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

REAL DECRETO 1028/2007, de 20 de julio, por el que se establece el procedimiento administrativo para la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial.

REAL DECRETO 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño.

LEY 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino.

REAL DECRETO LEGISLATIVO 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

LEY 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

LEY 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

REAL DECRETO 1015/2013, de 20 de diciembre, por el que se modifican los anexos I, II y V de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

REAL DECRETO 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

ORDEN IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

LEY 11/2014, de 3 de julio, por el que se modifica la ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

REAL DECRETO 947/2015, de 16 de octubre, por el que se establece una convocatoria para el otorgamiento del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de biomasa en el sistema eléctrico peninsular y para instalaciones de tecnología eólica.

ORDEN IET/2209/2015, de 21 de octubre, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 16 de octubre de 2015, por el que se aprueba el documento de Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020.

REAL DECRETO 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.

- SE MODIFICA los artículos 19.2 y 21, por el Real Decreto-ley 36/2020, de 30 de diciembre

REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.

REAL DECRETO 1365/2018, de 2 de noviembre, por el que se aprueban las estrategias marinas.

REAL DECRETO 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas.

REAL DECRETO 1159/2021, de 28 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

REAL DECRETO 1056/2022, de 27 de diciembre, por el que se aprueba el Plan Director de la Red de Áreas Marinas Protegidas de España y los criterios mínimos comunes de gestión coordinada y coherente de la Red.

REAL DECRETO 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.

REAL DECRETO 150/2023, de 28 de febrero, por el que se aprueban los planes de ordenación del espacio marítimo de las cinco demarcaciones marinas españolas.

2.3 Normativa autonómica

LEY 1/1999

Plan Eólico de la Comunidad Valenciana, julio 2001, del Gobierno Valenciano.

LEY 16/2008, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales, de Gestión Administrativa y Financiera, y de Organización de la Generalitat.

LEY 14/2005, de 23 de diciembre, de medidas fiscales, de gestión administrativa y financiera, y de organización de la Generalidad.

LEY 2/2014, de 13 de junio, de Puertos de la Generalitat.

DECRETO LEY 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica.

ACUERDO de 15 de febrero de 2019, del Consell, de modificación del Acuerdo de 26 de julio de 2001, de aprobación del Plan eólico de la Comunitat Valenciana, por cambios en la delimitación de la zona 10.

3. ANTECEDENTES

Actualmente, el 25 de marzo de 2021, se aprobó el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, donde se definen los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de penetración de energías renovables y de eficiencia energética

A finales del año 2021, la Hoja de Ruta para el Desarrollo de la Eólica Marina y de las Energías del Mar en España fue aprobada por el Ministerio de Transición Ecológica y el reto Demográfico (MITECO), en consonancia con la “Estrategia de la Unión Europea sobre las Energías Renovables Marinas” que la Eólica Marina está avanzando rápidamente, presentando un elevado potencial para aportar valor añadido al sistema energético nacional, en términos de diversificación de fuentes de energía renovables. (MITECO, 2021)

Durante el 2021 se han instalado 842,61 MW eólicos terrestres, muy por debajo de los 2,2 GW anuales que sería necesario instalar hasta 2023 para lograr los objetivos marcados en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, pero con una cifra relevante.

En España hay 1345 parques eólicos terrestres con 22042 aerogeneradores y en el año 2022 se pusieron en marcha 46 nuevos parques con 395 aerogeneradores. Aún no se ha puesto en marcha ningún parque eólico marino, siendo este uno de los objetivos del 2023.

En julio de 2021, el puerto de Valencia efectuó la licitación del anteproyecto de instalación eólica para generación de energía eléctrica en el Puerto de Valencia con una capacidad de 30 MW (cuya obtención para su uso en el presente documento ha sido infructuosa) como uno de los pilares de su Plan Estratégico ValenciaPort 2030.

4. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio propuesta originalmente para la implantación del parque eólico ha sido la propuesta en por la autoridad portuaria de Valencia para la implantación de un parque de aerogeneradores. El emplazamiento es el propio puerto de Valencia, concretamente en el dique N.

La caracterización de la zona de estudio se subdividirá en:

- Zonificación: usos y tráfico marítimo
- Medio físico

4.1 Zonificación

La ubicación propuesta en el dique N del Puerto de Valencia se verá influenciada por los distintos usos y servicios que se llevan a cabo en la operativa portuaria. La Fig. 1 muestra las distintas áreas y terminales portuarias (muelles, el canal de entrada, la policía portuaria, terminales de carga, servicios portuarios, etc.) así como la posición prevista para el parque de aerogeneradores (www.valenciaport.com). Todas las áreas portuarias se encuentran dentro del dominio público portuario. En el Anexo I se amplía el detalle de esta información.

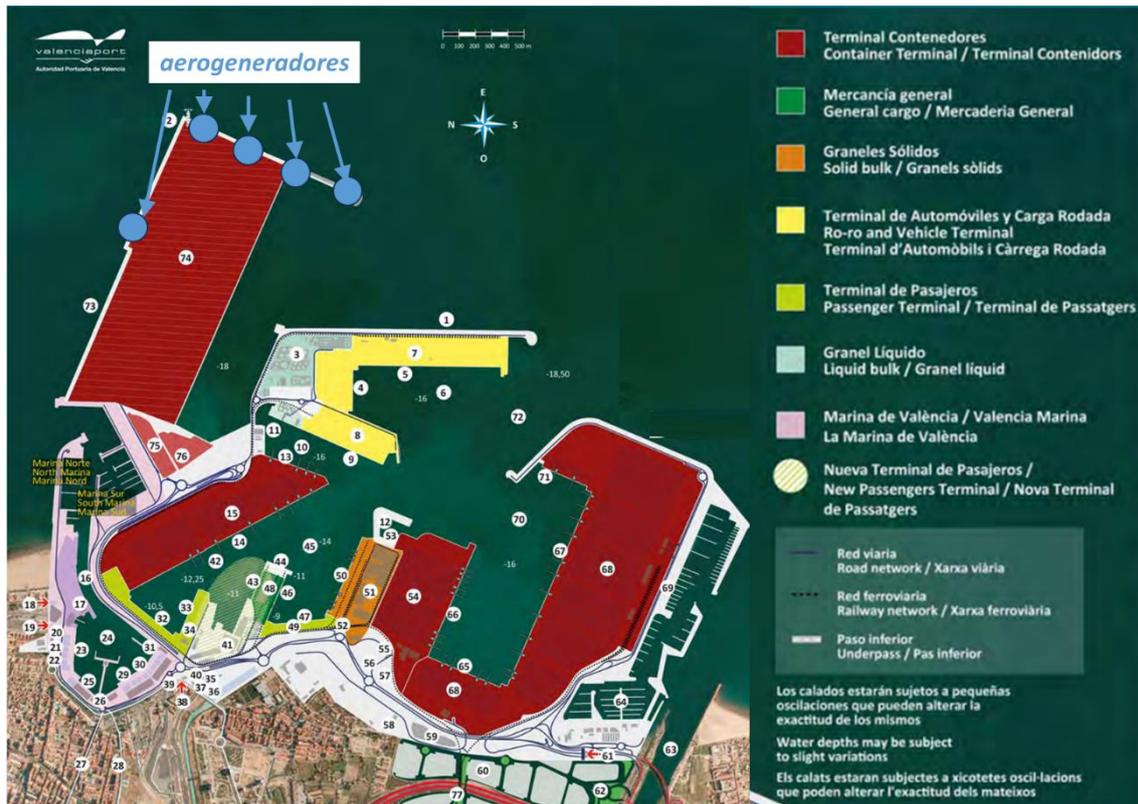


Figura 1. Zonificación de usos y servicios en el Puerto de Valencia (Fuente ValenciaPort)

Uno de los usuarios del puerto con protagonismo en la operación portuaria e influencia directa sobre el medio marino son los buques. La ordenación de las rutas de acceso (“approaches”), así como las zonas de fondeo condicionan la posible ubicación de cualquier infraestructura. La Fig. 2 representa las rutas de acceso al puerto de Valencia así como las áreas de fondeo exteriores al mismo.

4.2 Medio Físico

Para la descripción del medio físico en la zona de estudio se analizarán las siguientes variables y riesgos

- Terreno: topografía/batimetría, geología/geomorfología y suelo
- Climatología: clima atmosférico y acciones medioambientales
- Agua: hidrología y calidad de las aguas
- Biológicos: espacios protegidos, vegetación y fauna.
- Paisaje o su percepción
- Influencias humanas (población, arqueología, histórico, científico, etc)
- Riesgos: sismicidad, procesos erosivos, inundabilidad

4.2.1 Terreno

El puerto de Valencia tiene un origen artificial desarrollado a partir de la línea de costa de Valencia, carente de cualquier abrigo natural como respuesta a la demanda social de intercambios marítimos-comerciales. La Fig 2 muestra la batimetría actual en el puerto de Valencia y su entorno.

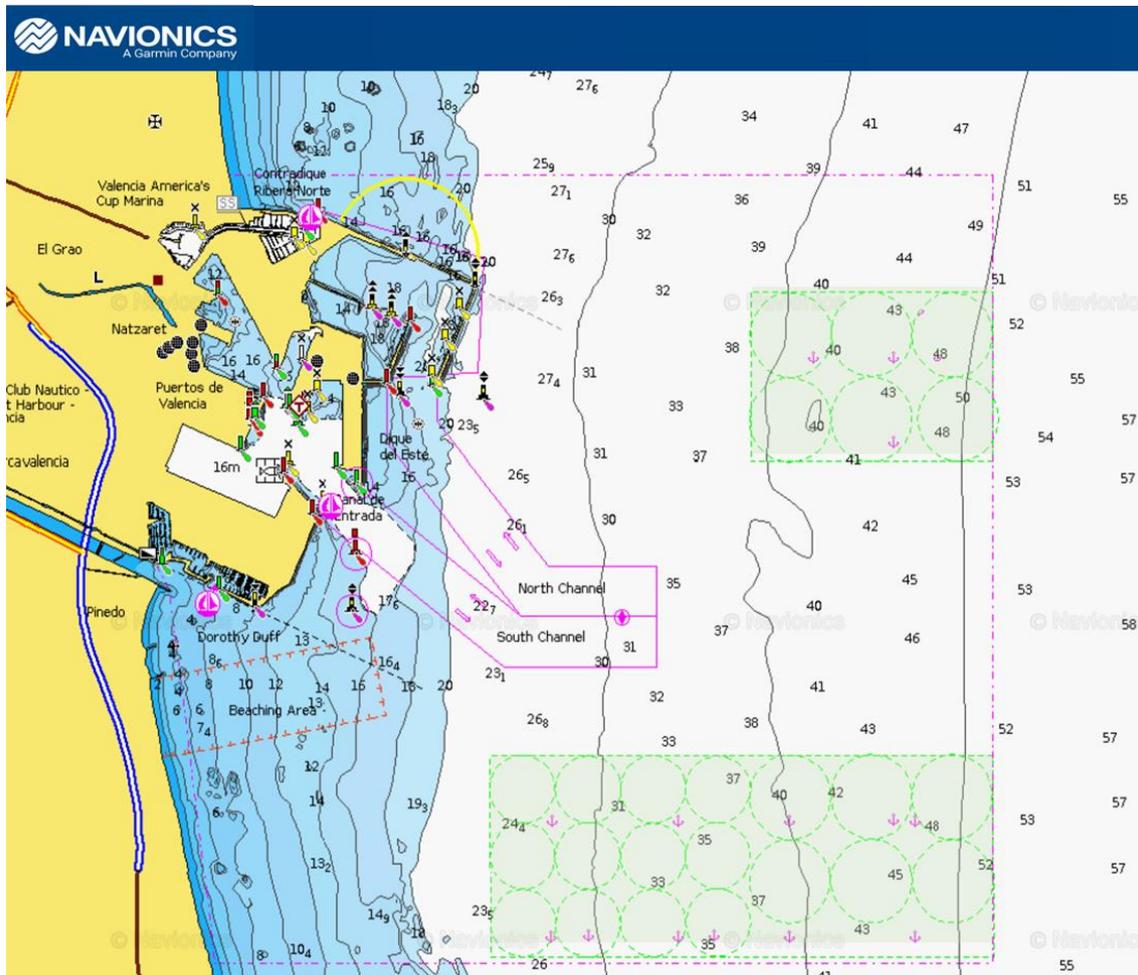


Figura 2. Batimetría, canales de acceso y zonas de fondeo exteriores (fuente: www.navionics.com)

El medio costero litoral se encuentra mayoritariamente antropizado en el tramo próximo al puerto constituido por trama urbana con paseo marítimo en su borde y playas de arena fina con pendientes suaves. En los tramos protegidos existen formaciones dunares y playas de arena silíceo lavada.

La litología y morfología de los fondos marinos (ver Fig. 3) en la tierra llana está formada por arcillas, gravas, margas y arenas con distribución irregular debido a su origen deltaico. Arenas finas, limos y légamos saturados de agua salobre en la zona de marismas con arenas y calizas en las sierras. La permeabilidad del terreno es muy variable. La capacidad de carga y el riesgo de asentamientos son baja en las marismas, media en las playas y llanuras próximas al litoral y alta en el resto, siendo el riesgo de asentamientos el opuesto a la capacidad de carga. El terreno es, en general, estable pero con poca cohesión. La sismicidad es baja.

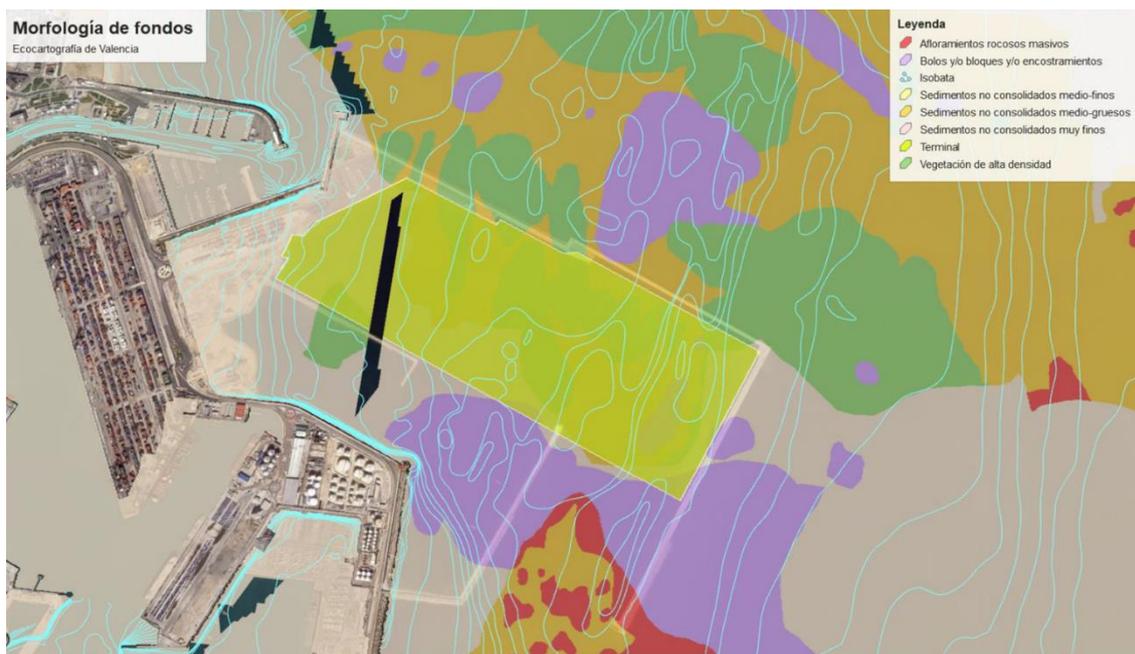


Figura 3. Morfología de fondos (fuente: Ecocartografía de Valencia, www.miteco.gob.es/)

4.2.2 Climatología

El clima en la zona del puerto de Valencia es mediterráneo, con veranos calurosos e inviernos suaves sin heladas. Suelen presentarse fuertes precipitaciones derivadas de fenómenos atmosféricos ciclónicos en los meses de septiembre y octubre principalmente. La tabla 1 recoge los valores mensuales de temperaturas y precipitaciones en la zona de Valencia.

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	11,8	16,4	7,1	37	64	4,4	0	0,3	0,5	0,3	9	171
Febrero	12,5	17,1	7,8	36	64	3,9	0	0,4	1,3	0,1	6	171
Marzo	14,4	19,3	9,6	33	63	3,6	0	0,4	0,9	0	7,1	215
Abril	16,2	20,8	11,5	38	62	4,8	0	1,1	0,7	0	5,2	234
Mayo	19	23,4	14,6	39	65	4,3	0	1,8	0,4	0	5,9	258
Junio	22,9	27,1	18,6	22	66	2,6	0	1,8	0,2	0	9	276
Julio	25,6	29,7	21,5	8	67	1,1	0	1,6	0,1	0	13	314
Agosto	26,1	30,2	21,9	20	68	2,4	0	1,9	0,3	0	10,2	288
Septiembre	23,5	27,9	19,1	70	67	5	0	2,8	0	0	6,6	234
Octubre	19,7	24,3	15,2	77	67	5	0	2,3	0	0	5,9	202
Noviembre	15,3	19,8	10,8	47	66	4,3	0	0,5	0,3	0	6,7	167
Diciembre	12,6	17	8,1	48	65	4,8	0	0,3	0,2	0	7,1	155
Año	18,3	22,8	13,8	475	65	46,3	0,1	15,3	5	0,5	93,2	2696

Tabla 1. Valores climatológicos normales. Valencia

Siendo:

T Temperatura media mensual/anual (°C)

TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)

Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)

H Humedad relativa media (%)

- DD** Número medio mensual/anual de días despejados
- I** Número medio mensual/anual de horas de sol
- R** Precipitación mensual/anual media (mm)
- DR** Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN** Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT** Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF** Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH** Número medio mensual/anual de días de helada

El oleaje en la zona es más intenso en las direcciones NE, ENE y E que son las que disponen de mayor Fetch de generación. En general, las condiciones de oleaje suelen ser poco energéticas, aunque los últimos temporales registrados con alturas de oleaje con alturas de ola significante registradas en la boya de Valencia de casi 9 m durante el temporal Gloria Ver Fig. 5) han provocado numerosos daños en las costas.

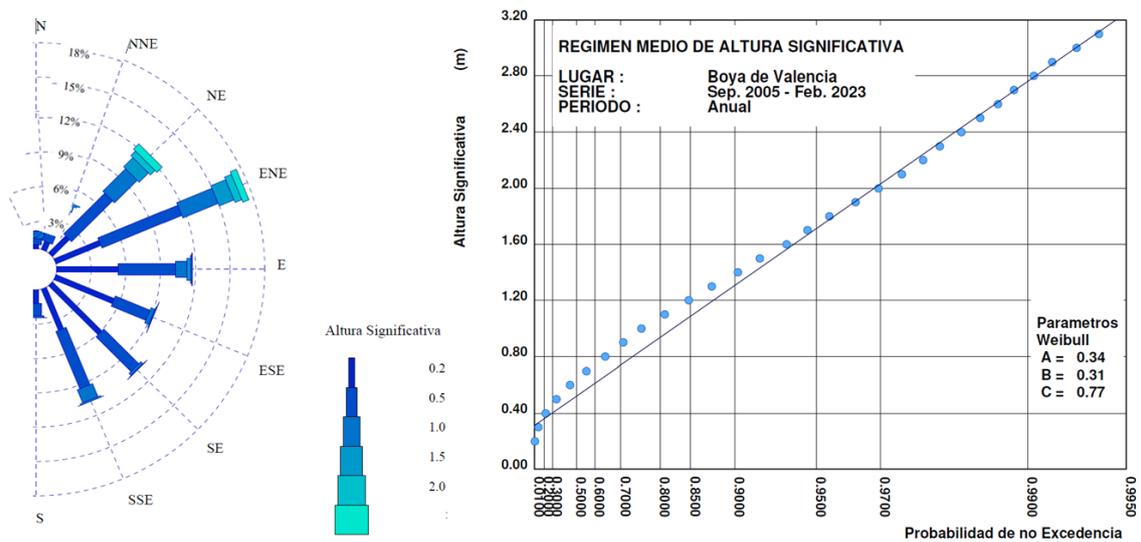


Figura 4. Rosa de oleaje y régimen medio escalar de oleaje en la boya de Valencia (Fuente: Puertos del Estado)

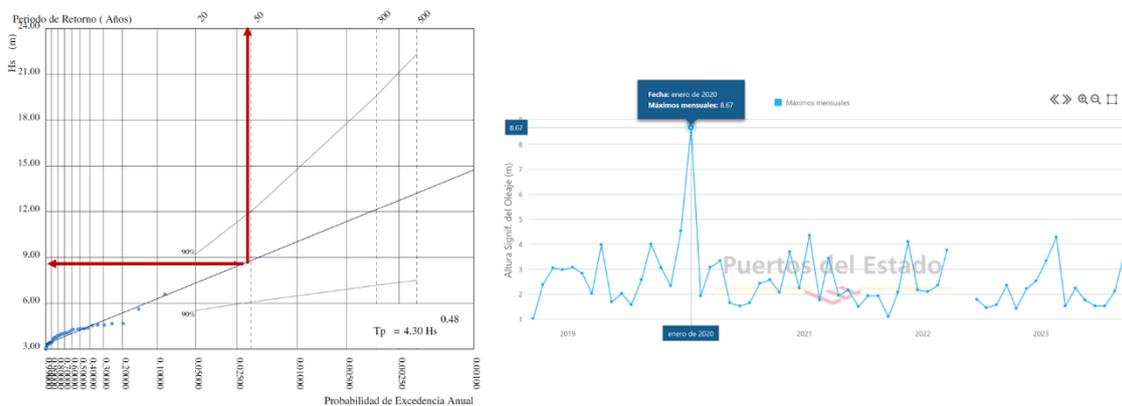


Figura 5. Régimen extremal escalar de oleaje en la boya de Valencia y máximos mensuales últimos 5 años (Fuente: Puertos del Estado)

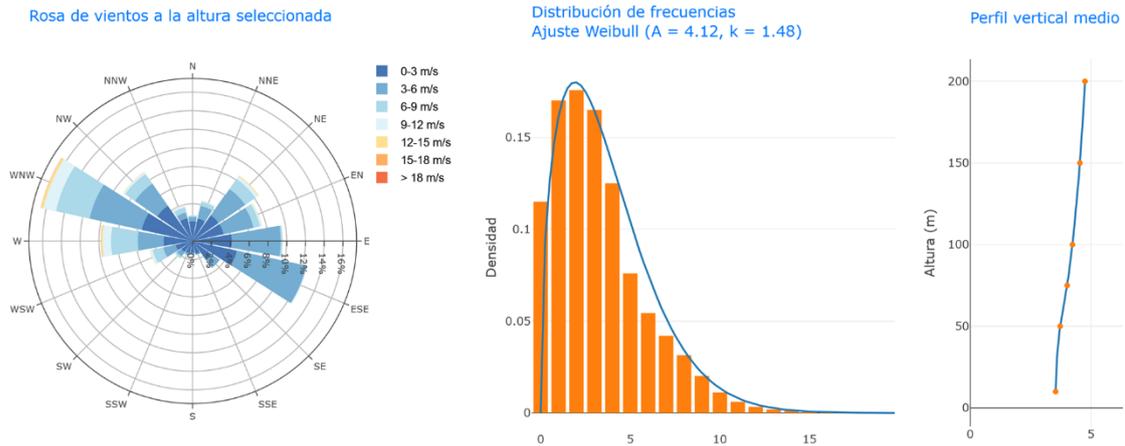


Figura 6. Rosa de vientos próxima al puerto de Valencia, función de distribución estadística y perfil de velocidades de viento con la altura (Fuente: Atlas Eólico IDAE)

Los vientos de mayor intensidad en la zona provienen del oeste, oeste-sudoeste, norte-noreste, este-noreste y este-sudeste, alcanzando valores de más 8 m/s (ver Fig. 6). En invierno prevalecen los vientos del oeste, en primavera tanto por el oeste como por el este, prevaleciendo los del norte-noreste, en verano los vientos del este, sobre todo los del este-sudeste y en otoño los del oeste y este, siendo más predominantes también los del oeste.

La relación de la velocidad del viento con la altura puede aproximarse mediante la siguiente expresión logarítmica:

$$U(z) = U_{hub} \left(\frac{z}{z_{hub}} \right)^{\alpha}$$

Siendo U_{hub} la velocidad de referencia y z_{hub} la altura a la que se ha medido la velocidad de referencia. En la literatura suele adoptarse $\alpha=0.14$.

4.2.3 Agua

El área de Valencia metropolitana se encuentra bajo la influencia de la cuenca del río Turia. Los parámetros hidrológicos de la cuenca del río Turia, en las proximidades de la desembocadura son inexistentes debido a los numerosos aprovechamientos hidráulicos (presas) existentes en su cauce aguas arriba.

Las elevadas precipitaciones que suelen ocurrir con frecuencia en los meses de septiembre y octubre suelen provocar encharcamientos duraderos en zonas bajas

Otra de las masa de agua que influencia a la zona de estudio es la Albufera de Valencia con importantes efectos sobre vegetación y fauna, así como para la actividad humana y el paisaje. En el apartado "4.2.4 Biológicos: espacios naturales, vegetación y fauna" se llevará a cabo una descripción de dicha masa de agua.

La masa de agua con mayor influencia sobre la zona y el objeto del presente trabajo es la correspondiente al mar Mediterráneo cuyos efectos dinámicos (oleaje) han sido descritos.

La temperatura del agua en las proximidades del Puerto de Valencia oscila entre los 12 y los 28° C, en invierno y verano respectivamente (ver Fig. 6).



Figura 6. Medias mensuales de la temperatura del agua en °C (fuente: Puertos del Estado)

La composición del agua del mar puede observarse en la tabla 2. (Wikipedia, 2023)

ANIONES		CATIONES	
Cloruro (Cl ⁻)	55,29	Sodio (Na ⁺)	30,75
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	7,75	Magnesio (Mg ⁺⁺)	3,70
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	0,41	Calcio (Ca ⁺⁺)	1,18
Bromuro (Br ⁻)	0,19	Potasio (K ⁺)	1,14
Flúor (F ⁻)	0,0037	Estroncio (Sr ⁺⁺)	0,0022
Molécula no disociada		Ácido bórico (H ₃ BO ₃)	0,076

Tabla 2. Composición del agua de mar (fuente: [5])

La composición del agua puede afectar a los aerogeneradores ya que el agua salada provoca la corrosión de los materiales. A la hora de la selección de materiales se tendrá en cuenta para utilizar unos materiales resistentes a la corrosión o utilizar protección galvánica.

4.2.4 Biológicos: espacios protegidos, vegetación y fauna

El espacio protegido más próximo a la zona de estudio, a unos 3.5 km aproximadamente, lo constituye la Albufera de Valencia. En la actualidad, la Albufera de Valencia, constituye una de las principales zonas húmedas de la península Ibérica y una de las de mayor importancia del Mediterráneo occidental. Por su elevado valor ambiental, paisajístico y cultural, la Albufera fue declarada Parque Natural en 1986, con el propósito de detener el proceso de degradación sufrido por este espacio en la década de los 70 del siglo XX y recuperar sus valores originales. Después de esta declaración, que supuso la protección de 21.120 hectáreas de superficie, la Albufera fue incluida en 1989 en lista de zonas húmedas internacionales (criterios de la Convención Ramsar y en la Red Natura 2000 (ver Figs. 7 y 8, según las Directivas europeas Hábitats y Aves). Este espacio cuenta con los máximos niveles de protección que garantizan, en cierto modo, su conservación y supervivencia.

Este espacio natural protegido engloba parte de los municipios de Valencia, Sedaví, Alfafar, Massanassa, Catarroja, Albal, Beniparrell, Silla, Sollana, Algemesi, Albalat de la Ribera, Sueca y Cullera.

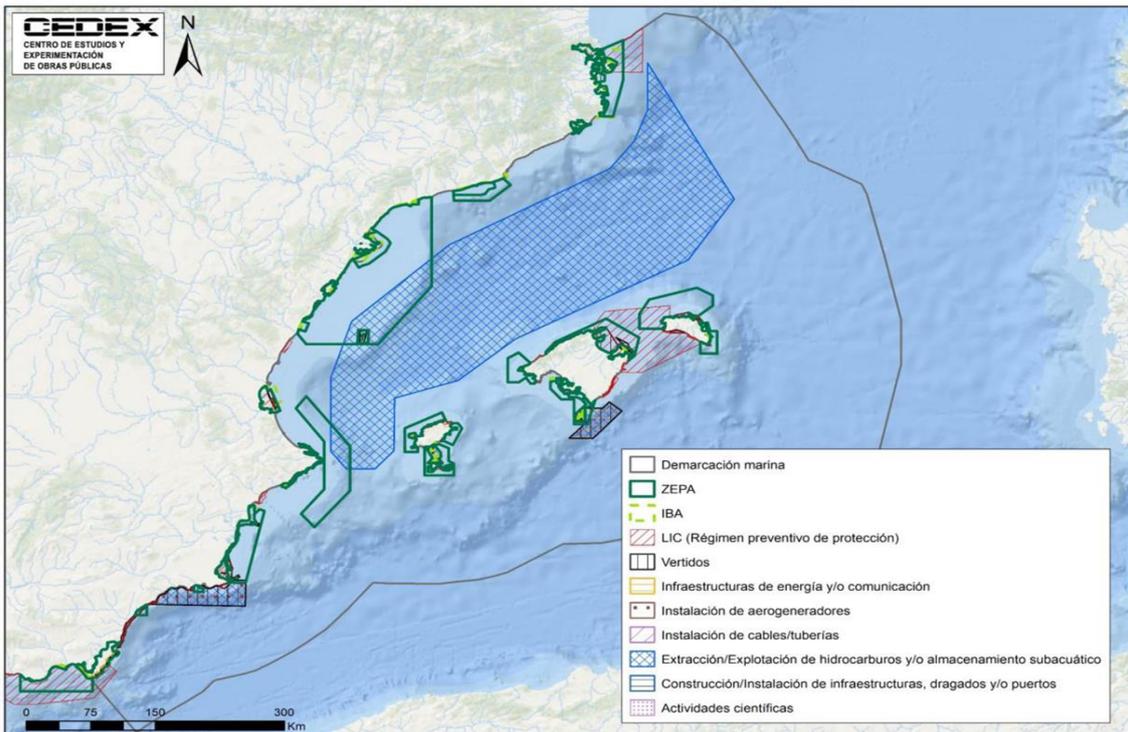


Figura 7. Zonas con limitación de uso. (fuente: CEDEX)

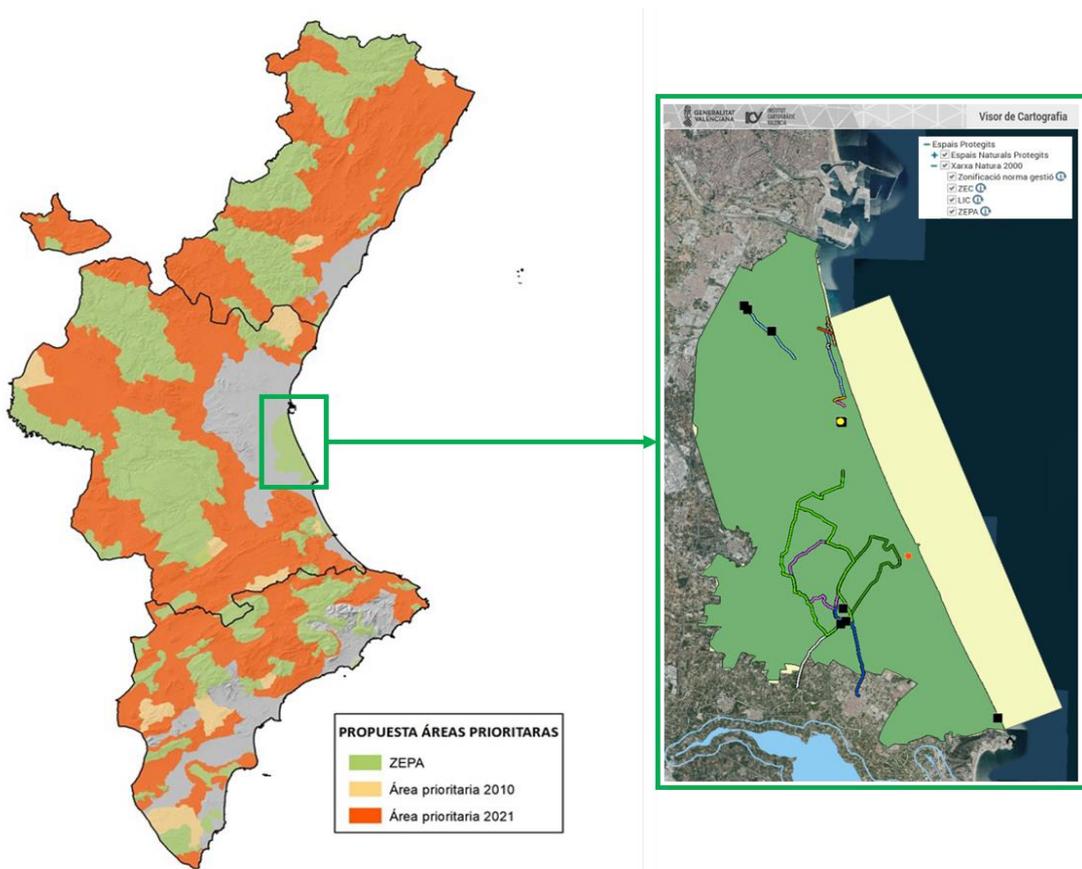


Figura 8. Áreas prioritarias con protección especial (fuente: visor cartografía Generalitat Valenciana)

En las Figs. 9 y 10 se representan los mapas terrestres y de servicios de la Albufera. En el Anexo II encontramos el mapa más detallado de los servicios que tiene la Devesa, así como de su flora y la fauna.



Figura 9. Mapa terrestre Parque Natural de l'Albufera



Figura 10. Mapa Devesa servicios

En cuanto a la vegetación terrestre en la zona, la flora de la Comunidad Valenciana se caracteriza por ser un bioma de bosques y matorrales mediterráneos. La zona de estudio al encontrarse en el Puerto no se veía afectada por esta vegetación.

Respecto a los ecosistemas marinos que se encuentran en las proximidades de la zona de estudio se encuentran diferentes comunidades de Algas como Esciáfilas Infralitorales en Régimen Calmo y con Facies de gorgoniaros, Algas Fotófilas Infralitorales en Régimen Calmo; praderas de Caulerpa prolifera, Caulerpa prolifera sobre Tanatocenosis de Posidonia oceánica, pradera de Caulerpa racemosa, pradera de Posidonea oceánica, etc. (ver Fig. 11).

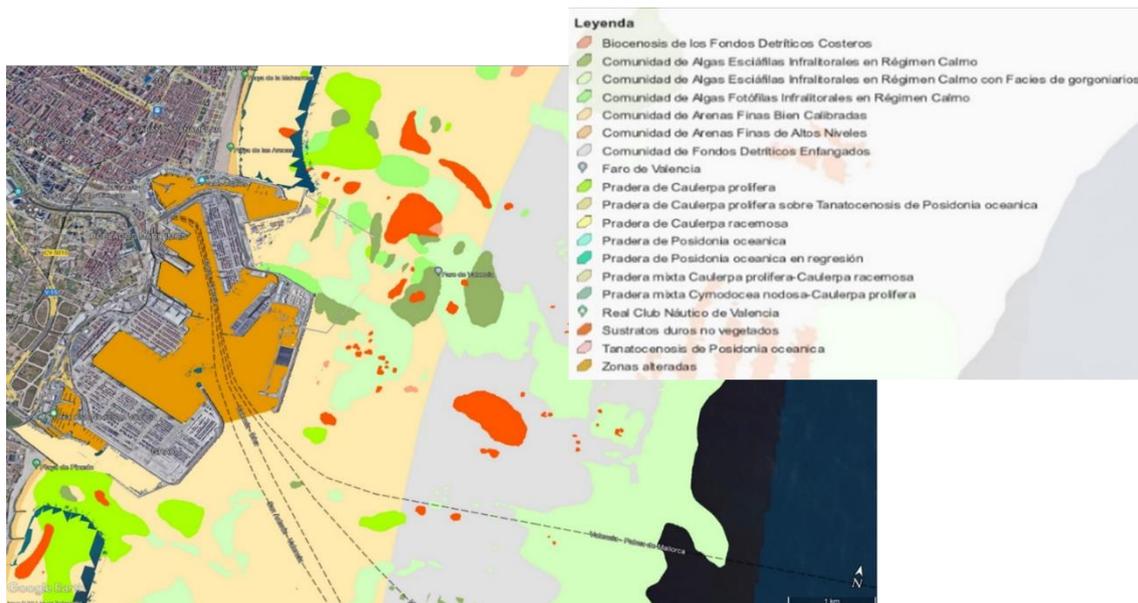


Figura 11. Ecosistemas marinos en la zona de estudio (fuente: ValenciaPort)

En cuanto a la fauna, las especies más afectadas por la instalación de un parque eólico son las aves. Las instalaciones portuarias de Valencia se encuentran en el entorno más inmediato de la zona de la Albufera, por lo que aparte de poderse observar las especies propias de las zonas portuarias del Mediterráneo, se observan con cierta facilidad especies de la Albufera. De forma genérica se pueden identificar más de 60 especies de aves no paseriformes. Por su importancia en el contexto europeo destacan las aves limícolas (según estudios de ValenciaPort) e informes sobre el seguimiento de las aves en la comunidad Valenciana en 2012 de la Generalitat Valenciana).

Si bien no se ha observado la reproducción en la zona sí que son relativamente frecuentes las siguientes especies; aves litorales como los correlimos (*Calidris alba* y *C. alpina*), chorlitejos (*Charadrius hiaticula*), chorlitos (*Pluvialis squatarola*), agujas (*Limosa limosa* y *L. lapponica*), archibebes (*Tringa totanus*), silbones (*Anas penelope*), negrones (*Melanitta nigra*), serretas (*Mergus serrator*), tarros blancos (*Tadorna tadorna*), gaviota reidora (*Larus rudibundus*), gaviota sombría (*L. fuscus*), gaviota cabecinegra (*L. melanocephalus*), gaviota de audouin (*L. Audouinii*), cigüeñas (*Ciconia ciconia*), garzas (*Ardea cinerea*, *Egretta garzetta*), flamenco común (*Phoenicopterus ruber*), espátula común (*Platalea leucorodia*), cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*), Cormoran Moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*).

Con independencia de la avifauna estrictamente litoral, también se observan otras especies como son el petirrojo (*Erithacus rubecula*), el colirrojo tizón (*Phoenicurus ochruros*), el mirlo común (*Turdus merula*), el buitrón (*Cisticola juncidis*), el ruiseñor bastardo (*Cettia cetti*), las currucas (*Sylvia atricapilla*, *S. Melanocephala*), el herrerillo común (*Parus caeruleus*), el pinzón común (*Fringilla coelebs*), el martín pescador (*Alcedo atthis*), el alcaraván común (*Burhinus oedicephalus*), el zarapito real (*Numenius arquata*) o el verdicillo (*Serinus serinus*). Entre las rapaces presentes destacan las nocturnas como el mochuelo común (*Athene noctua*) y lechuza (*Tyto alba*) y las diurnas como el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), el ratonero común (*Buteo buteo*).

Para la redacción del proyecto constructivo del Muelle de Contenedores de la Ampliación Norte del Puerto de Valencia (Valenciaport, 2019) se realizó un estudio que

censa las especies de aves vulnerables y las especies nidificantes en la zona del Puerto. (Autoridad Portuaria de Valencia, 2021)

Especie	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Gaviota de Audouin ^a	0	0	0	239	779	1.031	320 ^b	1.006	625	917
Gaviota patiamarilla ^c	0	0	1	2	27	69	68	107	44	81
Charrán común ^a	0	0	0	0	84	147	34	0	67	9
Charrancito ^a	10	0	57	11	109	12	14	0	17	1
Canastera ^a	10	0	7	0	1	0	0	0	1	6
Charrán patinegro	0	0	0	0	0	176	1161	0	0	26
Chorlitejo patinegro ^a	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Chorlitejo chico	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0

a - Especie catalogada como Vulnerable en el Catálogo Valenciano de Fauna Amenazada.

b - Valor posiblemente infravalorado en ese año.

c - Los datos de gaviota patiamarilla hay que considerarlos parciales ya que puede haber criado en otras zonas del puerto.

Tabla 3. Especies de aves nidificantes puerto de Valencia (fuente: ValenciaPortI)

En la tabla podemos observar las diferentes especies que nidifican en la zona de estudio y cuantas especies se han contabilizado con el paso de los años.

Las ubicaciones de las colonias de aves marinas observadas durante el año 2020 se representan en color azul (ver Fig. 12)

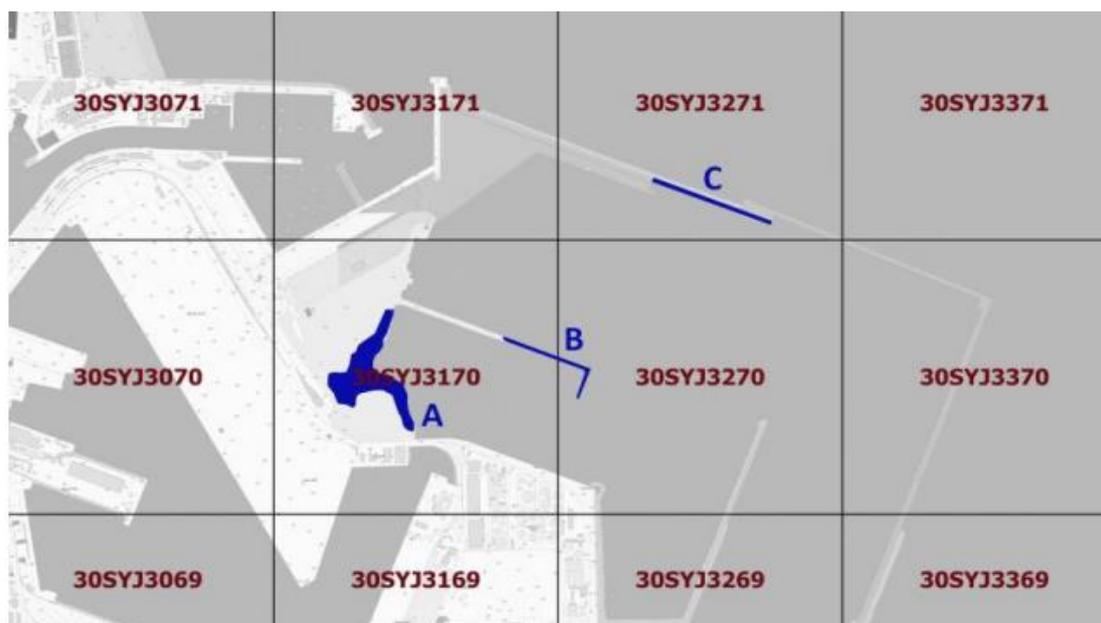


Figura 12. Ubicación de las colonias de aves marinas en el Puerto de Valencia durante el año 2020

Especial importancia tiene la identificación de las rutas seguidas por las aves. A modo de ejemplo se muestra en la Fig, 13, el total de movimientos de las pardelas cenicientas marcadas en la Isla Grossa (I. Columbretes) en el año 2012 (Informe de seguimiento de las aves marinas de la comunidad Valenciana (Generalitat Valenciana, 2012)

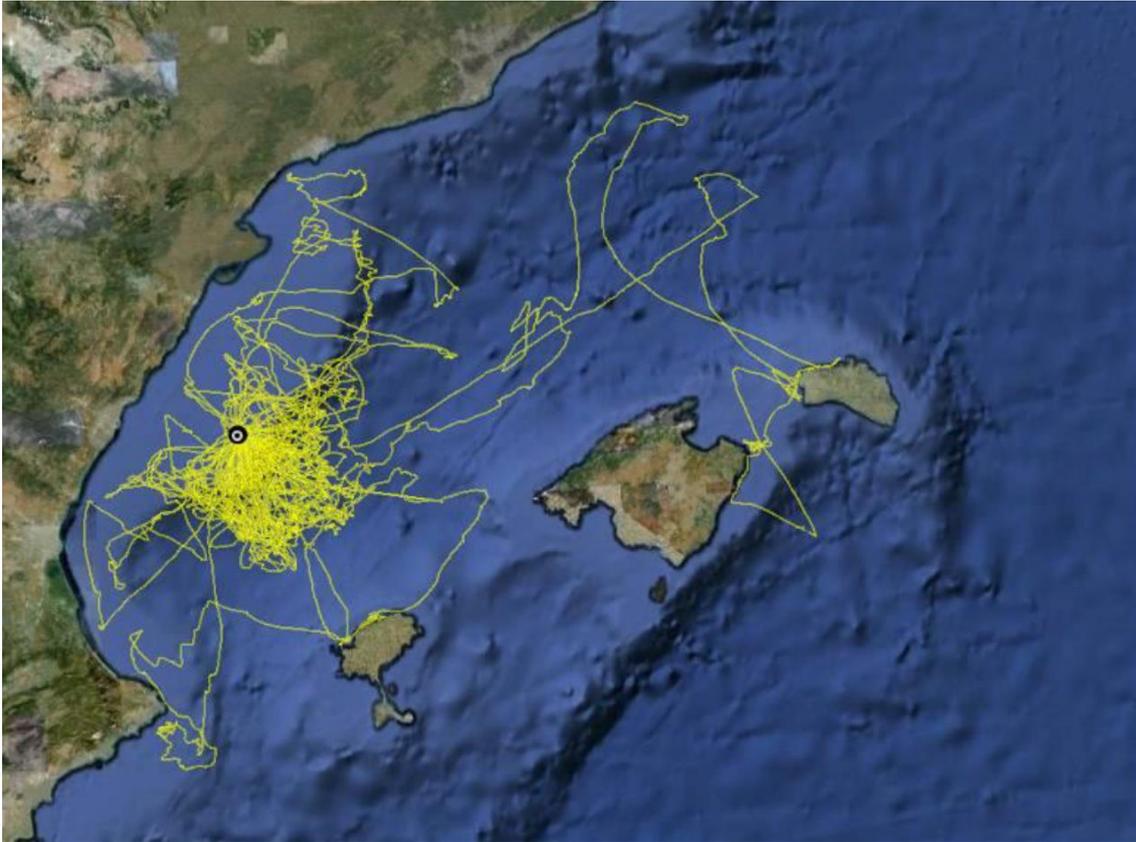


Figura 13. Movimientos totales de las pardelas cenicientas marcadas en la Isla Gorssa (fuente: Generalitat Valenciana 2012)

En el caso de una instalación eólica marina, otros de los organismos afectados serían los animales marinos. A modo de ejemplo, se muestra el corredor de migración de cetáceos en el Mediterráneo (ver Fig. 14)

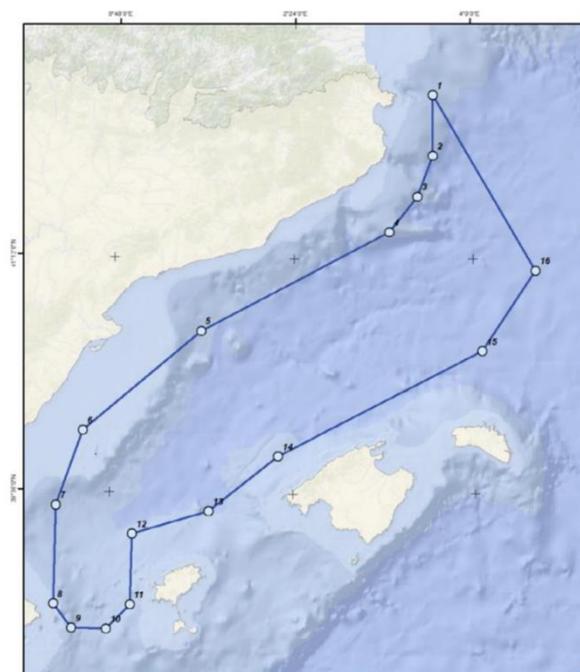


Figura 14 Espacio protegido: corredor de cetáceos (fuente: Real Decreto 699/2018)

Se incidan en la tabla 4 el registro de especies en el puerto de Valencia: (Asociación Idemar Belharra, s.f)

INVERTEBRADOS	VERTEBRADOS
Briozoos	Elasmobranquios
<i>Schizobrachiella sanguinea</i>	<i>Dasyatis pastinaca</i>
Cnidarios	<i>Gymnura altavela</i>
<i>Aglaophenia pluma</i>	Peces óseos
<i>Oculina patagonica</i>	<i>Balistes carolinensis</i>
<i>Pennaria disticha</i>	<i>Belone belone</i>
Anélidos	<i>Boops boops</i>
<i>Branchiomma bombyx</i>	<i>Chelidonichthys lucerna</i>
<i>Sabella spallanzanii</i>	<i>Conger conger</i>
Equinodermos	<i>Coris julis</i>
<i>Arbacia lixula</i>	<i>Dentex dentex</i>
<i>Cocinasterias tenuispina</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i>
<i>Ophiuroidea sp.</i>	<i>Diplodus annularis</i>
Moluscos	<i>Diplodus puntazzo</i>
<i>Antipella cristata</i>	<i>Diplodus sargus sargus</i>
<i>Aplysia punctata</i>	<i>Diplodus vulgaris</i>
<i>Cratena peregrina</i>	<i>Epeniphelus marginatus</i>
<i>Felimare picta</i>	<i>Gobius cruentatus</i>
<i>Felimida krohni</i>	<i>Gobius niger</i>
<i>Felimida luteorosea</i>	<i>Hippocampus hyppocampus</i>
<i>Felimida purpurea</i>	<i>Lichia amia</i>
<i>Flabellina affinis</i>	<i>Liza aurata</i>
<i>Mytilus sp.</i>	<i>Liza ramada</i>
<i>Octopus vulgaris</i>	<i>Muraena helena</i>
<i>Sepia officinalis</i>	<i>Mycteroperca rubra</i>
<i>Polycera quadrilineata</i>	<i>Oblada melanura</i>
Crustáceos	<i>Pagrus auriga</i>
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	<i>Pomatomus saltatrix</i>
<i>Palaemon elegans</i>	<i>Sarpa salpa</i>
Tunicados	<i>Scorpaena porcus</i>

<i>Clavelina lepadiformis</i>	<i>Serranus cabrilla</i>
<i>Styela plicata</i>	<i>Serranus hepatus</i>
	<i>Serranus scriba</i>
	<i>Sparus aurata</i>
	<i>Sphyraena sphyraena</i>
	<i>Sphyraena viridensis</i>
	<i>Symphodus tinca</i>
	<i>Syngnatus sp.</i>
	<i>Thalassoma pavo</i>
	<i>Trachurus sp.</i>

Tabla 4. Especies vertebrados e invertebrados presentes en el puerto de Valencia

4.2.5 Paisaje y su percepción

El puerto de Valencia presenta varios conflictos paisajísticos, al ser un elemento artificial, está provocando una fragmentación del paisaje de la zona costera. Las unidades paisajísticas consideradas como más influenciadas en la zona de estudio son:

- Zona Puerto
- Desembocadura río Turia
- Parque Natural de la Albufera
- Zona PlayaCasco Urbano

Recogiéndose en el Anexo 3 más información al respecto.

La tabla 5 muestra la valoración paisajística de las áreas consideradas.

	ZONA PUERTO	DESEMBOCADURA RÍO TURIA	LIC Y ZEPAL'ALBUFERA	ZONA PLAYA	CASCO URBANO
CALIDAD PAISAJÍSTICA	Medio	Alto	Muy alto	Alto	Alto
VALOR SOCIAL	Bajo	Alto	Muy alto	Muy alto	Alto
VISIBILIDAD	Bajo	Alto	Muy alto	Muy alto	Alto
VALOR PAISAJÍSTICO	Bajo	Alto	Muy alto	Muy alto	Alto

Tabla 5. Valoración paisajística

4.2.6 Influencia humana (población, arqueología, histórico, científico, etc)

La zona de estudio se encuentra influenciada por la ciudad de Valencia y su área metropolitana. Con una población de $2.6 \cdot 10^6$ habitantes empadronados en 2023 (INE, 2023), la población de los barrios más próximos al puerto de Valencia (ver Fig. 15) cuenta con poco más de $55 \cdot 10^3$ habitantes en 2021 (Ajuntament de València, 2021).

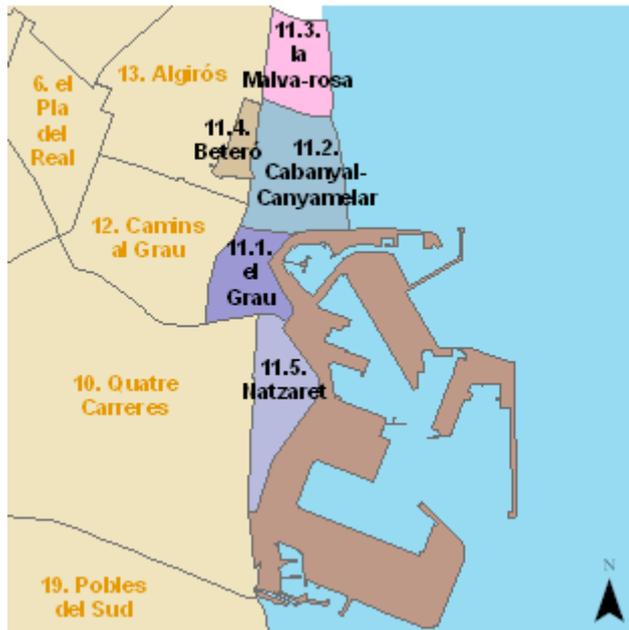


Figura 15 Localización de los barrios próximos al Puerto de Valencia (fuente: Ajuntament de València)

Respecto de los yacimientos arqueológicos, pecios y/o sitios históricos o ubicaciones específicas para la investigación, si bien Valencia tienen numerosos restos arqueológicos e históricos, no se tiene constancia de ningún elemento significativo en el entorno de la zona de ubicación de los aerogeneradores.

4.2.7 Riesgos: sismicidad, procesos erosivos, inundabilidad, etc.

Valencia se encuentra ubicada en una zona de sismicidad moderada según el mapa de sismicidad de la norma Sismoresistente (RD 637/2007). Los movimientos sísmicos que se han producido a lo largo de los años en la zona de estudio se muestran en la Fig. 16. (IDEV, s.f)

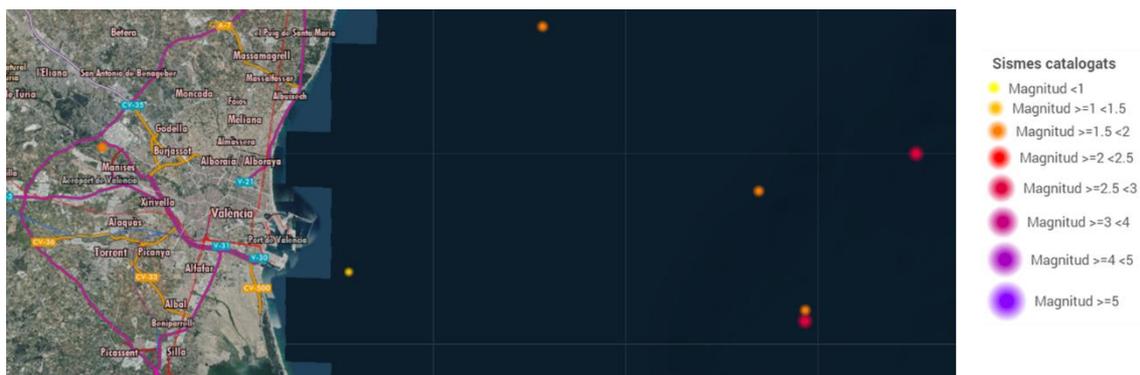


Figura 16. Sismología Valencia, (fuente: SISCOVA)

Podemos observar como en la zona terrestre no se ha producido ningún terremoto y en el mar, cerca del puerto se ha observado un terremoto de magnitud menor a 1 y el origen no está confirmado.

Los principales procesos erosivos se producen en la costa y son debidos a la antropización de la costa, altamente urbanizada y a la falta del aporte de sedimentos por parte de los principales ríos (también como consecuencia de la acción del hombre al provocar aprovechamientos hidráulicos). Asimismo, los obstáculos artificiales como los puertos, han provocado grandes cambios en la dinámica litoral, modificando los patrones erosivos en la costa.

Por último, las elevadas precipitaciones concentradas en el periodo septiembre-octubre, provocan avenidas de torrentes y algunos ríos susceptibles causar inundaciones en algunas zonas. Más relevante para la zona de estudio son los temporales marítimos y la marea meteorológica asociada que al superar la cota de inundación de las inexistentes dunas anegan las zonas marítimas de áreas de cultivo y poblaciones costeras.

4.3 Caracterización del recurso eólico

En el apartado “4.2.2 Climatología” se describen los regímenes de viento y las características generales en la zona de estudio. En este apartado se analizarán las características del viento como recurso eólico para la generación de energía mediante aerogeneradores. Para ello deberá tenerse en cuenta la altura a la que se desarrollará la transformación del recurso eólico, los rangos de velocidades aprovechables, así como las probabilidades traducibles a horas anuales de producción.

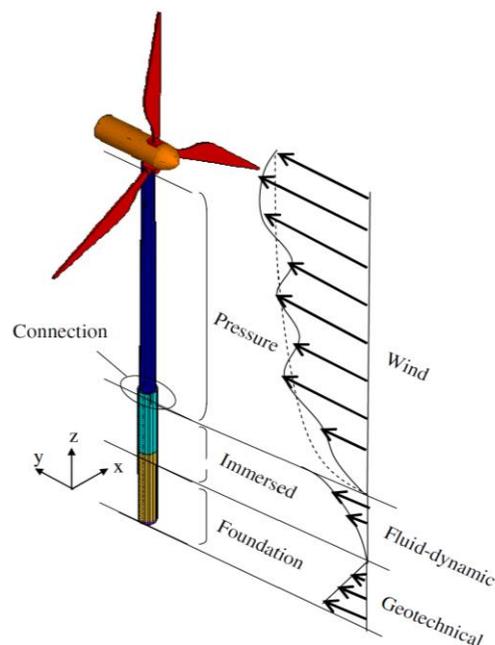


Figura 17. Distribución de velocidades y presiones en un aerogenerador.

La figura 17 muestra un esquema de un aerogenerador y la distribución de la velocidad de viento con la altura del mismo (la figura 6 muestra, asimismo la distribución de velocidades de viento con la altura en las proximidades del puerto de Valencia).

A partir del “Análisis del recurso. Atlas eólico de España” (IDAE, 2011), pueden analizarse a escala regional las condiciones del recurso eólico terrestre. En dicho documento se recomienda como nivel mínimo para una adecuada rentabilidad una densidad media anual de 250W/m^2 y 400W/m^2 para localizaciones terrestres y

marítimas, respectivamente. La fig. 18 muestra las velocidades medias anuales y las horas equivalentes anuales brutas a 80 m de altura.

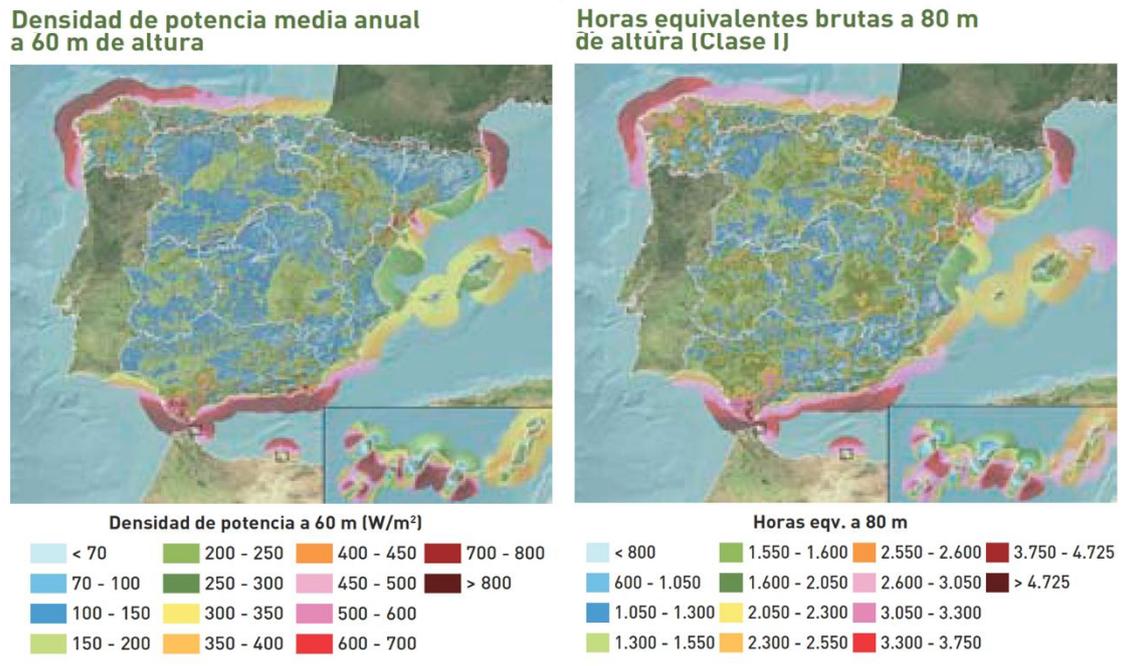


Figura 18. Densidad de potencia y horas equivalentes (fuente: Atlas eólico de España)

Por otra parte, analizando la información del punto sintético Simar frente al dique N del puerto de Valencia, y considerando que el rango de velocidades aprovechables por los aerogeneradores es de 3 a 25 m/s se estima que la probabilidad de producción energética es del 60% anual (ver Fig. 19).

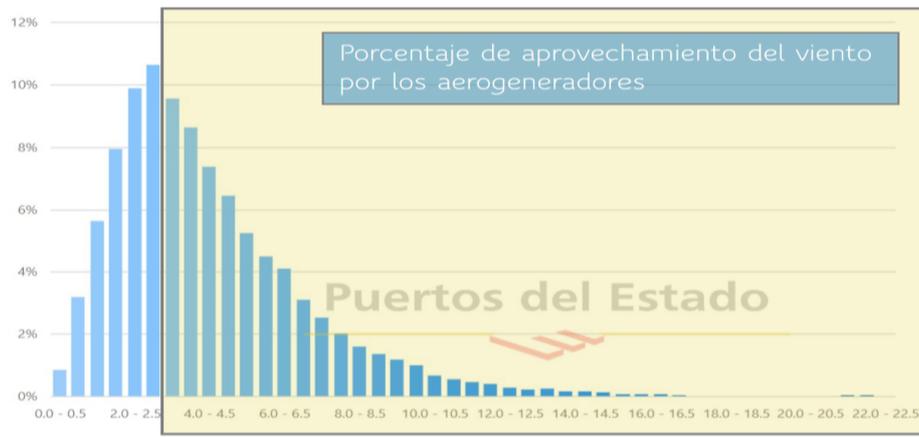


Figura 19. Histograma de velocidad media del viento (m/s en el punto SIMAR 622028053 en el periodo 202-2023 (fuente: Puertos del Estado)

Por otra parte, el mapa ibérico de alta resolución para el recurso eólico proporciona una velocidad media a 50 m de aproximadamente 5 m/s con una distribución horaria en el día medio suficientemente uniforme (ver Fig. 20)

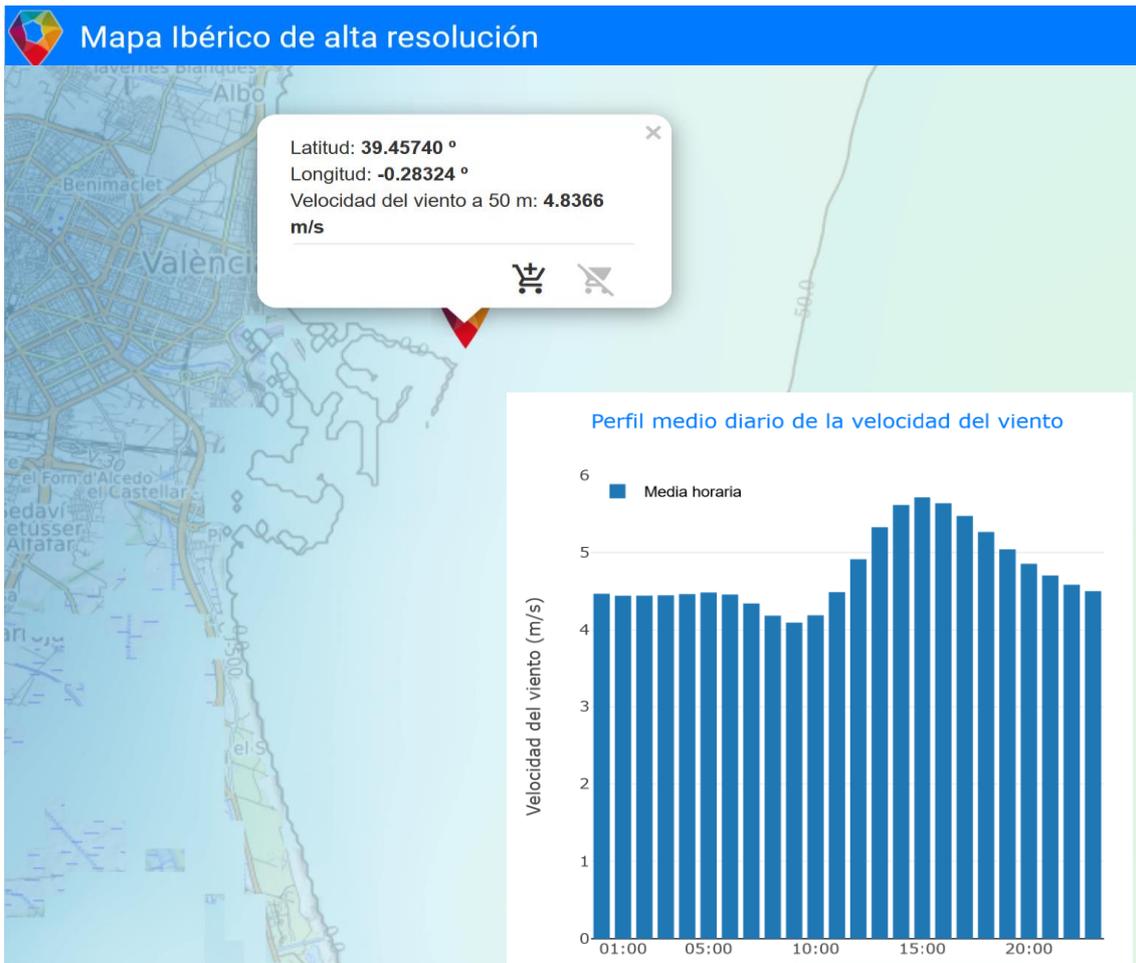


Figura 20. Mapa ibérico de alta resolución. Distribución horaria de velocidad de viento en el dique N del Puerto de Valencia (fuente: IDAE)

En resumen, puede concluirse que para el aprovechamiento eólico tanto del parque terrestre como el marino nos encontramos con vientos relativamente altos como para poder ser aprovechables por el parque eólico.

Los vientos de la zona son bastante irregulares, no presentan unas características específicas de cada estación. En marzo de 2022 había una media de vientos de 7,52 m/s y en marzo de 2023 4,60 m/s. En enero de 2022 había vientos de 3,95 m/s y en enero de 2023 5,16 m/s. Esto dificulta averiguar en que meses el parque eólico será más aprovechable.

Se debe tener en cuenta que depende de la estación del año en la que nos encontremos los vientos provienen de una zona u otra. Hoy en día los aerogeneradores tienen la capacidad de colocar la parte de las aspas en diferentes direcciones una vez implantados con lo que esto facilita el aprovechamiento eólico.

5 DDESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN TERRESTRE Y MARINA

En 2030 la capacidad de instalación anual de eólica marina podría superar a la eólica en tierra, y se estima que suministrará el 14% de la demanda de electricidad en EU.

Las instalaciones eólicas marinas presentan características diferenciadas ventajosas frente a las instalaciones en tierra. El recurso eólico existente en el mar es superior y más regular que en tierra firme, con lo que aumenta la generación eléctrica de los aerogeneradores con las mismas dimensiones. Además, la menor rugosidad superficial en el mar requiere una altura de torre menor si se compara con un aerogenerador terrestre.

En tierra, por limitaciones asociadas a la orografía y al transporte, se están consolidando potencias unitarias en el entorno de los 5 MW para los aerogeneradores, con una clara tendencia a aumentar el diámetro de rotor para un mejor aprovechamiento de los emplazamientos. En el mar, que presenta menores limitaciones a la hora de transportar los diferentes componentes de la instalación, los parques eólicos marinos más recientes utilizan aerogeneradores de potencias unitarias superiores a los 8 MW, desarrollándose prototipos de hasta 12 y 15 MW de potencia.

5.1 Operación y tipologías de aerogeneradores

La energía eólica terrestre y marina tiene como finalidad el movimiento de las masas de aire. Ésta es la fuente de energía y se dispone a nivel mundial y que, al igual que la mayoría de las fuentes de energía renovables, proviene del sol, ya que, son las diferencias de temperatura entre las distintas zonas geográficas de la Tierra y sus consecuentes diferenciales de presión, las causas que generan la circulación de aire.

Los componentes responsables de que funcione un aerogenerador terrestre son las turbinas, cables de conducción, sistema de toma de tierra, caja de control/batería, fuente de energía auxiliar, acumuladores y transporte a red eléctrica. Dentro de la góndola de un aerogenerador diferenciamos las siguientes partes: buje, palas, eje de baja velocidad, multiplicador, torre, eje de alta velocidad, chasis de la góndola, anemómetro, controlador eléctrico, unidad de refrigeración y generador de corriente.

Los aerogeneradores, o aeroturbinas, se clasifican en dos grandes bloques, según sean de eje horizontal o vertical. Dentro del primer grupo se distinguen los de ejes paralelos a la dirección del viento de los perpendiculares, que son los más utilizados actualmente.

El rotor, cuando el viento incide sobre las palas, éste provoca su movimiento rotacional, que se transfiere al buje. Éste, está acoplado al eje de baja velocidad del aerogenerador, transmitiéndole la potencia del movimiento.

El movimiento del eje de baja velocidad es amplificado mediante la caja de engranajes, o multiplicador, que aumenta la velocidad de rotación del rotor unas 50 veces, para que la velocidad de rotación que recibe el generador, a través del correspondiente eje, sea de unas 1500 r.p.m. En el generador se convierte la energía mecánica en energía eléctrica. Su potencia varía en función de las características técnicas del aerogenerador en cuestión. Los demás componentes se consideran complementarios.

El anemómetro y la veleta son instrumentos de medición del viento, necesarios para la monitorización y orientación que lleva a cabo el controlador del aerogenerador. De este modo, el controlador electrónico conecta el aerogenerador cuando el viento alcanza aproximadamente 5 minutos, y lo parará cuando esta velocidad exceda la velocidad nominal máxima (ver tabla 5), con el fin de proteger a la turbina y sus alrededores. Las señales de la veleta son utilizadas por el controlador electrónico para girar el aerogenerador en contra del viento, utilizando el mecanismo de orientación.

Power plant*	Rated power (kW)	Rotor diameter (m)	Rotor speed (rpm)	Weight (nacelle+rotor) (t)	Wind speed (m/s)		
					Cut-in	Cut-out	Rated
REpower [®] 5M	5,000	126.0	6.9 – 12.1	290+120	3.5	30.0	13.0
GE Wind [®] 3.6MW	3,600	104.0	8,5 – 15,3	290	3.5	27.0	14.0
VESTAS [®] V90	3,000	90.0	8.6- 18.4	70+41	4.0	25.0	15.0

* www.repower.de, www.gewindenergy.com, www.vestas.com

Tabla 5. Principales características de los aerogeneradores marinos

El eje de alta velocidad está equipado con un freno de disco mecánico de emergencia, utilizado en caso de fallo del freno aerodinámico, o durante las labores de mantenimiento de la turbina.

La función de la torre es soportar la góndola y el rotor, y se sustenta en el terreno a través de una zapata de cimentación. La altura de la torre está relacionada con la cantidad de energía generada por el aerogenerador.

Posteriormente un transformador aumentará la tensión eléctrica para ser transportada a la red eléctrica.

Un proyecto eólico puede estar constituido de uno o varios aerogeneradores, si se trata de pequeños sistemas, o de muchos de ellos, para sistemas de gran potencia. Este segundo caso, que viene siendo el más habitual, el aprovechamiento del recurso eólico se realiza mediante conexión a red eléctrica de las aeroturbinas de gran potencia, constituyendo lo que conocemos como parque eólico.

En la parte del diseño de un parque eólico, los aerogeneradores deben ser colocados de manera óptima y en función de diversas variables, como la ubicación de la infraestructura existente, la viabilidad económica, los impactos paisajístico-ambientales y la producción de energía. (Adurcal, s.f)

Los aerogeneradores funcionan del mismo modo que los de tierra, pero estos han sido adaptados al medio marino. Las turbinas son más robustas para soportar la corrosión, por estar sometidos a un entorno de salinidad, humedad y condiciones climatológicas más adversas. La corrosión no solo afecta a la parte exterior de la torre, sino también a su interior y a la estructura de soporte. Por ello, la plataforma y la torre están equipadas con sistemas de regulación de control de humedad y temperatura para mitigar el riesgo de corrosión interna.

Además de esta, la principal diferencia entre la eólica terrestre y la eólica marina es la naturaleza de la estructura de soporte que eleva los aerogeneradores sobre el nivel del mar, en función de la profundidad. Se distinguen actualmente dos tipologías principales de tecnologías de eólica marina, las basadas en estructuras montadas sobre cimentaciones fijas y las basadas en estructuras flotantes ancladas al fondo marino mediante cables o cadenas. La diferencia principal radica en la forma en que el aerogenerador es fijado al fondo marino, pero también en las técnicas de instalación y montaje y en la disponibilidad de áreas adecuadas para una u otra tipología en función de la profundidad.

- **Aerogeneradores marinos con cimentación fija**

Las estructuras de apoyo con cimentación fija (bottom fixed) son estructuras montadas sobre el suelo marino y son clasificadas en función de la profundidad a la que se vaya a instalar:

- Monopilote: solución aplicada para bajas profundidades, ubicadas por debajo de los 15 metros de profundidad.
- De apoyo por gravedad: utilizado en profundidades comprendidas entre 15 y hasta 60 metros en las soluciones en desarrollo tecnológico.
- Jackets o trípode: a partir de los 30 metros de profundidad se requieren estructuras de soporte y sujeción más complejas.

La subestación eléctrica es el elemento clave para la transmisión de energía eléctrica submarina que por las condiciones ambientales se construye en una estructura interior en plataformas ancladas al fondo marino, aunque si la distancia es inferior a 5 km puede no precisar de subestación.

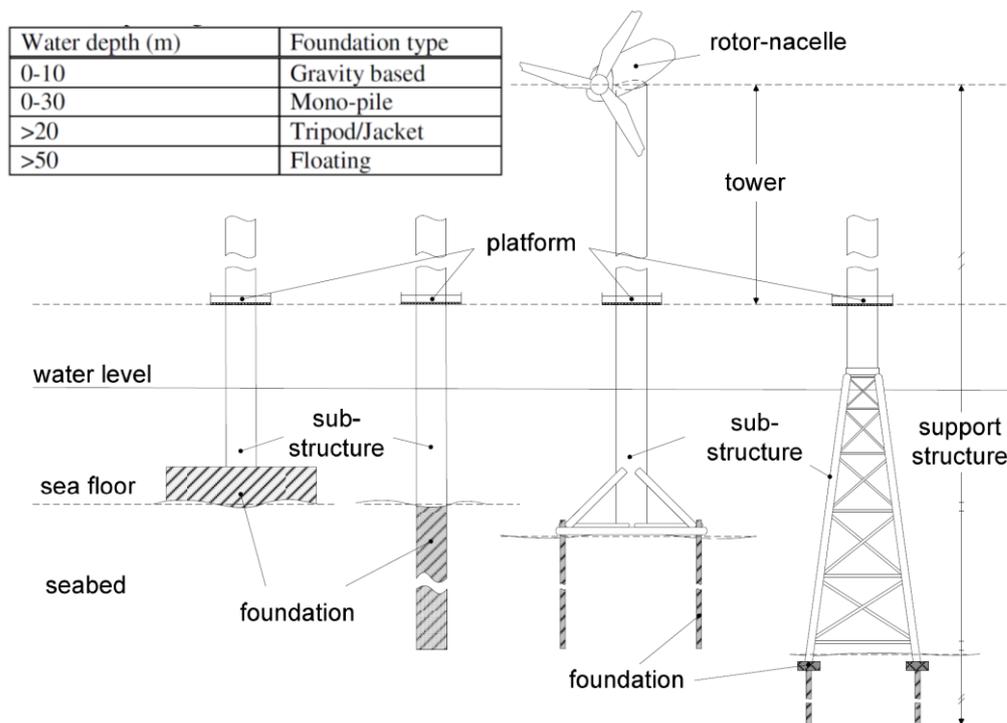


Figura 21. Tipologías de cimentación de un aerogenerador marino en función de la profundidad

- Aerogeneradores marinos sobre plataforma flotante

Las estructuras flotantes ofrecen oportunidades decisivas para la industria eólica marina y abren la puerta a nuevos emplazamientos más alejados de la costa.

En la actualidad hay tres soluciones flotantes, están clasificadas como:

- Monopilar flotante o "spar": boya flotante cilíndrica amarrada por cables o cadenas al fondo marino.
- Plataforma semi-sumergible: anclada al fondo marino basada en la experiencia de la industria del gas y del petróleo.

- Plataforma de apoyo en tensión (TLP, 'Tension-Leg Platform"): estructura flotante amarrada verticalmente mediante cables tensionados para instalar aerogeneradores en entornos marinos de alta profundidad. (MITECO, 2021)

6. EVALUACION DE UN PARQUE EÓLICO PARA LA GENERACION DE 20 Mw EN EL ENTORNO DEL PUERTO DE VALENCIA

La aplicación práctica para la evaluación ambiental preliminar de un parque de aerogeneradores tiene como base la propuesta de la autoridad portuaria de Valencia en su Plan Estratégico 2030 de alcanzar el objetivo de "emisiones netas cero" en el 2030. Como una de las acciones encaminadas a lograr dicho objetivo licitó en 2019 la redacción de un anteproyecto para la instalación de aerogeneradores en la zona de la ampliación N del puerto de Valencia, más concretamente en el dique N.

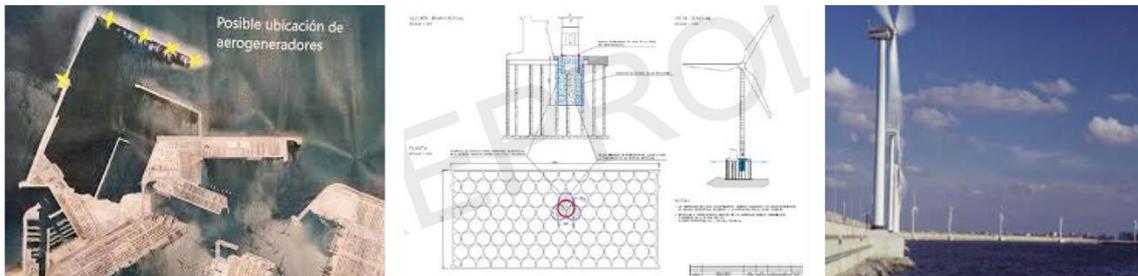


Figura 22. Propuesta de parque eólico en el dique N del puerto de Valencia (fuente: Valenciaport)

El objetivo planteado por la autoridad portuaria es el autoabastecimiento, con lo que no serían necesarias conexiones a red. Además, por la distancia a cualquier punto del puerto tampoco (inferior a 5 km) tampoco se prevé necesidad de subestación para el transporte de la energía.

6.1 instalación terrestre o marina

Las instalaciones eólicas marinas presentan características diferenciadas ventajosas frente a las instalaciones en tierra. El recurso eólico existente en el mar es superior y más regular que en tierra firme, con lo que aumenta la generación eléctrica de los aerogeneradores con las mismas dimensiones. Además, la menor rugosidad superficial en el mar requiere una altura de torre menor si se compara con un aerogenerador terrestre.

Por lo tanto, en el presente trabajo se plantea la alternativa de considerar la ubicación en la mar próxima a la ubicación original y a una distancia inferior a los 5 km de manera que no requiera, asimismo, de subestación para el transporte de la energía desde el aerogenerador a la subestación en tierra.

En el caso de la instalación terrestre se ubicará sobre el dique N debiendo adaptar éste para incorporar la cimentación de soporte de la torre pudiendo albergar la subestación de transformación a pie de las torres sobre el dique.

En el caso de la instalación marina, en primer lugar debe definirse una ubicación posible. La selección de la ubicación dependerá, a igualdad de recurso eólico, de las interferencias con los ecosistemas y fauna marinos, las rutas de los buques, la capacidad portante del terreno para albergar la cimentación y los esfuerzos del oleaje y viento a resistir por la estructura.

En el apartado 4.2.2 Medio físico y 4.2.4 Biológicos se muestra la topografía, rutas de entrada a puerto y fondeos exteriores, naturaleza de los fondos, ecosistemas marinos y oleajes. En base a dicha información, y evitando las interferencias con usos y evitando riesgos a los agentes biológicos, se propone una ubicación de la alternativa marítima directamente frente al dique N, en un área en la que no se produce alteración de la flora marina, a una profundidad de entre 25 y 40 metros, por lo que es apta para tanto para instalar aerogeneradores de cimentación fija como flotantes.

En los posteriores capítulos se analizarán comparativamente las ventajas e inconvenientes de estas instalaciones. Si bien las instalaciones marinas suelen ser de mayor capacidad, para realizar la comparación se supone que son idénticas respecto a la producción. Esta situación producirá una menor rentabilidad dado el mayor coste inicial y de mantenimiento de la instalación marina.

6.2 Estimación de la energía producida

6.2.1 Energía marítima producida

La energía marítima producida depende del tamaño del aerogenerador y de la cantidad de aerogeneradores que se instalen en el parque.

Actualmente existen 3 tamaños de aerogeneradores que consiguen una potencia de 1'6 MW, 3 MW y 5'5 MW, con un diámetro de turbinas de 43'73 metros, 94'43 y 148 metros respectivamente.

En un futuro se espera conseguir la implantación de turbinas que generen hasta 15-20 MW.

Según el estudio "Hoja de ruta Eólica marina y energías del mar en España", en los parques eólicos marinos comerciales en servicio se ha acumulado una cifra de 29 GW de potencia eólica marina en operación a finales del 2019. (MITECO, 2021)

6.2.2 Energía terrestre producida

Tomando como ejemplo el artículo sobre aerogeneradores de ACCIONA, con el modelo de aerogenerador AW3000, siendo todos los aerogeneradores similares a este, nos dicen que se trabaja con dos potencias nominales: 1500 Kw Y 3000 Kw.

Este aerogenerador que funcione durante unas 2500 horas al año producirá 7500 MWh de electricidad, potencial eólico considerado como medio.

6.2.3 Pérdidas de energía producidas en el medio marino y terrestre

Los aerogeneradores actualmente obtienen entre un 75% a un 80% del límite de Betz.

La ley de Betz indica la potencia máxima que se puede extraer del viento, independientemente del diseño de un aerogenerador. Esta ley muestra que a medida que el aire fluye a través de un área determinada y que la velocidad del viento disminuye desde la pérdida de energía hasta la extracción de una turbina, el flujo de aire debe distribuirse a un área más amplia. Como resultado, la geometría limita la eficiencia de cualquier turbina a un máximo de 59,3%.

Uno de los factores que más influye en que no se alcance el 100% es la rugosidad del suelo. Dicha rugosidad se ve influida por la presencia de vegetación o edificaciones en el suelo, que disminuyen la velocidad del viento y aumentan las turbulencias del aire.

Por ello, una mayor altura del rotor y la instalación en el mar contribuyen a un mejor aprovechamiento de la energía del aire.

La universidad de A Coruña ha hecho un estudio donde tratan las pérdidas de potencia y caídas de tensión en el cableado desde un parque offshore hasta tierra. Para que las pérdidas de transporte no sean elevadas, la conexión a tierra requerirá de tensiones mayores a 30 Kv. Por lo tanto el parque requerirá de la existencia de una subestación transformadora en mar, que será de características 220/30 kV. La distancia a tierra desde la subestación offshore es de 10,84 km y la distancia desde la caja de interconexión con el cable submarino hasta la subestación "Puerto de Santa María son 8,8 km. Las pérdidas de potencia son las siguientes:

- Tramo 30 kV: pérdidas de 533,7 kW
- Tramo submarino 220 kV: 104,52 kW
- Tramo subterráneo 220 kV: 117,81 kW
- Total: 756,112 kW
- % pérdidas: 1,050 %

Con este estudio podemos conocer que, adecuando el cableado correctamente, las pérdidas de energía rondan al 1%. Sin embargo, se deben de tener en cuenta otras pérdidas como las correspondientes a las pérdidas en los transformadores u otro dispositivo eléctrico del parque eólico. Teniendo esto en cuenta, las pérdidas eléctricas se elevan hasta un 3%. (Universidade Da Coruña, 2015)

6.3. Costes de implantación y mantenimiento

6.3.1 Parque eólico terrestre

El plan estratégico sobre el impacto del empleo local y cadena de valor industrial en proyectos eólicos ha realizado un estudio donde dice que los costes por el desarrollo de estudios previos, ingeniería, tasas, etc. Se estima en 3000 €/MW. Por lo que para un parque eólico de 35 MW el coste de las labores previas será aproximadamente de 105.000 euros.

El total de la inversión para un parque de 35 MW basado en la escalabilidad de uno de 50 MW, siendo susceptible de reducir costes debido a la economía de escala, es aproximadamente de 20 millones de euros por parque. En este precio se han incluido el coste de aerogeneradores, la red de conexiones, cánones, licencias y seguros, pago de los DD, correcta gestión de los residuos, supervisión de los trabajos por ingeniería de la propiedad, obra civil, etc.

Los costes de la fase de operación y mantenimiento son de aproximadamente 1.250.000 euros. (Elawan energy, altran, 2021)

6.3.2 Parque eólico marino

Según la tesis doctoral "metodología para la evaluación económica de parques eólicos offshore flotantes a través del análisis del coste de las fases de su ciclo de vida" el coste sobre el total dependerá del modelo de plataforma elegida, así como de la geografía.

El coste de la concepción/definición y del diseño/desarrollo son iguales para cualquiera de los modelos de plataforma: 6,79 millones de euros el más caro y 0,24 millones de euros el valor mínimo. El coste de fabricación menor lo presenta la plataforma semisumergible con 215,38 M€, frente a los 235,45 M€ de la TLP y los 235,80 M€ de la

spar. El coste de mantenimiento será aproximadamente igual para todos los modelos de plataforma: 108 M€. Sin embargo, el coste de la última fase, la de desmantelamiento, presenta valores muy bajos para la semisumergible.

Estos datos se han obtenido para la costa de Galicia. Se han tenido en cuenta dos puertos y dos astilleros, un astillero en la ría de Ferrol y el puerto exterior de Ferrol y la segunda en el astillero ubicado en la ría de Vigo y en el puerto Guixar en Vigo. Costa de 29 turbinas, de 18 megavatios cada una. (Universidade Da Coruña, 2013)



Figura 23. Comparativa de costes con la mínima inversión inicial (izquierda) y la máxima (derecha)

Como se pueden observar en las gráficas, el coste de la implantación del parque eólico marino es mucho más elevado que el terrestre. El mantenimiento, además se verá agravado por la mayor corrosión de los elementos de los aerogeneradores marinos por estar más directamente en contacto con el agua del mar (ver composición del agua marina en el apartado “4.2.3 Agua”).

Aunque existan diferencias en la superficie del parque y la potencia, los aerogeneradores terrestres tienen más potencia y suelen abarcar mayores zonas, la implantación del parque eólico marino dada a las condiciones en las que se encuentran y los pocos recursos existentes hacen que su coste se encarezca considerablemente.

6.4. Evaluación ambiental preliminar

A la vista de la caracterización de la zona y del recurso, los principales impactos se producirán por la interferencia con los usos, las aves y especies marinas, producción de ruido y afección al paisaje. La evaluación será idéntica para la instalación terrestre y marina excepto en la afección al ecosistema y fauna marina.

Por otra parte, la proximidad al parque natural de La Albufera debe tener una especial consideración por la fragilidad del medio, su flora y fauna.

6.4.1 Espacio natural protegido de La Albufera

Al sur del puerto de Valencia se encuentra el espacio “L’Albufera”, incluido en la Red Natura 2000, catalogado como lugar de importancia comunitaria (LIC) y zona de especial protección para las aves (ZEPA). Se trata de una laguna litoral de unas 2000 hectáreas de superficie, rodeada por campos de arroz.

La resolución de 30 de julio de 2007, de la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático, por la que se formula declaración de impacto

ambiental del proyecto “Ampliación del puerto de Valencia” afirma que el límite norte del LIC “L´Albufera” en su parte marina está a unos 3400 metros al sur del Puerto de Valencia, por lo que el estudio de impacto ambiental concluye que se encuentra a una distancia suficiente como para no verse afectado de forma directa, por lo que nos encontraríamos en la misma situación para la instalación del parque de aerogeneradores en el dique Norte y en el mar.

Respecto a la fase de obras, al igual que en el proyecto de ampliación del puerto de Valencia, los posibles efectos negativos se centran en el incremento de la turbidez de las aguas con motivo de la puesta en suspensión de materiales finos en las labores de dragados y rellenos. Según el EIA que se realizó, este LIC no se ve afectado incluso para la situación más desfavorable.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que en el parque natural de La Albufera se encuentran aves las cuales se ha visto que algunas especies nidifican en la zona del dique Norte. La colocación de los aerogeneradores en esta zona implicaría la muerte por colisión de muchas aves e incluso el cambio de hábitat de estas, al no ser una zona segura por los ruidos e infraestructuras generadas. En la zona marítima, se han identificado varias rutas de aves y en ninguna de ellas se ha visto que pasen por el puerto de Valencia, aún así realizar un control y seguimiento de las mismas para observar si pudieran sufrir cualquier tipo de impacto, en el PVA ponemos encontrar actuaciones más específicas.

6.4.2 Corredores biológicos

En la zona del puerto de Valencia no se encuentran corredores biológicos, por lo que sería posible la instalación del parque eólico.

Un corredor biológico importante se ha realizado en Gandía, entre los distritos de Beniopa y el Grau, pero no nos afectaría a la zona de estudio.

6.4.3 Pesca

En el puerto de Valencia se encuentran varias zonas habilitadas para la pesca: muelle de la Xità (Puerto de Valencia) en el brazo sur del muelle, Pinedo (Desembocadura del río Turia) el pinedo Norte que limita con el real club náutico de Valencia y el pinedo Sur, La Marina de Valencia y el Dique del Este (puerto de Valencia). (Acotados, s.f)

Ninguna de estas ubicaciones afectaría a la instalación del parque eólico, tanto en el mar como en el dique Norte ya que es pesca desde la tierra y no utilizan ni movilizan barcos para esta actividad.

6.4.4 Población

Un impacto que se tiene en cuenta a la hora de poner el parque eólico en la zona de la costa es el rechazo por parte de los habitantes, ya que se piensa que habrá un impacto paisajístico grande, por ejemplo, que los molinos afecten al turismo, no querer implantar el parque en las playas por el empobrecimiento de las vistas, etc.

Según la Red Eléctrica de España (REE) un hogar español tiene un gasto eléctrico de unos 270 kWh/mes y unos 3272 kWh/año.

El consumo anual por persona depende de muchos factores, uno de ellos es el termo. Si se tiene termo de gas natural 1 persona consume 1261 kWh/año y si tiene termo eléctrico se consumen 2061 kWh/año. (Tarifaluzhora, 2022)

La suma de todos los consumos de los hogares hace que se necesite fabricar mucha energía, y por ello seguir generando gran cantidad de contaminación. La implantación del parque eólico ayudaría a conseguir una energía más limpia.

6.4.5 Identificación de impactos

6.4.5.1 Medio inerte

- Ruido

En la etapa de construcción es muy importante el ruido producido ya que hay aves nidificantes en la zona. En esta etapa se va a producir ruido a causa de la maquinaria que se necesita para la instalación, por lo que se hará la construcción en la temporada que no nidifiquen las aves (finales de marzo a julio). El nivel de ruido es bastante intenso en la actividad portuaria en el puerto (ver Fig. 24).



Figura 24. Mapa promedio de ruido generado en el puerto de Valencia. (fuente: Valenciaport)

En ningún caso se superan en la zona urbana contigua los límites diurnos y nocturnos de 65 y 50 dB(A) regulados por el RD1367/1007.

De acuerdo con los estándares internacionales, los niveles teóricos de ruido producido por aerogeneradores suelen estar comprendidos entre los 96 y los 101 dB(A).

Esto quiere decir que a distancias superiores a 300 m, el nivel de ruido teórico máximo de los aerogeneradores de alta calidad estará generalmente muy por debajo de los 45 dB(A) al aire libre.

Teniendo en cuenta que los niveles de emisión de ruido durante el día deben ser inferiores a 65 dB, y durante la noche a 55 dB, se puede decir que la distancia a la que los ruidos emitidos por estas estaciones estarán dentro de lo aceptable, dado la

distancia mínima propuesta por el Plan a los núcleos urbanos más cercanos será superior, se puede estimar el impacto como COMPATIBLE.

No obstante, sin perjuicio de las medidas propuestas para evitar o minimizar las molestias por ruidos, los aerogeneradores a instalar se ajustarán a los niveles de ruido permitidos por la legislación vigente.

- Emisiones contaminantes

La energía eólica no emite contaminantes, pero en la etapa de construcción dado al uso de camiones para transportar los materiales se emite CO₂ y contaminantes derivados de la quema de combustible. Al ser un caso puntual y no requerir largos y continuos desplazamientos de los vehículos no se considera un problema relevante.

- Movimiento del aire

Cuando el parque eólico se ponga en funcionamiento, las palas de los aerogeneradores provocan corrientes de aire que podrán ser perjudiciales para alguna especie de ave si se encuentra cerca del giro de dichas palas.

6.4.5.2 Medio biótico

- Aves

En la etapa de explotación/funcionamiento del parque supone más problemas para las aves. Las aspas de los aerogeneradores suponen un peligro para ellas, ya que pueden colisionar o provocar cambios en sus rutas, por el hecho que suponen una barrera en su trayectoria. Además, el ruido provocado por el funcionamiento de los aerogeneradores puede aturdir las aves al intentar esquivar esta zona. Las especies que pueden verse afectadas son principalmente las que anidan junto al dique N y en el recinto portuario, si bien no se constata ninguna ruta migratoria en las proximidades de la ubicación de la instalación según los informes de movimientos de aves analizados en el apartado “4.2.4 Biológicos: espacios protegidos, flora y fauna.”

- Especies marinas y cetáceos

Según el mapa migratorio en Mediterráneo de cetáceos (ver apartado “4.2.4 Biológicos: espacios protegidos, flora y fauna”) la ubicación marina de los aerogeneradores no interfiere con las rutas de cetáceos.

Por otra parte, es habitual que los elementos fijos al fondo marino sean focos de atracción por sus características de resguardo frente al oleaje y otros depredadores para numerosos organismos acuáticos con lo que el efecto puede considerarse favorable.

- Vegetación

En la zona de instalación del parque, al encontrarse en el dique Norte, no se presenta ningún tipo de vegetación, por lo que no supondría un problema. En el caso de la instalación marina, la elección de la ubicación no representa ningún problema para el ecosistema marino.

6.4.5.3 Medio socioeconómico

- Paisaje

El paisaje es el elemento del medio que plantea mayores dificultades a la hora de su definición y valoración, al tratar con parámetros poco objetivables. Para abordar el estudio del paisaje, se debe realizar primeramente el estudio de los demás elementos del medio, ya que el paisaje no es más que la impresión producida por la interacción de éstos.

Dentro de la infraestructura portuaria existente, los efectos directos sobre el paisaje serán limitados y en gran medida reversibles al final de la vida operativa de la turbina eólica. Generalmente, el sitio del puerto en sí es un área de paisaje ampliamente modificado y se vería en conjunto con numerosos desarrollos industriales y elementos verticales existentes. Si el puerto estuviera ubicado cerca de un área de paisaje sensible, se requeriría una evaluación adicional. Se analizarán al menos los aspectos de:

- Visibilidad desde los núcleos de población y vías de comunicación más frecuentadas tanto del parque eólico (aerogeneradores) como de las actividades complementarias (líneas eléctricas y accesos).
- Calidad paisajística de las áreas directamente afectadas, del entorno inmediato y del fondo escénico.
- Fragilidad del paisaje es decir la capacidad para absorber los cambios que se produzcan en él.

En el apartado 4,2,5 se analiza el paisaje en la zona de estudio sin la inclusión del parque de aerogeneradores. La incorporación del parque de aerogeneradores modifica la cuenca visual en un entorno ya de por sí con escala calidad. La visibilidad de un aerogenerador de 60 m de altura respecto del nivel del mar se hace inapreciable a una distancia de unos 10 km (ver Fig. 25).



Figura 25. Efecto visual de los aerogeneradores.

En el Anexo III podemos encontrar un estudio del paisaje más detallado sobre los impactos paisajísticos que supondría la implantación del parque eólico en el puerto de Valencia.

- Contaminación lumínica

Los aerogeneradores tienen unas señales luminosas en lo alto para señalar su presencia tanto a aviones como barcos. Este aspecto si podría considerarse un impacto ya que por la noche sería visible para las personas y animales.

- Pesca

El puerto de Valencia tiene un Club pesquero. No coincide ningún punto donde realizan pesca con la ubicación del parque eólico por lo que no supondría un problema su implantación.

- Turismo

Al ser una zona de trabajo no supondría un impacto para el turismo. Al contrario, podría suponer un aliciente para el turismo de la zona.

- Empleo

Se generaría empleo tanto en la construcción del parque eólico como en el mantenimiento de este, necesitando personal encargado para ello un largo período de tiempo.

6.4.5.4 Matriz de impactos

La tabla 6 resume los impactos analizados asociados a cada variable.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN		Acondicionamiento del terreno para instalación de los cables submarinos	Transporte de aerogeneradores al puerto y construcción de plataformas en el astillero	Transporte de las plataformas y los aerogeneradores a la ubicación específica	Sistema de sujeción al lecho marino mediante muros de hormigón	Instalación de subestación eléctrica, conexión entre aerogeneradores y conexión a tierra del cable de alta tensión	Operación de los aerogeneradores	Supervisión y mantenimiento del parque	Desmontaje de los aerogeneradores, plataformas y subestación eléctrica	Desmantelamiento del cableado eléctrico	Rehabilitación de la zona
		AGUA	Calidad	X		X	X	X		X	X
	Turbidez	X		X	X	X					
FONDO MARINO	Topografía	X							X	X	X
	Algas e invertebrados	X			X				X	X	X
FAUNA	Peces	X	X	X	X	X		X	X	X	X
	Aves						X	X			X
	Anfibios				X				X	X	X
	Mamíferos	X		X	X	X		X	X	X	X
AIRE	Calidad			X					X	X	X
	Ruido		X	X		X	X		X	X	X
IMPACTO VISUAL	Diurno			X		X	X		X	X	X
	Nocturno			X		X	X				X
FACTOR HUMANO	Navegación	X		X	X	X	X	X	X	X	
	Pesca			X	X	X	X	X			X

Tabla 6. Matriz de impactos.

6.4.6 Valoración de impactos

6.4.6.1 Valoración de los impactos en el medio terrestre y marino

Las tablas 7 y 8 muestran, respectivamente los valores de cálculo de impacto empleados y la matriz de valoración de impactos.

Persistencia en el tiempo	Temporal	1
	Permanente	3
Impacto	Leve	1
	Media	2
	Fuerte	3

Tabla 7. Valores cálculo del impacto

	Impacto terrestre	Impacto marino
--	-------------------	----------------

Impacto sobre la vegetación natural	Persistencia en el tiempo	Impacto	Persistencia en el tiempo	Impacto
Impacto sobre la fauna local en la ejecución de obras	3	3	3	2
Impacto sobre la fauna local por el funcionamiento del parque eólico	3	3	3	2
Impacto sobre la fauna local en el desmantelamiento	3	3	3	2
Impacto sobre la vegetación local en la ejecución de obras	3	1	3	2
Impacto sobre la vegetación por el funcionamiento del parque eólico	3	1	3	2
Impacto sobre la vegetación en el desmantelamiento	3	1	3	2
Impacto sobre el paisaje en la ejecución de las obras	3	2	3	1
Impacto sobre el paisaje por el funcionamiento del parque eólico	3	2	3	1
Impacto sobre el paisaje en el desmantelamiento	3	2	3	1

Tabla 8. Matriz de evaluación impactos parque eólico terrestre y marino

6.4.6.2 Balance general

En la matriz de evaluación podemos observar el impacto del parque situado en el dique Norte y en el mar. Es relevante los daños durante el funcionamiento del parque producidos tanto a las aves como a la vegetación marina. En la zona marina antes de la implantación se buscará una ubicación donde no estén presentes las comunidades de algas y la posidonia oceánica por lo que no sufrirán alteraciones en el medio y, por lo tanto, la fauna marina que vive en estas comunidades no se verán afectadas.

En el dique norte no se encuentran presentes aves que nidifican en esta zona. En cambio, en el medio marino, no se han observado rutas migratorias que coincidan por esta zona. Con los datos recabados podemos afirmar que la implantación del parque eólico en el mar generaría menor daño al ecosistema que el terrestre, dado que en este último se encuentran presentes aves que nidifican en la zona.

6.4.7 Medidas preventivas

6.4.7.1 Lecho marino

Para conseguir que el impacto en el lecho marino sea lo menor posible se pueden tomar medidas a la hora de la implantación del parque eólico marino.

A la hora de realizar voladuras, hacer solamente las necesarias y sin más cantidad de pólvora que la que se necesita. En los procesos de dragado hacerlo en las zonas

delimitadas y espaciándolas para que los sedimentos se posen de nuevo. También la utilización de anclas de menor tamaño para que provoquen el menor impacto.

6.4.7.2 Animales marinos

Se tendrá en cuenta con las posibles zonas de reproducción o rutas migratorias de los animales presentes en la zona.

Los procesos de implantación del parque son los que más afectaran a los animales marinos, como las zanjas del cableado eléctrico, el movimiento de buques y barcos y los posibles vertidos que puedan emitir las embarcaciones al mar.

Antes de poner en marcha la implantación se tendría que estudiar en la zona de emplazamiento las especies de animales presentes y cuál sería la mejor forma de realizar la construcción.

6.4.7.3 Aves

Las aves son las más perjudicadas en la etapa de explotación, por lo tanto, se tienen que tomar medidas preventivas que duren en el tiempo. Por otro lado, revisar las rutas migratorias y reproductivas que tienen para ocasionar el menor impacto posible y colocar los aerogeneradores a la distancia adecuada uno de otros para facilitar lo máximo posible el paso de aves.

6.4.8 Medidas correctoras

6.4.8.1 Ruido

El ruido es un factor inevitable tanto en la construcción del parque como en su fase de explotación.

Las únicas medidas posibles a adoptar es comprobar que la maquinaria utilizada para la construcción tenga los niveles de ruidos permitidos y realizar la construcción en las horas donde se moleste menos a la población y a los animales circundantes, evitando las horas de sueño y descanso y la temporada de reproducción.

6.4.8.2 Emisiones

La medida correctora para las emisiones afectaría solo a la parte de construcción del parque. La única forma viable que hay es revisar la maquinaria utilizada para que cumplan con la normativa de emisiones.

6.4.9 Medidas compensatorias

6.4.9.1 Lecho marino

Dada las características del parque eólico, evitar que se produzcan cambios en el lecho marino es imposible, la única actuación posible es una vez implantado el parque, restaurar las zonas afectadas para evitar perder el hábitat de la zona afectada.

6.4.10 Plan de Seguimiento y Vigilancia Ambiental

El objetivo del PVA (Plan de Vigilancia Ambiental) consiste en definir un sistema de actuaciones para el seguimiento y control de las instalaciones y el medio en todas las fases del proyecto. Definir la periodicidad de las actuaciones, llevar un control de impactos y la detección de estos y constituir una fuente de datos.

Fase de obras

- Controlar que se respete la ruta prevista para el cableado marino y la ubicación de los aerogeneradores, así como la ruta prevista para el cableado terrestre
- Controlar que se respeten las fechas previstas para las obras
- Monitorizar la abundancia de aves y mamíferos marinos en la localización de las instalaciones. Seguimiento mensual
- Seguimiento de la calidad de aguas, sobre todo con los parámetros de turbidez y contaminantes. Seguimiento semanal
- Seguimiento de la calidad del sedimento y las comunidades bentónicas. Seguimiento semanal
- Seguimiento de los niveles de ruido durante las diferentes fases de la obra. Seguimiento quincenal
- Controlar que no se produzcan microvertidos durante la navegación de las embarcaciones de trabajo. Seguimiento semanal
- Hacer un inventario de fauna terrestre y marina antes del comienzo de las obras
- Garantizar que no se dañe la vegetación natural debido a los movimientos de la maquinaria
- Verificar que con la finalización de las obras se desmantelen todas las instalaciones auxiliares y se proceda a la limpieza y adecuación de los terrenos

Fase de funcionamiento

- Realizar un seguimiento de posibles cambios en los patrones de migración de las aves, así como en sus patrones alimentarios, de reproducción y cría. También un seguimiento de las posibles muertes por colisión. Seguimiento mensual; para las colisiones, dos veces al mes
- Obtener datos de contaminantes en sedimento pasado el tiempo en que las infraestructuras puedan empezar a degradarse. Seguimiento mensual
- Inspección periódica para comprobar que los cables marinos y terrestres continúan enterrados en los tramos y que deben estarlo y conectados entre ellos correctamente. Seguimiento mensual
- Seguimiento de los niveles de ruidos. Seguimiento bimensual
- Controlar la abundancia y distribución de mamíferos marinos, tanto dentro del parque como en las zonas colindantes. Seguimiento mensual
- Seguimiento del funcionamiento de la subestación transformadora, para evitar la emisión de gases en relación con incidentes. Seguimiento dos veces al mes (Parc Tramuntana S.L., 2021) (Emberiza, 2016)

6.4.11 Emisiones de CO₂ en el medio marino y terrestres

Las emisiones de CO₂ de la energía renovable son nulas, conocida como energía limpia.

Las únicas emisiones a tener en cuenta, tanto en el medio marino como en el terrestre, son las producidas en la fase de construcción, que serán compensadas en el futuro por toda la energía producida sin contaminar el aire con la generación de CO₂.

7. CONCLUSIONES FINALES DE LA IMPLANTACIÓN DEL PARQUE EÓLICO TERRESTRE Y MARINO

Viento y obtención de energía

La principal diferencia entre el parque offshore sobre el terrestre es la diferencia del viento del mar respecto a tierra. Al tener más potencia y menos turbulencia hace que el rendimiento de los aerogeneradores sea mucho mayor, lo que genera mayor cantidad de energía y alargamiento de la vida útil respecto a parques terrestres. Todo esto propicia que las potencias de los aerogeneradores offshore sean mayores.

Respecto al efecto de los abrigos, este es mínimo ya que los obstáculos más próximos se encuentran en el litoral.

Por otro lado, la radiación solar es capaz de penetrar varios metros bajo la superficie del mar, de modo que la temperatura del agua es menor que la alcanzada por una superficie terrestre, sometida a la misma radiación. Al haber menos diferencia de temperatura entre el mar y la capa de aire se consiguen menos turbulencias por gradientes térmicos.

Además, sobre la superficie del mar, el efecto de cizallamiento del viento es mínimo y la velocidad del viento no sufre especial variación con la altura. Se dispone de un potencial eólico superior a bajas cotas que en un emplazamiento tierra adentro, llegando hasta ser un 25% mayor.

Cabe mencionar que, en condiciones de vientos crecientes, en la zona marítima, parte de la energía de estos se transforma en oleaje con el consiguiente aumento de la rugosidad. Tras la formación del oleaje y tras la estabilización del viento, la rugosidad disminuye de nuevo. Estos efectos han de ser modelados a fin de estimar de modo preciso su repercusión en el perfil de velocidades del viento y en la producción de energía esperada. (Marqués Dabouza, M., 2019) (Arce Canga-Argüelles, A., 2021)

Potencial de energía

Hoy en día la potencia producida por los aerogeneradores terrestres y marinos es muy parecida. En el dique Norte nos encontramos con una superficie muy reducida para poder implantar un parque de gran extensión, en cambio, en el mar, tenemos más superficie disponible para colocar más aerogeneradores, por lo que conseguiríamos más potencial de energía en el medio marino.

Fase de obras

En este caso, el parque situado en el dique Norte es más sencillo el transporte de los componentes para la implantación del parque, ya que, en el mar, se necesitan barcos y buques para llegar a la ubicación elegida, teniendo también en cuenta el estado del oleaje y mareas, ya que estos son factores que pueden ser peligrosos para los trabajadores.

Costes

El parque offshore, en comparación con el parque en el dique Norte, tiene elevado coste de construcción, operación y mantenimiento, dado que se trata de operaciones muy complejas. Una razón de este encarecimiento es el uso de buques, que están diseñados exclusivamente para estas actividades y son pocas unidades. Además, hay que sumar

la infraestructura del cableado en el fondo marino, la cual transporta la energía obtenida hasta la costa, más el tiempo de construcción de este.

Alteración en el medio

En ambos casos, durante su construcción se puede alterar el ambiente marino, debido a los distintos ruidos, vibraciones y los posibles vertidos de finos. Se realizan en ambos casos las mejores técnicas disponibles para evitar posibles daños al medio y un seguimiento y control para verificar que no se están produciendo daños a este.

Zonas protegidas, aves

A 3,4 km nos encontramos con el parque natural de l'Albufera. En la fase de construcción y funcionamiento no supondría un impacto negativo para este recurso natural, en cambio para las aves, en el dique Norte se encuentran diversos puntos de nidificación de algunas aves autóctonas y vulnerables por lo que supondría que la muerte por colisión de muchas aves e incluso el cambio de hábitat de estas, al no ser una zona segura por los ruidos e infraestructuras generadas. En la zona marítima, al estar alejada de la zona de nidificación y revisar las rutas migratorias de algunas aves, no nos encontraríamos con este problema. Aun así, teniendo en cuenta la proximidad de la zona de nidificación y de l'Albufera se considera esta zona como vulnerable para las aves y habría que realizar un seguimiento y control de las mismas.

8. CONSIDERACIONES DE LA IMPLANTACIÓN DEL PARQUE EÓLICO

La Autoridad Portuaria de Valencia hizo un anteproyecto sobre la colocación de aerogeneradores en el dique Norte. La idea principal era tener presupuesto para ir colocando estos aerogeneradores y así conseguir una energía más limpia en el puerto. Hoy en día no se conoce más información acerca del proyecto.

Viendo la ubicación de los aerogeneradores sí podemos decir que coincide con la zona de nidificación de las aves, por lo que la implantación de estos supondría un grave problema para estas. Aun teniendo en cuenta estas etapas y realizando la fase de construcción en épocas donde no nidifican, por el ruido que ocasionan las aspas no sería lo más recomendable.

Por otro lado, algunas de las causas por lo que no se desarrolla la energía eólica marina en España son varias, entre ellos encontramos:

- Limitaciones técnicas: profundidades marinas demasiado grandes, elevados costes de construcción y mantenimiento
- Oposición social: negativa de colectivos sociales y municipios a la implantación de aerogeneradores en sus costas, por la posibilidad de perjudicar el turismo o la pesca
- Barreras regulatorias: elevados plazos de tramitación administrativa, limitación de zonas para la implantación de parques eólicos en la costa española. Costes elevados a causa de la complejidad de la implantación y materiales utilizados

Las consideraciones positivas para tener en cuenta según la Hoja de ruta eólica marina y energías del mar en España son que la eólica marina en España presenta además sinergias muy importantes con otros sectores estratégicos. Como la industria de construcción naval, el sector marítimo-portuario y la ingeniería civil, para los que la eólica marina se ha convertido en un mercado potencial muy importante en sus estrategias de diversificación de negocio y estabilización de cargas de trabajo.

Se ha identificado la oportunidad industrial para España de reforzar la transferencia al ámbito marino de determinados conocimientos de la cadena de suministro de la tecnología eólica terrestre ya existente y fuertemente implantada en el territorio nacional. Adicionalmente, España también dispone de fuertes capacidades industriales y de talento en otros sectores importantes para el desarrollo de las energías marinas como son el sector de la construcción naval, industrias auxiliares, así como de sistemas eléctricos.

En este sentido, el desarrollo de las energías marinas no solo beneficiará a los sectores directamente relacionados, como serían la fabricación de componentes para el funcionamiento en alta mar (turbinas, cimentaciones, plataformas flotantes y otros servicios auxiliares) y empresas de servicios, sino que también otros sectores relevantes de la economía española podrían beneficiarse del desarrollo de la energía eólica marina:

- La posible utilización o reconversión de las infraestructuras portuarias, tanto para la fabricación y montaje de componentes, como para su utilización como puertos de operaciones
- El desarrollo y la futura operación de parques eólicos marinos en España daría lugar además a un nuevo mercado de reparación y mantenimiento, muy interesante para la industria naval española
- Muchas de las empresas de ingeniería nacionales, ya tienen una cierta participación en la ejecución de proyectos eólicos marinos a nivel internacional. Por lo tanto, su capacidad de desarrollo tecnológico permitirá abordar proyectos de renovables marinas y fortalecer su penetración en el mercado global, teniendo en cuenta su participación y reconocido prestigio internacional en proyectos de otros sectores renovables o tradicionales
- Potencial industrial y de innovación del sector eólico.

Su posición geográfica, la extensión de las costas y la diversidad de regímenes marítimos a las que éstas están expuestas, así como el ecosistema tecnológico y de investigación, sitúan a España en una posición idónea para el desarrollo, prueba y demostración de nuevos prototipos y soluciones tecnológicas vinculadas a la eólica marina, especialmente flotante. (MITECO, 2021)

Respecto a las condiciones climatológicas terrestres y marinas (temperaturas, vientos, precipitaciones, etc.) son semejantes. Las diferencias que se caracterizan son que en el medio marino encontramos con menos interferencias a la hora de la captación de vientos y la menor temperatura que tiene el agua sobre la tierra. Factores que benefician a la implantación del parque eólico marino.

La Comunidad Valenciana se caracteriza por ser una zona rica en flora y fauna, por lo que supondría un problema para la implantación de los parques eólicos. Dado que en esta zona está presente el puerto de Valencia y ya supone un impacto para el medio ambiente, la construcción del parque eólico no supondría un cambio significativo en el medio.

También, como ya se ha comentado, se ha observado que en el dique Norte hay aves que nidifican por lo que la construcción en el medio marino tendría un menor impacto negativo sobre las aves.

El mar Mediterráneo, por las características que presenta es apto para la colocación de aerogeneradores marinos, aunque presente valores de vientos más bajos que en otros lugares de España o Europa.

9. CONCLUSIONES

Con este estudio se ha pretendido conocer la caracterización ambiental de los impactos que produciría la instalación de un parque eólico en el puerto de Valencia, más concretamente en el dique Norte.

Al ver la posibilidad de implantarlo en el medio marino, se ha realizado la caracterización ambiental de los impactos de esta zona también, haciendo una comparativa con el dique Norte.

Desarrollando todos los puntos se han podido observar varios influyentes. Por una parte, la Comunidad Valenciana tiene zonas aptas muy limitadas para la implantación de un parque eólico, dado que las velocidades medias de los vientos son muy bajas. Teniendo en cuenta este factor y viendo las gráficas de viento, la densidad de potencia y la rosa de vientos, la zona del puerto de Valencia consta con vientos leves pero aptos para la implantación del parque eólico.

El oleaje y las corrientes en el Mar Mediterráneo son adecuados para la implantación del parque eólico, ya que no presentan fuertes corrientes ni un oleaje con grandes alturas que puedan provocar un impacto que impida la colocación del parque.

El tráfico marítimo no supone un problema para la zona del dique Norte por la ubicación de ambos recursos. En la zona marítima, al ser un puerto con una gran extensión, el parque eólico se puede ubicar en una zona donde no interfiera con el paso de cruceros y buques de mercancía, por lo que no existe un impacto significativo en ninguno de los dos casos.

La zona del litoral de la Comunidad Valenciana presenta gran riqueza en flora y fauna. Al tratarse de un puerto y que la única reserva natural se encuentre alejada de este, no supondría ningún tipo de problema para estas zonas protegidas. Respecto a las aves, supone un impacto importante, llegando a ser permanente, para la instalación del parque en el dique Norte ya que es la zona de nidificación de algunas especies, entre ellas algunas vulnerables. En el mar no se presentaría este inconveniente, ya que, en esta zona, no se ha observado el paso de estas aves. Por otro lado, hay ubicaciones donde no se presentan comunidades de algas o posidonia oceánica por lo que, implantándolo en esta ubicación no supondría un impacto permanente ni transitorio para la fauna marina. En la fase de obras, por los ruidos, vibraciones y el movimiento de arenas podría suponer la amenaza de la pérdida de fauna marina, pero se trataría de un impacto transitorio, el cual con el Plan de seguimiento y vigilancia ambiental se ponen las actuaciones pertinentes para llevar un control de la fauna marina y utilizar las mejores técnicas disponibles para evitar la pérdida de fauna. He de recalcar que en la zona marina se han visto puntos de pasos de fauna como delfines, por lo que la ubicación del parque eólico marino se ha alejado de esta zona para causar ningún tipo de daño, ya sea reversible o irreversible.

Por los espacios de instalación, la energía que se conseguiría es parecida, ya que al estar en un dique no se pueden poner gran cantidad de aerogeneradores. Los costes si varían teniendo el marino costes más elevados que en el terrestre.

La pérdida de energía es menor con el parque eólico marino, ya que por la ubicación en la que se encuentra tiene menos elementos paisajísticos que impidan la obtención de energía, además que el mar hace que la superficie presente menor rugosidad para el viento y por lo tanto mayor capacidad de obtención de energía.

El cableado de que va desde los aerogeneradores marinos hasta la subestación transformadora tiene una pérdida de energía que ronda el 1%, por lo que se puede decir que es una pérdida poco significativa, y comparándolo con la pérdida terrestre y la mayor capacidad de captación de viento en el medio marino, se consigue una mayor obtención de energía en este último medio.

Con toda la información recabada y teniendo en cuenta las ubicaciones de los parques, la implantación del parque eólico en el puerto de Valencia sería viable. Comparando las ubicaciones en el medio terrestre y marino, aunque este último presente más costes, supondría eliminar un impacto permanente sobre las aves autóctonas, aumentar la capacidad de captación de energía y conseguir un menor impacto paisajístico ya que se encuentra más alejado de la zona urbana.

Dado que las empresas que implantan parques eólicos marinos son privadas, la obtención de datos ha sido muy complicada ya que no te facilitan información. Se ha conseguido recoger datos de un proyecto de Galicia "Metodología para la evaluación económica de parques eólicos offshore flotantes a través del análisis del coste de las fases de su ciclo de vida" (Universidad de A Coruña, 2015), el cual ha servido de base para la obtención de datos como los costes, un ejemplo de los aerogeneradores que se podrían implantar, las potencias y el ciclo de vida.

El puerto de Valencia ha realizado un anteproyecto para la instalación de unos aerogeneradores en el dique Norte. He contactado con Valenciaport para tener acceso a este anteproyecto y sólo dan la oportunidad de leer los artículos escritos en su página web, por lo que la información de las características de los aerogeneradores, como por ejemplo, la altura o la potencia, no están disponibles en estos artículos, por lo que conocer las características de estos ha sido imposible.

10. BIBLIOGRAFÍA

ACCIONA. (s.f.). *¿Cómo funciona un aerogenerador?* https://www.sostenibilidad.com/energias-renovables/como-funciona-un-aerogenerador/?_adin=02021864894 [Consulta: 28 de agosto de 2023]

Acotados. (s.f.). *Club de Pescadores deportivos de Valencia.* <https://cpdv.es/categoria/acotados/> [Consulta: 28 de agosto de 2023]

Adurcal. (s.f.). *Los parques eólicos: componentes y procesos.* <http://www.adurcal.com/enlaces/mancomunidad/viabilidad/56.htm> [Consulta: 28 de agosto de 2023]

AEE. (s.f.). *La eólica en España.* <https://aeeolica.org/sobre-la-eolica/la-eolica-en-espana/> [Consulta: 23 de agosto de 2023]

Aemet. (s.f.). *Valores climatológicos normales, Valencia.* <https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos/?l=8416&k=46> [Consulta: 17 de julio de 2023]

Arce Canga-Argüelles, A. (2021). *Análisis del estado del arte de aerogeneradores offshore. Estado de la tecnología, ventajas competitivas, limitaciones y principales fabricantes.* <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/128922/TFM-2173->

[ARCE%20CANGA-ARGUELLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#) [Consulta: 9 de agosto de 2023]

Asociación Idemar Belharra. (s.f.). *Biodiversidad Valencia Mar*. <https://www.proyctobelharra.org/proyecto/biodiversidad-Valencia-Mar> [Consulta: 28 de agosto de 2023]

Autoridad Portuaria de Valencia. (2021). *Anexo 25: Plan de Vigilancia Ambiental*. [V_N035-PR-AN-25PlanAmbien.pdf](#) [Consulta: 04 de septiembre de 2023]

Autoridad Portuaria de Valencia. (2021). *Necesidad de sometimiento al procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada del “proyecto constructivo del muelle de contenedores de la ampliación norte del puerto de Valencia”*. [22-03-08 - Anejo necesidad DIA.pdf](#) [Consulta: 20 de agosto de 2023]

Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica. (s.f.). *Itinerarios por la Devesa*. [Itinerarios por la Devesa - PN L'Albufera - Generalitat Valenciana \(gva.es\)](#) [Consulta: 26/09/2023]

Conselleria de infraestructuras, territorio y medio ambiente. (2012). *Guía metodológica. Estudio del paisaje*. <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0670136.pdf> [Consulta: 26/09/2023]

Conselleria de Justicia i interior, Generalitat Valenciana. (s.f.). *Riesgo sísmico*. <https://www.112cv.gva.es/es/riesgo-sismico> [Consulta: 31 de julio de 2023]

Elawan energy, altran. (2021). *Plan estratégico sobre el impacto del empleo local y cadena de valor industrial en proyectos eólicos (Potencia Adjudicada 35 MW)*. https://energia.gob.es/renovables/regimen-economico/26Enero/Proyectos%20de%20inversi%C3%B3n%20e%C3%B3licos%20adjudicatarios%20de%20la%20subasta/EOL_PE31%20ELAWAN%20ENERGY,%20S.L%20105%20MW.pdf [Consulta: 13 de agosto de 2023]

Emberiza. (2016). *Claves en la vigilancia ambiental de parques eólicos*. <https://www.emberizamedioambiente.es/noticia-medio-ambiente/claves-en-la-vigilancia-ambiental-de-parques-eolicos#:~:text=%2D%20Aves%3A%20en%20fase%20de%20obras,las%20exigencias%20de%20la%20DIA>. [Consulta: 3 de septiembre de 2023]

España. Acuerdo de 15 de febrero de 2019, del Consell, de modificación del Plan eólico de la Comunitat Valenciana, por cambios en la delimitación de la zona 10.

España. Decreto Ley 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica. *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana*, de 28 de agosto de 2020, núm. 8893, p. 32878-32930.

España. Ley 11/2014, de 3 julio, por la que se modifica la ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. *Boletín Oficial del Estado*, de 4 de julio de 2014, núm. 162, p.52139-52148.

España. Ley 14/2005, de 23 de diciembre, de medidas fiscales, de gestión administrativa y financiera, y de organización de la Generalidad. *Boletín Oficial del Estado*, de 21 de febrero de 2006, núm. 44, p. 6830-6888.

España. Ley 16/2008, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales, de Gestión Administrativa y Financiera, y de Organización de la Generalitat. *Boletín Oficial del Estado*, de 31 de enero de 2009, núm. 27, p. 10441-10562.

España. Ley 2/2014, de 13 de junio, de Puertos de la Generalitat. *Boletín Oficial del Estado*, de 8 de julio de 2014, núm. 165, p.53140-53191.

España. Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. *Boletín Oficial del Estado*, de 11 de diciembre de 2013, núm. 296.

España. Ley 22/1998, de 28 de julio, de Costas. *Boletín Oficial del Estado*, de 11 de diciembre de 2015, núm. 181.

España. Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. *Boletín Oficial del Estado*, de 27 de diciembre de 2013, núm. 310.

España. Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino. *Boletín Oficial del Estado*, de 30 de diciembre de 2010, núm. 317, p.108464-108488.

España. Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. *Boletín Oficial del Estado*, de 14 de diciembre de 2007, núm. 299, p.51275-51327.

España. Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. *Boletín Oficial del Estado*, de 20 de junio de 2014, núm. 150, p. 46430-48190.

España. Orden IET/2209/2015, de 21 de octubre, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 16 de octubre de 2015, por el que se aprueba el documento de Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020. *Boletín Oficial del Estado*, 23 de octubre de 2015, núm. 254, p. 99229-99232.

España. Plan eólico de la Comunidad Valenciana, de julio de 2001, del Gobierno Valenciano.

España. Real Decreto 1028/2007, de 20 de julio, por el que se establece el procedimiento administrativo para la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial. *Boletín Oficial del Estado*, de 1 de agosto de 2007, núm. 183, p. 33171-331179.

España. Real Decreto 1056/2022, de 27 de diciembre, por el que se aprueba el Plan Director de la Red de Áreas Marinas Protegidas de España y los criterios mínimos comunes de gestión coordinada y coherente de la Red. *Boletín Oficial del Estado*, de 30 de diciembre de 2022, núm. 313, p.190623-190646.

España. Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico. *Boletín Oficial del Estado*, 4 de diciembre de 2015, núm. 290, p. 114973-114988.

España. Real Decreto 1159/2021, de 28 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica. *Boletín Oficial del Estado*, de 29 de diciembre de 2021, núm. 312, p. 166019-166055.

España. Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño. *Boletín Oficial del Estado*, de 26 de octubre de 2007, núm. 257, p.43620-43629.

España. Real Decreto 1365/2018, de 2 de noviembre, por el que se aprueban las estrategias marinas.

España. Real Decreto 150/2023, de 28 de febrero, por el que se aprueban los planes de ordenación del espacio marítimo de las cinco demarcaciones marinas españolas. *Boletín Oficial del Estado*, de 4 de marzo de 2023, núm. 54, p. 32350-32578.

España. Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. *Boletín Oficial del Estado*, de 10 de junio de 2014, núm. 140, p. 43876-43978.

España. Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. *Boletín Oficial del Estado*, de 13 de julio de 2013, núm. 126.

España. Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas.

España. Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. *Boletín Oficial del Estado*, de 12 de septiembre de 2015, núm. 219, p.80582-80677.

España. Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas. *Boletín Oficial del Estado*, de 11 de octubre de 2014, núm. 247, pág. 83098.

España. Real Decreto 947/2015, de 16 de octubre, por el que se establece una nueva convocatoria para el otorgamiento del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de biomasa en el sistema eléctrico peninsular y para instalaciones de tecnología eólica. *Boletín Oficial del Estado*, de 17 de octubre de 2015, núm. 249, p. 97340-97342.

España. Real Decreto Legislativo 1/2011, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. *Boletín Oficial del Estado*, de 24 de julio de 2001, núm. 176, p.267991-26817.

España. Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación. *Boletín Oficial del Estado*, de 31 de diciembre de 2016, núm. 316.

España. Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación. *Boletín Oficial del Estado*, de 31 de diciembre de 2016, núm. 316, p.91806-91842.

España. Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante. *Boletín Oficial del Estado*, de 20 de octubre de 2011, núm. 253, p.109456-109710.

España. Real Decreto-ley 36/2020, de 30 de diciembre, por el que se aprueban medidas urgentes para la modernización de la Administración Pública y para la ejecución del Plan

de Recuperación, Transformación y Resiliencia. *Boletín Oficial del Estado*, de 31 de diciembre de 2020, núm. 341, p.126733-126793.

España. Real Decreto 1015/2013, de 20 de diciembre, por el que se modifican los anexos I, II y V de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. *Boletín Oficial del Estado*, 21 de diciembre de 2013, núm. 305, p.103177-103221.

IDAE. (2011). *Análisis del recurso. Atlas eólico de España, Estudio técnico PER 2011-2020*.

https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e4_atlas_eolico_A_9b9Off10.pdf [Consulta: 28 de agosto de 2023]

IDAE. (s.f). *Eólica marina y energías del mar en España*. <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-electrico/eolica/eolica-marina/eolica-marina-y-energias-del-mar> [Consulta: 23 de agosto de 2023]

IDEV. (s.f). *Xarxa símica de la Comunitat Valenciana (SISCOVA)*. <https://geoidev.gva.es/siscova/> [Consulta: 31 de julio de 2023]

Marqués Dabouza, M. (2019). *El régimen jurídico de los parques eólicos terrestres*. [https://usuaris.tinet.cat/zefir/articles/PAG12-16_\(IV-2008\)-1534\[1\].pdf](https://usuaris.tinet.cat/zefir/articles/PAG12-16_(IV-2008)-1534[1].pdf) [Consulta: 9 de agosto de 2023]

MITECO. (2021). *Hoja de Ruta. Eólica marina y energías del mar en España*. https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/desarrollo-eolica-marina-energias/eshreolicamarina-pdfaccesiblev5_tcm30-534163.pdf [Consulta: 28 de agosto de 2023]

MITECO. (s.f). *Objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero*. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/objetivos.html#:~:text=2021%20%2D%202030&text=Los%20principales%20objetivos%20de%20dicho,en%20el%20consumo%20de%20energ%C3%ADa>. [Consulta: 3 de septiembre de 2023]

Navionics. (s.f). *Batimetría*. <https://www.navionics.com/esp/navionics-plus-spain-mediterranean-coast-2.html> [Consulta: 25 de julio de 2023]

ONECONOMIA. (2023). *Cuántos parques eólicos hay en España y qué empresas gestionan más*. https://www.elnacional.cat/oneconomia/es/sostenibilidad/cuantos-parques-eolicos-espana-empresas-generan-mas_986082_102.html#:~:text=En%20total%2C%20en%20Espa%C3%B1a%20hay,la%20superficie%20total%20de%20Espa%C3%B1a [Consulta: 23 de agosto de 2023]

Parc Tramuntana S.L. (2021). *Proyecto "Parque eólico marino flotante Tramuntana, Cataluña"*. <https://parctramuntana.com/wp-content/uploads/2021/04/MenoriaPEM-Tramuntana.pdf> [Consulta: 3 de septiembre de 2023]

Puerto de valencia, Valenciaport. (2020). *Plano puerto Valencia*. <https://www.valenciaport.com/autoridad-portuaria/infraestructuras/terminales-e-instalaciones/puerto-de-valencia/> [Consulta: 28 de agosto de 2023]

Puertos del Estado. (2021). *Anteproyecto de las obras a realizar por la Autoridad Portuaria de Valencia para el desarrollo de la nueva terminal de contenedores del puerto de Valencia*. https://www.valenciaport.com/wp-content/uploads/report_Nota_tecnica_art_7.2.c_Valencia.pdf [Consulta: 26/09/2023]

Puertos del Estado. *Predicción de oleaje, nivel del mar; Boyas y mareógrafos*. [Predicción de oleaje, nivel del mar ; Boyas y mareografos | puertos.es](#) [Consulta: 3 de septiembre de 2023]

Tarifaluzhora. (2022). *¿Cuál es el consumo medio mensual de luz en España?* <https://tarifaluzhora.es/info/consumo-mensual-luz> [Consulta: 28 de agosto de 2023]

Unión Europea. Directiva (UE) del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. *Diario Oficial de la Unión Europea*, de 21 de diciembre de 2018, L328/82, p. 1-14.

Unión Europea. Directiva (UE) del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE. *Diario Oficial de la Unión Europea*, de 14 de junio de 2019, L158/125.

Unión Europea. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. *Boletín Oficial del Estado*, de 22 de diciembre de 2000, núm. 327, p.1-73.

Unión Europea. Directiva 2009/123/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se modifica la Directiva 2005/35/CE relativa a la contaminación procedente de buques y la introducción de sanciones para las infracciones. *Diario Oficial de la Unión Europea*, de 27 de octubre de 2009, num. 280, p.52-55.

Unión Europea. Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre, relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican la Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. *Diario Oficial de la Unión Europea*, de 14 de noviembre de 2012, L 315/1, p. 1-56.

Unión Europea. Directiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente. *Diario Oficial de la Unión Europea*, de 25 de abril de 2014, núm. 124, p.1-18.

Unión Europea. Enmiendas de 2021 al Anexo del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por su protocolo de 1978, adoptadas en Londres el 17 de junio de 2021 mediante Resolución MEPC.330(76). *Boletín Oficial del Estado*, de 10 de marzo de 2023, núm. 59, p.35388-35393.

Unión Europea. Enmiendas de 2021 al Anexo del Protocolo de 1997 que enmienda el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978, adoptadas en Londres el 17 de junio de 2021 mediante Resolución MEPC.328(76). *Boletín Oficial del Estado*, de 10 de marzo de 2023, núm. 59, p.35301-35384.

Unión Europea. Instrumento de Ratificación de 16 de agosto de 1978 del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, hecho en Londres el 1 de noviembre de 1974. *Boletín Oficial del Estado*, de 16 de junio de 1980, núm. 144, p.13380-13400.

Unión Europea. Instrumento de ratificación de 22 de junio de 1984, del Protocolo de 1978, relativo al Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, hecho en Londres el 17 de febrero de 1978. *Boletín Oficial del Estado*, de 17 de octubre de 1984, núm. 249, p.29994-30036.

Universidade Da Coruña. (2013). *Metodología para la evaluación económica de parques eólicos offshore flotantes a través del análisis del coste de las fases de su ciclo de vida*. [file:///C:/Users/34645/Downloads/CastroSantos_Laura_TD_2013%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/34645/Downloads/CastroSantos_Laura_TD_2013%20(2).pdf) [Consulta: 13 de agosto de 2023]

Universidade Da Coruña. (2015). *Aprovechamiento eólico para producción de electricidad en una instalación offshore*. file:///C:/Users/34645/Downloads/AtilanoBrea_Soraya_TFG_2015.pdf [Consulta: 3 de septiembre de 2023]

Valenciaport. (2022). *Valenciaport mejora la actividad prepandemia: supera los 5'6 millones de TEUs en 2021 y moviliza 85 millones de toneladas*. <https://www.valenciaport.com/valenciaport-mejora-la-actividad-prepandemia-supera-los-56-millones-de-teus-en-2021-y-moviliza-85-millones-de-toneladas/#:~:text=Estamos%20cerca%20de%20nuestra%20capacidad,referencia%20dentro%20del%20tr%C3%A1fico%20mundial%E2%80%9D> [Consulta: 28 de agosto de 2023]

Valenciaport. (2023). *Boletín estadístico APV*. <https://www.valenciaport.com/wp-content/uploads/2303-Boletin-Estadistico-Marzo-2023.pdf> [Consulta: 28 de agosto de 2023]

Wikipedia. (2022). *Flora de la Comunidad Valenciana*. https://es.wikipedia.org/wiki/Flora_de_la_Comunidad_Valenciana [Consulta: 20 de agosto de 2023]

Wikipedia. (2023). *Aerogenerador*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Aerogenerador> [Consulta: 28 de agosto de 2023]

Wikipedia. (2023). *Agua de mar*. https://es.wikipedia.org/wiki/Agua_de_mar [Consulta: 3 de septiembre de 2023]

Wikipedia. (2023). *Ley de Betz*. https://en.wikipedia.org/wiki/Betz's_law [Consulta: 20 de agosto de 2023]

Wikipedia. (2023). *Puerto de Valencia*. https://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_de_Valencia [Consulta: 28 de agosto de 2023]