

PROYECTO “PARQUE EÓLICO MARINO FLOTANTE TRAMUNTANA, CATALUÑA”

Documento Inicial de Proyecto

PROMOTOR: PARC TRAMUNTANA S.L.



INGENIERÍA:



CONSULTOR AMBIENTAL:



Febrero 2021

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
1.1	Objeto del documento	2
1.2	La transición energética como respuesta al reto urgente del cambio climático	2
1.3	El papel que puede jugar la energía eólica marina y el proyecto Tramuntana en la transición energética en Cataluña	3
2	MOTIVACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL	5
3	JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN	6
4	UBICACIÓN DEL PROYECTO	11
4.1	Análisis de circunstancias y criterios para la selección del emplazamiento óptimo	11
4.1.1	Recurso Eólico	12
4.1.2	Batimetría y distancia a la costa	13
4.1.3	Conectividad a la Red Eléctrica	14
4.1.4	Compatibilidad con la zonificación eólica marina vigente.....	15
4.1.5	Compatibilidad con los Espacios Naturales Protegidos	16
4.1.6	Compatibilidad con la Actividad Pesquera y Acuícola.....	18
4.1.7	Compatibilidad con la navegación aérea	20
4.1.8	Compatibilidad con el tráfico marítimo	21
4.1.9	Morfología de fondos	21
4.2	Selección y descripción del emplazamiento óptimo del parque eólico.....	22
5	DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	24
5.1	Descripción general de proyecto y sus fases de desarrollo	24
5.2	Descripción de los elementos de proyecto	25
5.2.1	Infraestructuras marítimas	29
5.2.1.1	Aerogeneradores.....	29
5.2.1.2	Plataformas flotantes.....	31
5.2.1.3	Sistemas de sujeción al lecho marino	33
5.2.1.4	Cables submarinos.....	35
5.2.2	Transición marítimo-terrestre	37
5.2.3	Infraestructuras terrestres	38
5.2.3.1	Arquetas de conexión.....	38
5.2.3.2	Conducción subterránea entre arquetas y subestación.....	39
5.2.3.3	Subestación terrestre	39
5.2.3.4	Líneas eléctricas de conexión entre subestaciones.....	40
5.2.3.4.1	Conducción enterrada	40
5.2.3.4.2	Tendido aéreo.....	41
5.3	Metodología constructiva	41
5.3.1	Obras en tierra	42
5.3.1.1	Construcción de las instalaciones terrestres.....	42
5.3.1.2	Ejecución de la transición marítimo-terrestre mediante Perforación Horizontal Dirigida (PHD).....	43
5.3.2	Operaciones marítimas	43
5.3.2.1	Instalación de los sistemas de fondeo	43
5.3.2.2	Traslado de los aerogeneradores marinos.....	43
5.3.2.3	Conexión de los aerogeneradores al fondeo	44
5.3.2.4	Tendido de cables submarinos	44

5.4	Descripción de los efectos previsibles derivados de la vulnerabilidad del proyecto ...	46
5.4.1	Riesgo sísmico	46
5.4.2	Riesgo climatológico	48
5.4.3	Riesgo de inundación.....	50
5.4.4	Riesgo de incendio.....	50
5.4.5	Riesgo por derrame	50
6	DIAGNÓSTICO DEL TERRITORIO.....	51
6.1	MEDIO FISICO TERRESTRE	52
6.1.1	Contexto geológico	52
6.1.2	Morfología y pendientes.....	53
6.1.3	Hidrología e Hidrogeología	55
6.2	MEDIO FISICO MARINO	59
6.2.1	Batimetría y pendientes	59
6.2.2	Geomorfología y litología del fondo marino	61
6.2.3	Clima marítimo	66
6.3	MEDIO BIÓTICO TERRESTRE.....	69
6.3.1	Vegetación	69
6.3.1.1	Vegetación potencial	70
6.3.1.2	Vegetación actual	71
6.3.1.3	Flora protegida	74
6.3.2	Fauna amenazada	80
6.3.3	Planes de conservación y protección de la flora y de la fauna.....	82
6.3.4	Hábitats de interés comunitario	88
6.4	MEDIO BIÓTICO MARINO	90
6.4.1	Comunidades bentónicas.....	90
6.4.2	Comunidades pelágicas.....	92
6.4.3	Fauna y flora amenazadas.....	94
6.5	MEDIO SOCIO-ECONÓMICO ÁMBITO TERRESTRE	97
6.5.1	Espacios Naturales protegidos y Red Natura 2000	97
6.5.2	Patrimonio natural	101
6.5.3	Patrimonio cultural	103
6.5.4	Infraestructuras	107
6.5.4.1	Infraestructuras viarias y ferroviarias	107
6.5.4.2	Infraestructura de transporte eléctrico.....	109
6.5.4.3	Infraestructura aeroportuaria.....	110
6.5.4.4	Otras Infraestructuras.....	111
6.5.5	Población, sectores económicos y trabajo.....	112
6.5.6	Planificación territorial	120
6.5.7	Planeamiento urbanístico.....	121
6.5.8	Dominio Público Marítimo-Terrestre y Dominio Hidráulico	124
6.6	MEDIO SOCIO-ECONÓMICO ÁMBITO MARINO	126
6.6.1	Espacios Naturales protegidos y Red Natura 2000	126
6.6.2	Patrimonio cultural	130
6.6.3	Recursos pesqueros	130
6.6.4	Infraestructuras y servicios	138
6.6.4.1	Infraestructuras acuícolas	138
6.6.4.2	Infraestructuras hidráulicas	139
6.6.4.3	Infraestructuras de exploración y explotación de recursos fósiles.....	140
6.6.4.4	Infraestructuras portuarias y tráfico marítimo.....	140
6.6.4.5	Infraestructuras para la defensa costera y otras infraestructuras.....	142

6.6.5	Ordenación del espacio litoral (Estrategias marinas, etc.)	145
6.7	PAISAJE	148
7	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	151
7.1	Alternativa 0	151
7.2	Alternativas de implantación del parque eólico marino	153
7.2.1	Alternativa marina 1	155
7.2.2	Alternativa marina 2	159
7.2.3	Alternativa marina 3	163
7.2.4	Alternativa marina 4	167
7.2.5	Alternativa marina 5	171
7.2.6	Comparación entre las alternativas para el parque eólico marino	175
7.3	Alternativas marinas para los cables de evacuación	178
7.3.1	Corredor norte	180
7.3.1.1	Opción 1	181
7.3.1.2	Opción 2	184
7.3.1.3	Opción 3	188
7.3.2	Corredor sur	191
7.3.3	Comparación entre las alternativas para el corredor de cables de evacuación	195
7.4	Alternativas terrestres para la conexión a la red eléctrica	196
7.4.1	Localización del punto de aterraje y las instalaciones de recepción del cable submarino	196
7.4.2	Alternativas de trazado de la línea de alta tensión	198
7.4.2.1	Alternativa Terrestre 1	200
7.4.2.2	Alternativa Terrestre 2	203
7.4.2.3	Alternativa Terrestre 3	207
7.4.2.4	Alternativa Terrestre 4	210
7.4.2.5	Alternativa Terrestre 5	214
7.4.2.6	Comparación entre las alternativas terrestres de cables de alta tensión	217
8	EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO	219
8.1	Fase de obras	219
8.1.1	Medio físico	223
8.1.1.1	Atmósfera	223
8.1.1.2	Suelo/sedimentos	223
8.1.1.3	Aguas	224
8.1.2	Medio biótico	225
8.1.2.1	Flora	225
8.1.2.2	Fauna	226
8.1.3	Medio socio-económico	227
8.2	Fase de funcionamiento	227
8.2.1	Medio físico	231
8.2.1.1	Atmósfera	231
8.2.1.1	Suelo/sedimentos	233
8.2.1.1	Aguas	233
8.2.2	Medio biótico	233
8.2.2.1	Flora	233
8.2.2.1	Fauna	234
8.2.3	Medio socio-económico	234
8.3	Fase de desmantelamiento (cese de actividad)	235

9	MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	236
9.1	Medidas preventivas	237
9.2	Medidas correctoras	240
9.3	Medidas compensatorias	241
10	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL.....	242
10.1	Seguimiento y vigilancia en fase de obras	242
10.2	Seguimiento y vigilancia en fase de funcionamiento	243
10.3	Controles ambientales específicos	244
10.4	Otros controles en fase de obras.....	245
11	CONCLUSIONES	248
12	AUTORES.....	253
12.1	Ingeniería	253
12.2	Consultores Ambientales	253
13	REFERENCIAS.....	254
13.1	Fuentes consultadas.....	254
13.2	Otras fuentes de información.....	255
13.3	Fuentes relativas a la Evaluación de Impactos	256

ANEXO 1: MAPAS TEMÁTICOS

ANEXO 2: PLANOS DE PROYECTO

REVISIONES

Revisión	Fecha	Autor	Descripción
Rev 01	16/12/20	IGL y GT	Borrador para comentarios
Rev 02	20/01/21	Equipo de proyecto	Revisión para entrega
Rev 03	12/02/21	Equipo de proyecto	Incorporación de subsanaciones solicitadas por la S.G. Energía Eléctrica.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto del documento

El objeto de este documento es el manifestar la intención de iniciar el procedimiento de evaluación de impacto ambiental del proyecto denominado “Parque Eólico Marino Flotante Tramuntana”, y solicitar para ello a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental la elaboración del documento de alcance del estudio de impacto ambiental ordinario conforme con la normativa estatal y autonómica de evaluación ambiental.

El promotor del proyecto es PARC TRAMUNTANA S.L., sociedad formada entre Bluefloat Energy y Sener Renewable Investments, cuyo objetivo es el desarrollo, pionero en Cataluña, de un parque de generación eólica marina flotante, situado frente a la costa sur del Golfo de Roses y a la bahía de Pals, a una distancia de la costa de entre 7 y 42 km entre los puntos más próximos y distantes a la costa (las localidades costeras más próximas serían L’Escala, L’Estartit y Pals).

La actuación se concibe como la oportunidad para explotar el elevado potencial eólico del entorno del Cap de Creus, en el nordeste de Girona, que constituye una de las áreas de mayor potencial energético asociado al viento de toda la península ibérica. El emplazamiento del proyecto responde por tanto a la disponibilidad del recurso eólico en la costa catalana, considerando además múltiples criterios para valorar la viabilidad técnica, ambiental y económica del proyecto.

El objetivo del proyecto es incorporar al sistema de generación eléctrica de Cataluña una capacidad total de alrededor de 1 GW en distintas fases. Se prevé una fase inicial con una potencia de 450 MW, con la posible incorporación de una planta piloto de 50 MW en el arranque de proyecto. Posteriormente se incrementaría la potencia instalada en aproximadamente 550-600 MW adicionales.

La distribución en fases y la potencia a instalar en cada una de ellas estarán condicionadas en todo caso por la disponibilidad de capacidad en los nodos de REE próximos al emplazamiento, así como de los plazos disponibles para la tramitación administrativa del proyecto.

1.2 La transición energética como respuesta al reto urgente del cambio climático

Este proyecto contribuye de manera muy significativa a la consecución de objetivos del Marco de Políticas de Energía y Cambio Climático 2021-2030 (“Marco 2030”), en relación a la reducción de emisiones y transición energética para el horizonte 2030, y del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), en el que las energías renovables son la base del desarrollo de la transición energética, con un objetivo para 2030 de potencia instalada eólica de 50 GW.

Ante la urgencia del reto del cambio climático, Cataluña se ha posicionado claramente a favor de una transición energética hacia un modelo energético neutro en emisiones de gases de efecto invernadero y prácticamente 100% renovable en el horizonte 2050.

Así, las bases del Pacto Nacional para la Transición Energética de Cataluña (PNTEC) y la Ley 16/2017, de 1 de agosto, del Cambio Climático, establecen los rasgos fundamentales de la transición energética en Cataluña, incluyendo los grandes objetivos energéticos y las estrategias para alcanzarlos, todos ellos de manera coherente con la política energética y climática del PNIEC y la Unión Europea.

Se debe avanzar en la transición energética hacia un modelo energético sostenible climáticamente. La Ley del Cambio Climático establece que las medidas que se adopten en materia de energía deben ir encaminadas a la transición energética hacia un modelo cien por cien renovable, desnuclearizado y descarbonizado, neutro en emisiones de gases de efecto invernadero, que reduzca la vulnerabilidad del sistema energético y garantice el derecho al acceso a la energía como bien común.

En el contexto de este proceso de transición, la misión de la política energética debe ser que Cataluña alcance una economía y una sociedad de baja intensidad en el consumo de recursos materiales, baja intensidad energética y neutro en emisiones de carbono, que compatibilice objetivos del desarrollo sostenible en sus tres vertientes (sostenibilidad económica, social y medioambiental) garantizando la seguridad del suministro energético y reduciendo su vulnerabilidad a los impactos ambientales y las emisiones de gases de efecto invernadero, con un nuevo modelo energético innovador, competitivo, descentralizado, digital y distribuido, participativo, democrático y socialmente inclusivo a medio y largo plazo.

La Ley del Cambio Climático catalana fija también unos objetivos muy ambiciosos en el horizonte 2030:

- alcanzar el 50% de participación de las energías renovables en el sistema eléctrico catalán en 2030,
- reducir el consumo final de energía al menos un 2% anual puede llegar como un mínimo al 27% en 2030,
- que los vehículos motorizados nuevos no sean de combustión interna fósil a partir del 2030 y
- establecer un plan de transición para el cierre, no más allá de 2027, de las centrales nucleares, velando por la preservación de los puestos de trabajo directos que generan en el territorio.

1.3 El papel que puede jugar la energía eólica marina y el proyecto Tramuntana en la transición energética en Cataluña

En Cataluña no se dispone de muchas alternativas energéticas para hacer frente al reto del cambio climático. El desarrollo masivo de los recursos autóctonos renovables (fundamentalmente sol, viento y agua), que es la mejor opción para alcanzar los objetivos fijados en el Pacto Nacional para la Transición Energética y en la Ley del Cambio Climático, supone una ocupación significativa del territorio, pero asumible y no imposible. No obstante, esta distribución de las instalaciones de aprovechamiento de las energías renovables en todo el territorio garantiza también el equilibrio territorial, permitiendo la igualdad de oportunidades entre unos territorios y otros, dando señales de ubicación de generación de actividad económica y generando puestos de trabajo locales. Igualmente, ofrece una oportunidad para la participación de agentes locales y ciudadanos en las inversiones a realizar.

En este contexto, la energía eólica marina es un nuevo agente que puede contribuir a reducir esta ocupación del territorio. En concreto, la instalación de 1 GW de potencia eólica marina en las costas del Empordà podría ahorrar:

- 1.400 MW de energía eólica terrestre, liberando unas 3.500 hectáreas de territorio, o

- 2.900 MW de energía solar fotovoltaica en el suelo, liberando unas 5.500 hectáreas de territorio.

En definitiva, 1 GW de potencia eólica marina reduciría entre un 4% y un 7% las necesidades de uso de territorio en Cataluña para lograr un sistema energético neutro climáticamente en el horizonte del año 2050. Aún más, reduciría entre el 15% y el 25% de la superficie necesaria para cumplir los objetivos fijados en la Ley del Cambio Climático para el año 2030.

Por otra parte, la energía eólica marina puede contribuir también a reducir significativamente las necesidades de almacenamiento de energía eléctrica del futuro sistema eléctrico catalán prácticamente 100% renovable, debido a las características del viento en el entorno marino catalán, que son muy diferentes del viento terrestre. Así, estas instalaciones pueden generar energía eléctrica en condiciones en que no hay ni producción eléctrica solar fotovoltaica ni eólica terrestre.

Considerando únicamente la potencia prevista preliminarmente en la Fase 1 (400-450 MW), el ahorro en emisiones de CO₂ durante la vida útil del parque, estimada en 30 años, podría alcanzar un volumen aproximado de 19 millones de toneladas.

Además, la producción del parque en la primera fase podría cubrir el 40% del consumo eléctrico actual de la provincia de Girona, y en la segunda (1.000 MW entre fase 1 y 2) aproximadamente el 86%, dando cobertura a aproximadamente el 16% de la demanda renovable necesaria en Cataluña en el año 2030.

2 MOTIVACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

De acuerdo con la **Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental**, el proyecto que se presenta a trámite de evaluación ambiental queda recogido en el Anexo I, Grupo 3 (Industria energética), epígrafe i: *Instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía (parques eólicos) que tengan 50 o más aerogeneradores, o que tengan más de 30 MW o que se encuentren a menos de 2 km de otro parque eólico en funcionamiento, en construcción, con autorización administrativa o con declaración de impacto ambiental.*

Según el artículo 7 (Ámbito de aplicación de la evaluación ambiental aquellos proyectos que han de ser objeto de evaluación de impacto ambiental ordinaria o simplificada) de la Ley 21/2013, los proyectos comprendidos en el Anexo I son objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria.

De acuerdo con el reglamento de evaluación ambiental, el objetivo del documento inicial es el de solicitar al órgano ambiental la elaboración del documento de alcance del estudio de impacto ambiental, conforme con lo establecido en los artículos 33 (Trámites y plazos de la evaluación de impacto ambiental ordinaria) y 34 (Actuaciones previas: consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas y elaboración del documento de alcance del estudio de impacto ambiental) de la Ley 21/2013.

El contenido del documento inicial se incluye en el artículo 34, apartado 2, incorporando las modificaciones introducidas por la **Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero**, (epígrafe 13 de su artículo único, de modificaciones en el apartado 2 del artículo 34 de la Ley 21/2013):

2. Para ello, el promotor presentará ante el órgano sustantivo una solicitud de determinación del alcance del estudio de impacto ambiental, acompañada del documento inicial del proyecto, que contendrá, como mínimo, la siguiente información:

a) La definición y las características específicas del proyecto, incluida su ubicación, viabilidad técnica y su probable impacto sobre el medio ambiente, así como un análisis preliminar de los efectos previsibles sobre los factores ambientales derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes.

b) Las principales alternativas que se consideran y un análisis de los potenciales impactos de cada una de ellas.

c) Un diagnóstico territorial y del medio ambiente afectado por el proyecto.

3 JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

España ha adquirido el compromiso de limitar o de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, tanto en el ámbito de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y su Protocolo de Kioto, como en el de la Unión Europea.

En línea con la política europea de reducción progresiva de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y con los objetivos establecidos en el Acuerdo de París, España tiene el objetivo de alcanzar la neutralidad de emisiones de GEI entre 2050 y 2100, contribuyendo así en la contención del incremento de la temperatura de la Tierra.

El Marco de Políticas de Energía y Cambio Climático 2021-2030 (“Marco 2030”), aprobado por el Consejo Europeo en octubre de 2014, establece los siguientes objetivos de reducción de emisiones y transición energética para el horizonte 2030:

- Un objetivo vinculante para la UE en 2030 de, al menos, un 40% menos de emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con 1990.
- Un objetivo vinculante para la UE en 2030 de, al menos, un 27% de energías renovables en el consumo de energía.
- Un objetivo indicativo para la UE en 2030 de, al menos, un 27% de mejora de la eficiencia energética.
- La consecución urgente, a más tardar en 2020, del actual objetivo de interconexiones de electricidad del 10%, en particular para los Estados Bálticos y la península ibérica, y del objetivo de alcanzar el 15% de aquí a 2030.

Además, cabe destacar la Comunicación realizada por la Comisión Europea en el año 2011, consistente en una hoja de ruta hacia una economía baja en carbono y competitiva en 2050. En ésta se establecen los elementos clave que deberían estructurar la acción climática para que la Unión Europea pueda convertirse en una economía baja en carbono y competitiva de aquí a 2050. Si bien no establece objetivos vinculantes, indica cómo la Unión Europea debe reducir sus emisiones un 80% por debajo de los niveles de 1990 a través de reducciones domésticas, estableciendo hitos intermedios (reducciones del orden del 40% en 2030 y 60% en 2040), para la consecución de dicha economía baja en carbono.

Para ello, es imprescindible un cambio del modelo energético de España, mediante el desarrollo de un parque de generación eléctrica basado exclusivamente en energías renovables. Este nuevo modelo tiene como objetivo alcanzar hasta el 74% de origen renovable en 2030, llegando hasta el 90-100% en 2050. Para ello se estima necesario instalar aproximadamente 60 GW de generación eléctrica renovable (eólica y solar fotovoltaica) entre 2021 y 2030, así como la capacidad de respaldo suficiente para garantizar la seguridad de suministro.

Como parte de este nuevo modelo energético, tanto el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030, como el anteproyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética contemplan el desarrollo de la energía eólica marina.

Concretamente, en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 se establecen como objetivos para el horizonte 2030:

- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de energías renovables sobre el consumo total de energía final.
- 39,5% de mejora de la eficiencia energética

- 74% de energías renovables en la generación eléctrica.

Las energías renovables son por tanto la piedra angular de esta transición energética. El borrador actualizado del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) prevé para el año 2030 una potencia total instalada en el sector eléctrico de aproximadamente 120 GW de renovables, de los que 50 GW serán energía eólica, aproximadamente¹.

Sin embargo, la disponibilidad de terrenos para la instalación de plantas de generación renovable en las áreas más densamente pobladas, que constituyen los principales centros de demanda energética, como es el caso de la mayor parte del territorio en Cataluña, es muy escasa. La implantación de renovables en tierra está actualmente muy limitada por la presencia de zonas urbanas, infraestructuras de transporte y espacios naturales protegidos, lo que implica que el desarrollo de las energías renovables marinas sea una vía óptima, y en algunos casos la única, para conseguir los objetivos de transición energética hacia fuentes renovables perseguidos tanto a nivel estatal como autonómico.

La hoja de ruta para el desarrollo de la eólica marina y las energías del mar en España responde principalmente al avance tecnológico que ha experimentado en los últimos años la energía eólica marina flotante, que supone un importante vector de desarrollo para España, con una base sólida de empresas nacionales en la cadena de valor de eólica marina y, por extensión, de las restantes energías marinas.

Este progreso tecnológico facilita el acceso a emplazamientos más alejados de la costa que antes eran inviables, tanto técnica como económicamente, con niveles de capacidad muy elevados y con un menor impacto ambiental y paisajístico.

En el Pacto Nacional para la Transición Energética de Cataluña (PNTEC) y la Ley 16/2017, de 1 de agosto, del Cambio Climático se han fijado las estrategias de la política energética catalana encaminadas a que el futuro modelo energético sostenible para Cataluña evolucione hacia una producción de energía eléctrica exclusivamente de origen renovable, maximizando el aprovechamiento de los recursos renovables de Cataluña. Por su parte, la demanda de energía se cubrirá totalmente con energías renovables, manteniendo el equilibrio entre la oferta y la demanda energética.

Así, este futuro modelo energético se regirá por los siguientes principios:

- Máximo nivel de ahorro y eficiencia energética
- Alta electrificación de la demanda, complementada con la implantación de gases renovables en los sectores con importantes dificultades para electrificar
- Máximo nivel de participación de ciudadanos y empresas en el nuevo modelo energético
- Mix eléctrico renovable diversificado

En lo relativo a la producción de energía eléctrica, la cobertura de la demanda eléctrica se realizará mediante un mix eléctrico diversificado, basado fundamentalmente en las tecnologías más económicas ahora y en un futuro y que dispongan de un mayor potencial en Cataluña (la energía solar fotovoltaica y la energía eólica terrestre y marina).

¹ Según datos del PNIEC 2021-2030.

Este sistema de producción de energía eléctrica renovable debe incluir los aprovechamientos ya existentes de energías renovables, sobre todo la energía hidroeléctrica (con y sin bombeo), como principal tecnología renovable gestionable que permite garantizar la continuidad y la calidad del suministro eléctrico conjuntamente con los sistemas de almacenamiento y se debe complementar con otras tecnologías renovables gestionables de menor peso en el mix global, tales como la solar termoeléctrica o la producción de energía eléctrica mediante biogás, biomasa e hidrógeno de origen renovable.

Igualmente, el sistema eléctrico futuro debe disponer de varios mecanismos de flexibilidad que permitan el equilibrio entre la oferta y la demanda. Así, será necesario desarrollar mecanismos de gestión de la demanda eléctrica (DSM) a diferentes escalas temporales (desde el traspaso de demanda entre las horas diurnas y nocturnas de un mismo día hasta la interrumpibilidad durante períodos de tiempo largos en situaciones extremas poco frecuentes) e implantar tecnologías de almacenamiento diversas (baterías, sistemas P2G, centrales de bombeo) en función de las diferentes necesidades de almacenamiento a escala temporal (almacenamiento diario, semanal, estacional).

Esta apuesta por un modelo energético 100% renovable basado en recursos autóctonos en el horizonte del año 2050 es ambiciosa y requiere de una significativa ocupación del territorio.

Así, en un posible escenario de futuro basado en un equilibrio oferta-demanda de energía eléctrica y una producción de energía eléctrica exclusivamente de origen renovable, en 2050 para cubrir el 100% de la demanda eléctrica prevista habría que disponer del orden de casi 37 GW de energía solar fotovoltaica (27 GW en el suelo y 10 GW en tejados) y 12 GW de energía eólica terrestre. A corto plazo para cumplir con los objetivos del 2030 se estiman necesarios unos 4 GW de eólica y 5 GW de solar adicionales. A modo de referencia, cabe indicar que actualmente se dispone de unos 2 GW de eólica y menos de 0,5 GW de solar instalados.

En términos de ocupación del territorio, y considerando que 10 GW de energía solar fotovoltaica se pueden instalar sobre los tejados de edificios ya existentes (ya sea edificios de uso doméstico, de servicios, industriales o del sector primario) y que, por tanto, no ocuparían nuevo territorio, en el horizonte de 2050 esta implantación podría suponer el empleo adicional de unos 800 km² en superficie actualmente no urbanizada, es decir, el 2,5% del territorio catalán. Esta cifra es significativa, teniendo en cuenta que actualmente el total de la superficie urbanizada de Cataluña es ligeramente superior al 5% del territorio.

Como se mencionaba en la introducción de este documento, 1 GW de potencia eólica marina reduciría entre un 4% y un 7% las necesidades de uso de territorio en Cataluña para lograr un sistema energético neutro climáticamente en el horizonte del año 2050. Aún más, reduciría entre el 15% y el 25% de la superficie necesaria para cumplir los objetivos fijados en la Ley del Cambio Climático para el año 2030. Adicionalmente la energía eólica marina puede contribuir también a reducir significativamente las necesidades de almacenamiento de energía eléctrica en el futuro. En términos de producción energética, el proyecto de Parque Eólico Marino Flotante Tramuntana, con una potencia instalada a lo largo de sus dos fases de desarrollo de 1 GW, implicaría el 10% de la capacidad total renovable instalada objetivo para el año 2030.

La producción del parque prevista en la primera fase (400-450 MW) podría cubrir el 40% del consumo eléctrico actual de la provincia de Girona y la capacidad final estimada (1GW) el 86%.

Análogamente, la producción anual estimada del proyecto una vez finalizado (4.000 GWh) implicaría un 16% de la demanda renovable necesaria en 2030 en Cataluña (25.656 GWh).

Considerando la potencia prevista en la Fase 1 (400-450 MW), el ahorro en emisiones de CO₂ durante la vida útil del parque, estimada en 30 años, podría alcanzar un volumen aproximado de 19 millones de toneladas.

Cabe destacar especialmente que el proyecto no supone únicamente el desarrollo de una nueva infraestructura de generación eléctrica en Cataluña sino que puede convertirse en un importante motor de desarrollo económico y tecnológico del territorio, con el consiguiente beneficio socioeconómico a nivel local y autonómico a medio y largo plazo. Entre los principales impactos positivos asociados a este aspecto, cabe destacar:

- Fomento del crecimiento económico y del empleo. Un proyecto de estas características tiene un gran impacto sobre el crecimiento económico y del empleo pudiendo generar unos 11.500 puestos de trabajo entre directos e indirectos para un parque de 1 GW y del orden de 5.000 para únicamente una primera fase del orden de 450 MW. Se estima que un 30% - 40% de estos puestos podrían generarse en Cataluña.
- Mejora del posicionamiento de Cataluña para la construcción de proyectos de eólica marina. Desarrollo de nuevas infraestructuras para dar servicio al sector de la eólica en general, y de la eólica flotante en particular. Cabe considerar que la ejecución de un proyecto de estas características tendrá un alto contenido local, ya que se plantea que una parte significativa de la actividad de fabricación y posterior montaje se lleve a cabo en los principales puertos catalanes, especialmente el puerto de Tarragona y el puerto de Palamós. El segundo, además, constituye un puerto clave capaz de proporcionar servicios de apoyo para la operación y el mantenimiento durante la explotación del parque eólico.
- Mejora del posicionamiento de Cataluña en la investigación, desarrollo e innovación de la eólica marina, así como otros sistemas en el ámbito marino, ya que el parque marino ofrece la posibilidad de acoger, ya sea de manera temporal o permanente, infraestructuras enfocadas a la investigación marina, similares a las instalaciones del PLOCAN (Canarias) o BIMEP (País Vasco). Se plantea en esta línea el establecimiento de acuerdos de colaboración con universidades y centros de investigación para el uso coordinado del espacio marítimo y las instalaciones generales del parque en el desarrollo de proyectos I+D relacionados con la gestión de las pesquerías, la investigación del océano profundo o la hibridación de tecnologías energéticas. Se plantean en concreto posibles colaboraciones con las universidades y centros de investigación locales, como el Institut de Recerca en Energia de Catalunya (IREC), el Institut Català de l'Energia (ICAEN) o el Centre Tecnològic de Catalunya (EURECAT), entre otros.
- Fomento de la educación y de desarrollo de profesionales en sectores innovadores incluyendo el desarrollo de programas de formación de profesionales para la realización de trabajos de operación y mantenimiento en parques eólicos marinos.
- Contribución a la electrificación de la flota pesquera. Se están analizando qué acciones puede incorporar el proyecto para apoyar la electrificación de la flota pesquera dentro del esquema de transición justa incluido en las directrices de la UE.
- Creación de un nuevo atractivo turístico de la zona (visitas al parque eólico) junto al añadido de calidad al turismo costa brava con energía 100% renovable y de generación de km⁰.

- Recuperación de los stocks de pesca, al generar un área de exclusión para actividades de pesca de alto impacto, como es la pesca de arrastre, lo que puede facilitar la recuperación de las poblaciones de interés comercial en estas áreas.
- Proyecto integrado con los usos pesqueros y de otras actividades náuticas. La compatibilidad de usos se incluye como punto de partida del presente proyecto.
- Desarrollo de sinergias con el sector acuícola, con la posibilidad de adaptar el diseño de las plataformas flotantes para albergar instalaciones de acuicultura mediante jaulas, permitiendo así la coexistencia entre dos actividades perfectamente compatibles en un mismo espacio marino, y liberando así otras posibles áreas donde la actividad de la acuicultura podría tener un mayor impacto (como en aguas litorales de menor profundidad).
- Mejora del posicionamiento de Cataluña en la transformación digital del sector energético. El proyecto supone un motor para la transformación digital del sector energético, ya que en la generación eólica marina la gestión digital de los activos y la producción del parque toma especial relevancia en la optimización de costes. El proyecto incluirá por tanto sistemas de monitorización y gestión basados en los últimos avances tecnológicos relativos al BIM, Big Data y a la Inteligencia Artificial para la monitorización de las condiciones ambientales y la producción del parque. Estos sistemas permitirán, gracias al análisis de la información obtenida en tiempo real, la realización de pronósticos a corto, medio y largo plazo, que a su vez podría posibilitar nuevos desarrollos enfocados a sistemas de almacenamiento de la energía en los periodos de menor demanda, mediante tecnologías innovadoras (pila de hidrógeno, hibridación con otras tecnologías renovables, etc.).
- Posibilidad de adaptar el diseño de las plataformas, o bien de implantar sistemas de gestión de la producción que incorporen, en tierra o en las proximidades del parque, dispositivos de suministro de energía eléctrica a embarcaciones, que permitirían por una parte la transición de la flota a fuentes de energía sostenibles, y por otra actuar a modo de almacenamiento de la energía producida, de cara a equilibrar la producción y el consumo sin requerir una ampliación de la capacidad de la red de transporte.
- Permite la participación de las personas que viven en la zona en el desarrollo del proyecto mediante mecanismos de crowdfunding que la sociedad promotora se compromete a implantar.
- Proyecto bien encuadrado en los fondos de reconstrucción europeos para permitir una cofinanciación europea al estar alineado con los objetivos que persiguen dichos fondos.

4 UBICACIÓN DEL PROYECTO

4.1 Análisis de circunstancias y criterios para la selección del emplazamiento óptimo

Para llevar a cabo la selección del área más adecuada para la implantación del proyecto se ha realizado un análisis preliminar de las características del territorio y el espacio marino mediante la utilización de herramientas de planificación espacial (GIS).

Este análisis ha permitido identificar de forma temprana los principales condicionantes y aspectos críticos a considerar para la delimitación de la zona de implantación, evaluando los siguientes factores:

- **Recurso eólico:** este factor es el de mayor interés, puesto que de él depende la viabilidad de un parque (que requiere un factor de capacidad objetivo superior al 40%). Se ha analizado la distribución espacial del potencial eólico en base a mapas de densidad de potencia eólica desarrollados por Global Wind Atlas, priorizando aquellas áreas con una densidad eólica superior a 1.000 W/m².
- **Batimetría:** se excluyen aquellas áreas con profundidad inferior a 50 m (siguiendo criterios de compatibilidad ambiental y con otros usos del espacio marino) o superior a 1.000 m (basado en criterios de viabilidad técnico-económica), priorizando las áreas con menor profundidad dentro de este intervalo.
- **Distancia a costa / Impacto visual:** la altura máxima estimada de cada aerogenerador es de aproximadamente 250 m sobre el nivel del mar. Por tanto, se han buscado emplazamientos ubicados preferiblemente a más de 8 km de la costa, para minimizar el impacto visual. Para minimizar la ocupación de fondo marino por el sistema de evacuación de la energía, se limita la localización del inicio del parque a una distancia máxima de 30 km.
- **Puntos de conexión a red de distribución eléctrica:** la localización del parque ha de estar próxima a alguno de los principales nodos de conexión a la red eléctrica de transporte (idealmente 400 kV, dado que permite minimizar las pérdidas de energía durante el transporte).
- **Zonificación estratégica del espacio marítimo:** en espera de la aprobación de los Planes de Ordenación del Espacio Marítimo (POEM), que establecerán los usos permitidos en el mismo, actualmente se mantiene vigente la zonificación de áreas eólicas marinas derivada del Estudio Estratégico del Litoral Español para la Instalación de Parques Eólicos Marinos (2009), del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Se prioriza como criterio general la localización del parque fuera de las zonas definidas como no aptas.
- **Interferencias aéreas:** el emplazamiento debe evitar la interferencia de las áreas de interés con servidumbres de operación y radioeléctricas de los aeropuertos y aeródromos, la interferencia con instalaciones de radar y la interferencia con áreas DPR (*Dangerous-Protected-Restricted*), algunas de ellas asociadas a uso militar.
- **Tráfico marítimo:** el emplazamiento y área ocupada por el parque debe evitar una afección significativa a las rutas marítimas que discurren por el espacio marítimo, manteniendo corredores seguros de navegación.

- Actividad pesquera: el emplazamiento debe minimizar la afección a los principales caladeros de pesca, así como evitar áreas ocupadas por arrecifes artificiales, recintos o jaulas destinados a la acuicultura o instalaciones de cultivo de mariscos y las áreas catalogadas como zonas de interés o admisibles para la acuicultura o los cultivos marinos. De acuerdo con las sugerencias planteadas por representantes del sector pesquero en Cataluña durante varias sesiones informativas mantenidas con los mismos, se ha procurado asimismo situar el emplazamiento de manera que coincida espacialmente con alguna de las principales áreas de veda permanente establecidas en la costa de Cataluña, para minimizar así el impacto sobre el sector.
- Espacios protegidos: el emplazamiento del parque marino debe situarse fuera de los principales espacios protegidos, tales como los que componen la Red Natura 2000 (ZEC y ZEPA), Espacios del Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN) de Cataluña, Espacios Naturales de Protección Especial (ENPE), Zonas de Especial Interés para el Mediterráneo (ZEPIM) o humedales de la red RAMSAR. También las instalaciones de evacuación de la energía generada deben minimizar su afección a estos espacios en la zona terrestre.
- Hábitats y ecosistemas: tanto el emplazamiento marino como el tendido de cables submarinos debe evitar la afección a hábitats de excepcional interés pesquero, identificados y comunicados por la Secretaría General de Pesca Marítima (principalmente praderas de fanerógamas marinas y fondos de coralígeno). Se ha valorado también para la designación de áreas de implantación la compatibilidad del proyecto con áreas de frecuentación de determinadas especies consideradas vulnerables o en peligro de extinción (cetáceos, tortugas marinas, aves marinas, etc.).
- Otros usos del espacio marino: se ha realizado una búsqueda e identificación de otros usos u obstáculos relevantes presentes en el fondo marino (cables y ductos submarinos, pecios o zonas con presencia de artefactos explosivos) a fin de evitarlas.
- Otros aspectos condicionantes: si bien no determinan de forma excluyente la ubicación del emplazamiento, si se han valorado factores como el clima marítimo o la morfología de fondos para determinar la viabilidad técnica de las posibles soluciones tecnológicas.

Cabe destacar que se ha realizado previamente un análisis preliminar de todo el litoral catalán evaluando los factores incluidos en este apartado, en el que la zona de l'Empordà ha resultado ser la única viable considerando todos los factores citados.

A continuación, se muestra el análisis realizado en esta zona, considerando cada uno de los criterios anteriores para la delimitación de la localización óptima para el emplazamiento.

4.1.1 Recurso Eólico

El principal factor analizado para determinar la viabilidad del parque eólico es la calidad del recurso eólico. De acuerdo con el criterio seleccionado para valorar este recurso, la densidad de potencia eólica, la calidad del recurso eólico es óptimo en el nordeste de Cataluña, a lo largo de la Costa Brava.

Existe también una pequeña área al norte del Delta del Ebro con buen recurso eólico, pero su proximidad a la costa y la presencia de varios espacios protegidos de elevado valor ambiental en dicha localización la hacen poco viable para el desarrollo de un parque eólico.

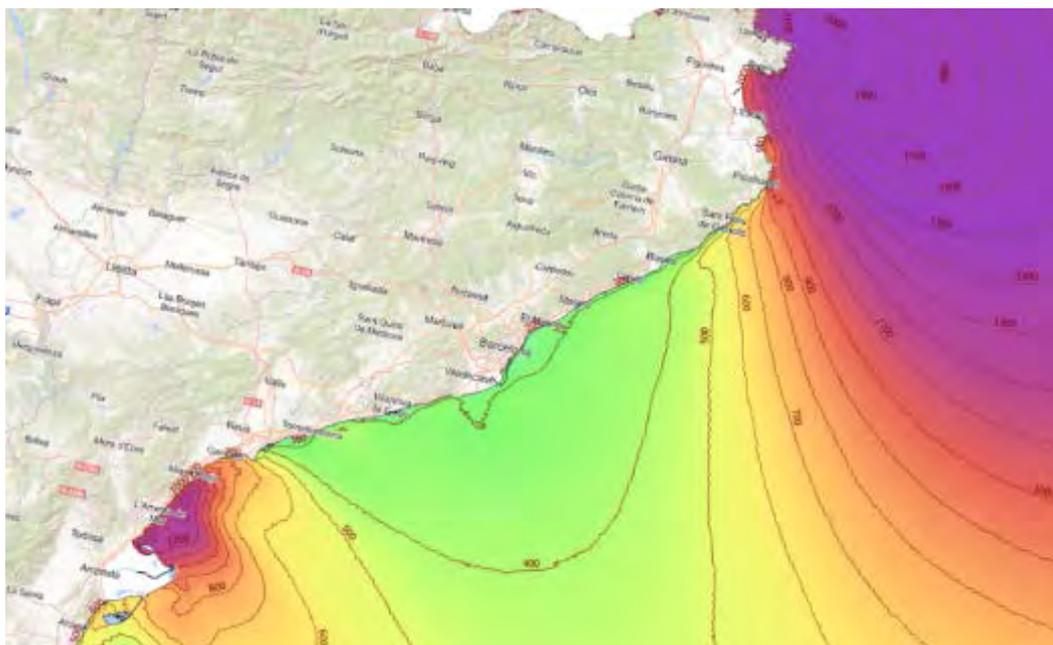


Figura 1. Mapa de calidad del recurso eólico (en densidad de potencia eólica) en la costa de Cataluña. Fuente: Global Wind Atlas, editado por SENER.

La densidad de potencia eólica en el noreste de Cataluña alcanza valores de entre 1.000 y 2.000 W/m², lo cual representa un rango óptimo para la producción eólica. La zona de mayor potencia eólica se sitúa al norte del Cap de Creus, si bien en general toda el área ubicada al norte del Cap de Begur dispone de una densidad de potencia superior a 1.200 W/m² a una distancia de la costa superior a 8 km.

4.1.2 Batimetría y distancia a la costa

Estos dos factores se evalúan conjuntamente, puesto que generalmente son criterios que se valoran inversamente y la selección del emplazamiento óptimo resulta de un equilibrio entre ambos: una mayor distancia a la costa, por lo general supone un menor impacto ambiental y paisajístico, pero también se incrementan de forma importante las profundidades, que dificultan técnicamente el desarrollo del proyecto e incrementan su coste.

En la región situada entre el Cap Begur y el Cap de Creus, la plataforma continental es relativamente amplia, situándose la isóbata de 200 m a una distancia de entre 20 y 30 km de la costa. Esta amplitud permite situar los aerogeneradores flotantes a profundidades adecuadas para el fondeo y permite además respetar una distancia mínima de aproximadamente 8 km con la costa.

Al norte de Cap de Creus el ancho de plataforma se reduce por la presencia de los cañones del Cap de Creus y Lacaze-Duthier, siendo menos adecuada. Lo mismo ocurre al sur del Cap de Begur, donde el Cañón de Begur impone también un brusco aumento de la profundidad en las proximidades de la costa.

El emplazamiento óptimo debe situarse por tanto entre ambos cañones, dado que suponen una dificultad técnica para el establecimiento de los sistemas de anclaje al fondo marino.

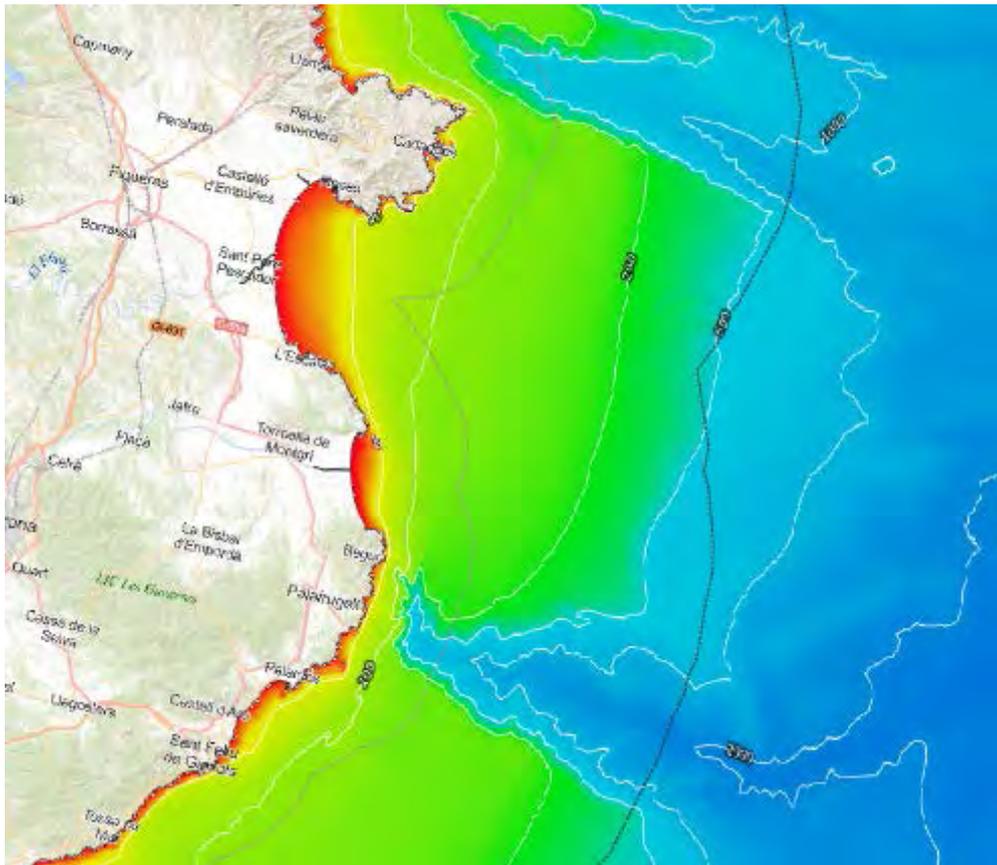


Figura 2. Batimetría en la costa noreste de Cataluña. Fuente: EMODnet, editado por SENER.

4.1.3 Conectividad a la Red Eléctrica

La Figura 3 muestra el trazado de la red de transporte en Cataluña, en operación en 2015 (último dato disponible).

La red de transporte de alta tensión discurre en esta zona a una distancia de unos 15-20 km de la costa, donde pasa la línea de 400 kV que une los nodos de Bescanó, La Farga y Santa Llogaia. En las proximidades de la costa existen varias líneas de la red de distribución, de 132 kV, con subestaciones en Llançá, Torre del Vent y Bellcaire.

En la zona de interés, de acuerdo con la planificación de la red de transporte de electricidad para el periodo 2015-2020, se ha ejecutado a la fecha una nueva subestación en La Farga, de 400/220 kV, que completa la nueva línea de 400 kV que une Vic con la red principal que interconecta con Francia.



Figura 3. Red de transporte eléctrico en Girona en servicio el 1 de enero de 2015. Fuente: REE.

Conforme a la información proporcionada por el último boletín de REE de Octubre de 2020 relativo a la capacidad máxima admisible para generación renovable en los nudos de la red de transporte y red de distribución subyacente en Cataluña, la subestación de Santa Llogaia dispone de un margen de capacidad disponible para la conexión de nuevas plantas de generación eólica de entre 560 y 580 MW en tensión de 400 kV. La subestación de La Farga dispone según el mismo boletín de una capacidad de entre 380 y 400 MW en tensión de 220 kV. Asimismo, se estima que la subestación de la Farga en 400 kV tendrá una capacidad de aproximadamente 550 MW.

Así pues, ambas subestaciones parecen a priori aptas para recibir la evacuación eléctrica del parque eólico marino Tramuntana en una primera fase del proyecto.

4.1.4 Compatibilidad con la zonificación eólica marina vigente

En 2009 se llevó a cabo un análisis preliminar enfocado al recurso eólico offshore: “Estudio Estratégico del Litoral Español para la Instalación de Parques Eólicos Marinos” (2009), del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Como resultado del mismo se definió una zonificación de las aguas marinas españolas en relación al desarrollo del sector de la eólica marina, que determina las zonas potencialmente aptas, las zonas potencialmente aptas con condicionantes y las zonas no aptas para la instalación de futuros parques eólicos.

Si bien esta zonificación actualmente se encuentra obsoleta y pendiente de una revisión y actualización para adaptarse a la situación actual de áreas y espacios protegidos e interacción con nuevos usos y actividades marítimos, lo que podría implicar una modificación sustancial de su distribución espacial, se ha consultado a modo de referencia para adaptar la geometría de las áreas de interés propuestas y evitar las áreas no aptas definidas en la misma.

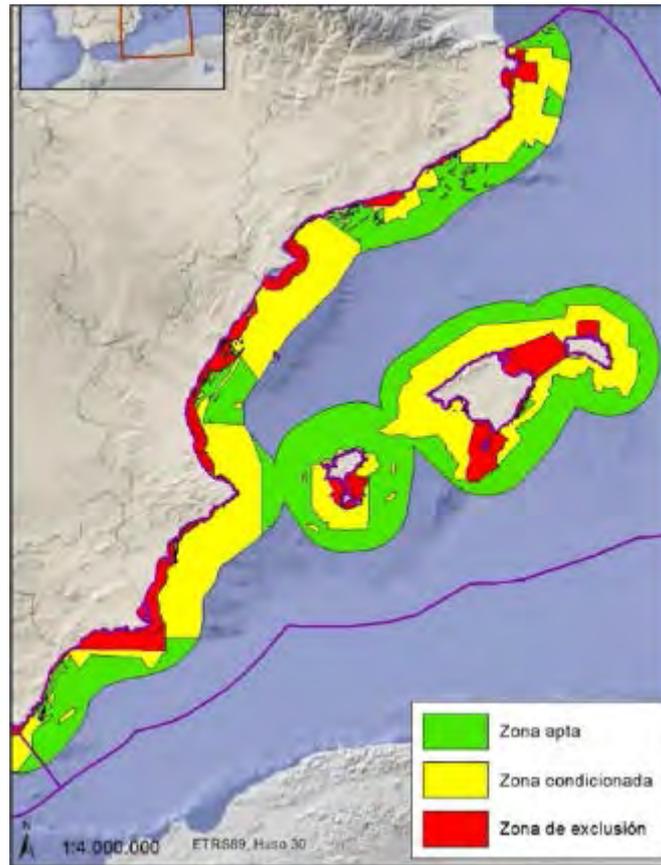


Figura 4. Zonificación del litoral para la instalación de parques eólicos offshore. Demarcación Levantino-Balear. Fuente: CEDEX (a partir del Estudio Estratégico del Litoral Español para la Instalación de Parques Eólicos Marinos).

4.1.5 Compatibilidad con los Espacios Naturales Protegidos

La mayor parte del litoral analizado se encuentra protegido bajo alguna figura legal de protección ambiental. Los espacios más relevantes localizados en las proximidades del litoral son los siguientes:

TIPO DE ESPACIO	CÓDIGO	NOMBRE	ÁREA (ha)	COMPETENCIA DE GESTIÓN
LIC y ZEPA	ES0000019	Aiguamolls de l'Alt Empordà	10827,93	Cataluña
LIC y ZEPA	ES5120007	Cap de Creus	13834,12	Cataluña
LIC y ZEPA	ES5120016	El Montgrí-Les Medes-El Baix Ter	6463,68	Cataluña
LIC y ZEPA	ES5120014	L'Albera	16314,01	Cataluña
LIC y ZEPA	ES5120015	Litoral del Baix Empordà	3390,08	Cataluña
LIC y ZEPA	ES5120013	Massís de les Cadiretes	9196,96	Cataluña
ZEPA	ES0000514	Espacio marino de l'Empordà	85444,007	MITECO
LIC	ESZZ16001	Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León	93766,084	MITECO

Tabla 1. Listado de los Espacios Naturales Protegidos en el litoral noreste de Cataluña. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).

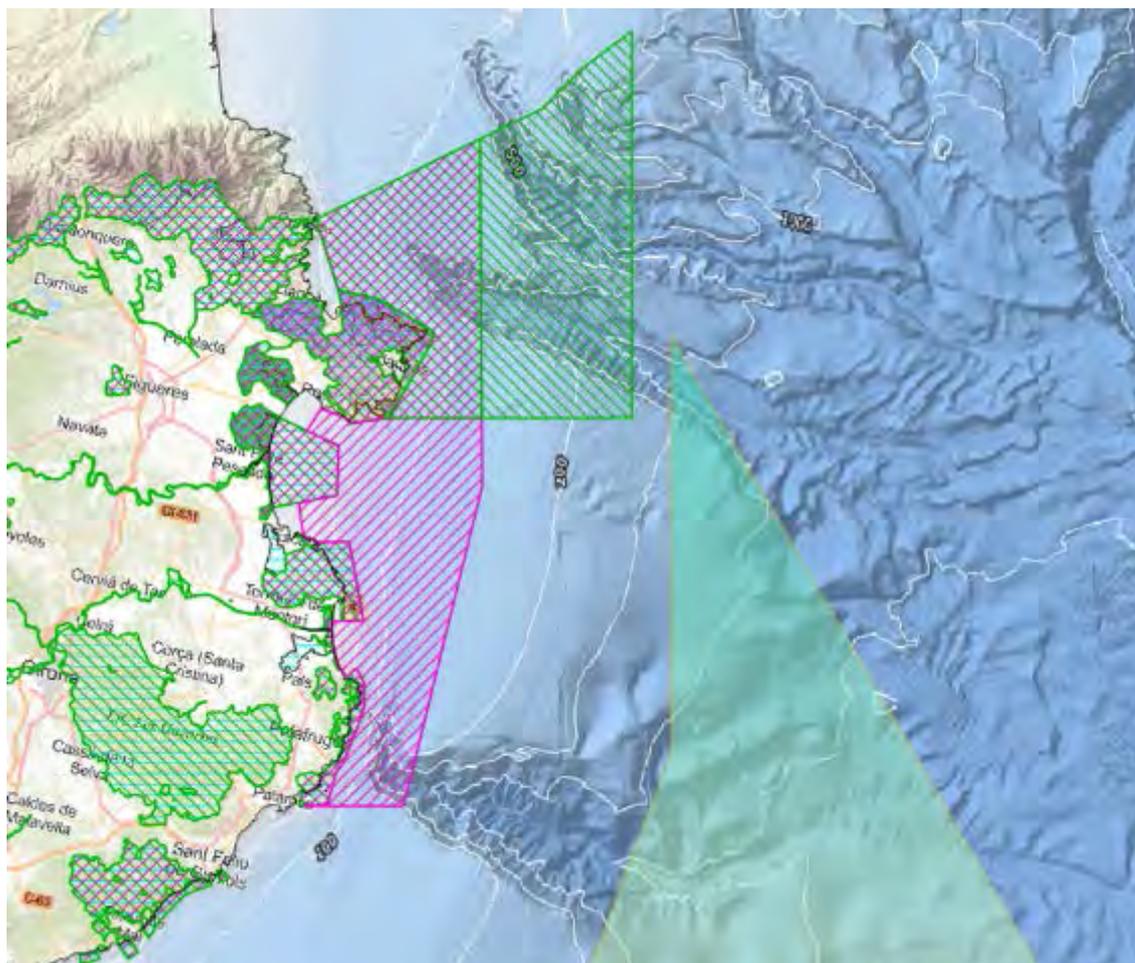


Figura 5. Localización de los Espacios Protegidos ambientalmente en la costa nororiental de Cataluña. Fuente: MITECO.

Entre ellos, destacan (en sombreado amarillo en la tabla) la Zona de Especial Protección para Aves del Espacio Marino de l'Empordà, que cubre la totalidad del litoral entre Palamós y Portbou, y el LIC Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León, que cubre desde el Cap de Creus hasta Portbou y se adentra 12 millas mar adentro.

Cabe también mencionar la presencia del Corredor de Migración de Cetáceos del Mediterráneo, declarado mediante el Real Decreto 699/2018, de 29 de junio como Área Marina Protegida y propuesto para su inclusión en la Lista de Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (Lista ZEPIM) en el marco del Convenio de Barcelona, que supone a priori una limitación a la extensión del parque eólico hacia el este.

Estos espacios limitan en gran medida la extensión de plataforma continental sobre la que resulta viable la instalación de un parque eólico.

Cabe destacar también la presencia potencial de praderas de fanerógamas en las zonas más someras del Cap de Creus, sector norte de la Bahía de Roses, litoral entre L'Escala y L'Estartit o litoral de Begur, coincidiendo en su mayoría con las áreas protegidas. La distribución real en la actualidad de estos hábitats en la zona habrá de ser estudiada, a fin de evitar su afectación por parte de los cables submarinos que unan el parque eólico con la subestación costera.

Existe asimismo un Plan de Recuperación de la gaviota corsa desde 2004 dirigido al monitoreo y protección de esta especie. En dicho plan figura un área potencial de alimentación que cubre prácticamente la totalidad de la plataforma oceánica hasta la isóbata de 200 m a lo largo de la costa de Cataluña.



Figura 6. Otros elementos de protección a determinadas especies vulnerables en la zona de interés. Fuente: Tecnoambiente.

Si bien la presencia de estas especies en la zona no se ha considerado como un criterio excluyente para la localización de las infraestructuras del proyecto, sí se tienen en cuenta en el planteamiento de los métodos constructivos y de operación, para evitar o minimizar potenciales impactos a las mismas.

4.1.6 Compatibilidad con la Actividad Pesquera y Acuícola

La actividad pesquera en esta zona se evalúa en base a los mapas desarrollados por el ICATMAR en el Estudio sobre el Estado de las Pesquerías en Cataluña (2019) a partir de muestreos y control de capturas en distintas áreas y caladeros. De acuerdo con este informe, las principales zonas de pesca se localizan a lo largo de los veriles de la plataforma continental y en las proximidades de los cañones del Cap de Creus y Begur.

Se dispone asimismo de una cartografía de caladeros del año 2003 publicada por el Instituto Español de Oceanografía. No obstante, cabe destacar que no todas las áreas de mayor rendimiento pesquero coinciden espacialmente con las áreas designadas por el IEO como caladeros.

Evidentemente, no es posible evitar la totalidad de las áreas de pesca existentes en la zona de interés, si bien si es posible limitar el impacto del parque eólico sobre esta actividad situándolo, por ejemplo, en áreas donde actualmente estén implantadas zonas de veda permanente (véanse en la siguiente figura).

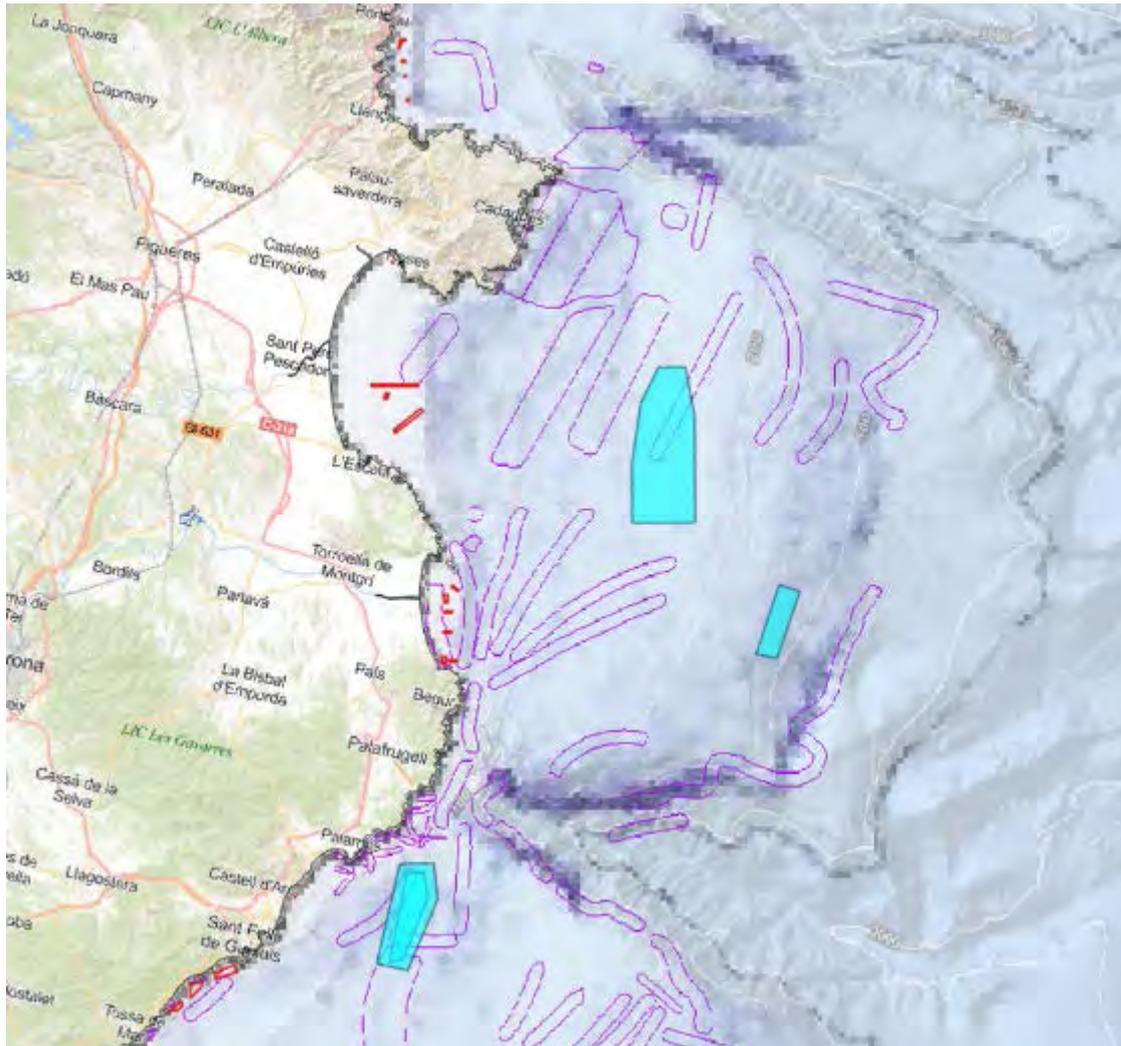


Figura 7. Mapa de rendimiento de la pesca de arrastre en la costa catalana durante el año 2017, junto con ubicación de arrecifes artificiales, caladeros y reservas de pesca. Fuente: ICATMAR, Generalitat de Catalunya.

Existen, asimismo, varios arrecifes artificiales a lo largo de la costa, enfocados bien a la protección de las praderas de fanerógamas marinas, o bien para promover la regeneración de diversas especies pelágicas, que los emplean como elementos de protección y alimentación durante sus fases juveniles.

También se ha identificado una instalación de acuicultura en la bahía de Roses, junto al Puerto. Todas estas instalaciones se encuentran relativamente cerca de la costa y a profundidades inferiores a 100 m, y dado que se encuentran cartografiadas, no suponen una limitación significativa para la instalación del parque eólico, si bien pueden restringir las trazas para el tendido de los cables submarinos en dirección a la costa.

4.1.7 Compatibilidad con la navegación aérea

El aeropuerto más próximo a esta zona es el de Girona, pero sus servidumbres operativas y procedimentales se sitúan a más de 10 km de distancia de la costa, no afectando a la zona de interés. Más próximo a la zona de interés se encuentra el aeródromo de Empuriabrava, cuya actividad principal es la práctica del paracaidismo y escuela de pilotos privados, aunque también se llevan a cabo vuelos de fotografía, publicidad aérea y turísticos. Registra unos 6.000 despegues anuales y alrededor de 125.000 saltos. Este aeródromo no cuenta con servidumbres operativas, si bien mantiene un área DPR reservada para actividades de paraclub que ocupa parcialmente la Bahía de Rosas.

El radar de control aéreo existente más próximo a la zona de estudio se localiza en Begur (a 318 m de altitud), con una servidumbre con limitación de altura que cubre un radio de 3 km, por lo que no alcanza la zona marítima objeto de estudio.

Por tanto, no es previsible ningún tipo de afección a la navegación aérea en esta zona.

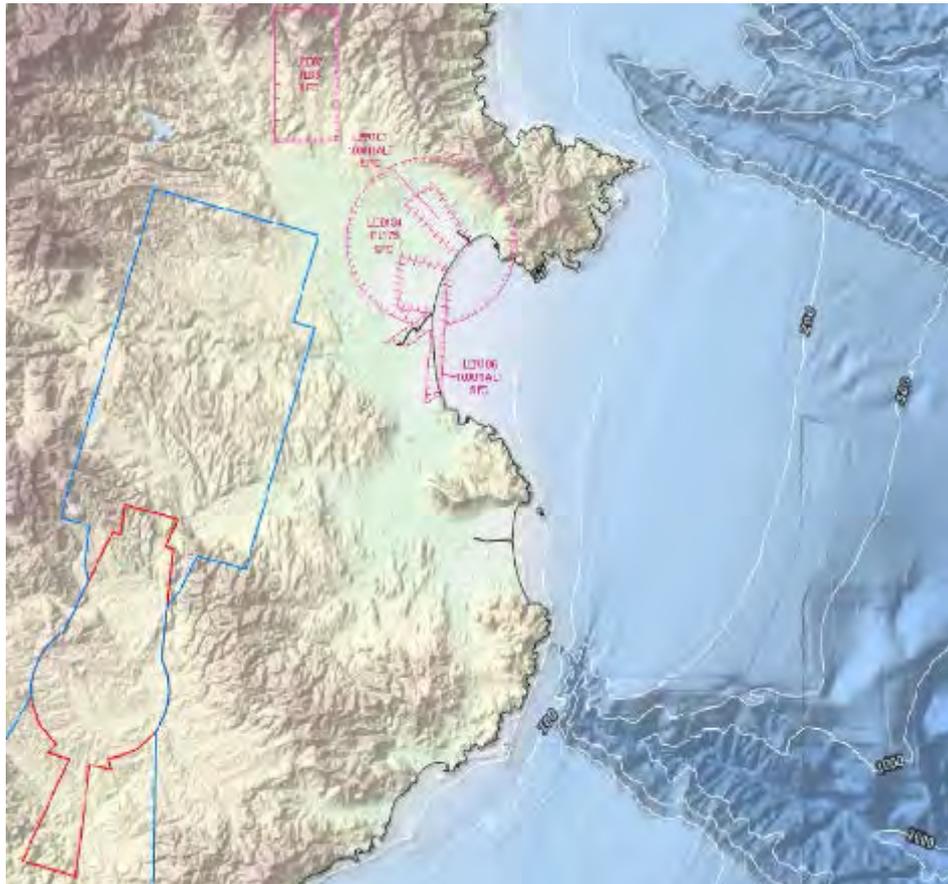


Figura 8. Mapa de servidumbres aéreas y zonas DPR en el Nordeste de Cataluña. Fuente: ENAIRE.

4.1.8 Compatibilidad con el tráfico marítimo

El tráfico marítimo en esta zona es reducido, al no existir puertos con importante actividad comercial en las proximidades de la zona analizada. Las principales rutas son las que parten del Puerto de Barcelona en dirección a otros puertos del Mediterráneo occidental (en la costa de Francia o Italia), siendo la densidad de tráfico comercial en la zona inferior a 100 trayectos mensuales (véase Figura 9).

Por ello, no es esperable una afección significativa a la navegación marítima.

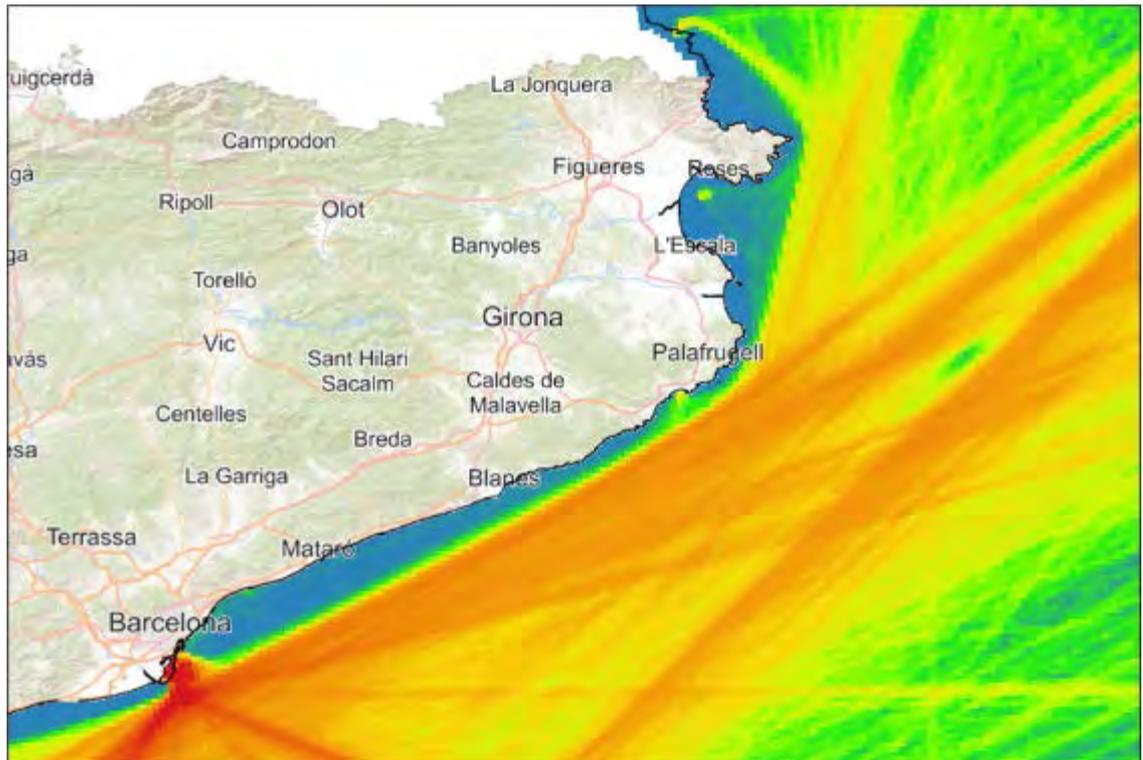


Figura 9. Tráfico marítimo de mercancías en las proximidades de la costa catalana. Fuente: EMODnet, adaptado por SENER.

4.1.9 Morfología de fondos

A partir de la información cartográfica de litología de los fondos marinos en esta región, publicada por el IEO, se observa que los fondos marinos en esta zona se componen principalmente de arenas y fangos. Los afloramientos rocosos más próximos se localizan en la costa de Begur.

No obstante, esta cartografía es muy general y de gran escala, y no proporcionan un detalle suficiente para identificar afloramientos puntuales de roca, por lo que no es descartable que durante las campañas de reconocimiento a realizar en fases posteriores del proyecto pudieran aparecer este tipo de afloramientos dentro de la zona de interés.

En cualquier caso, a priori parece que el tipo de fondos es óptimo para el anclaje de los aerogeneradores flotantes mediante anclas de arrastre.



Figura 10. Litología de los fondos marinos en el litoral nororiental de Cataluña. Fuente: IEO.

4.2 Selección y descripción del emplazamiento óptimo del parque eólico

En base al análisis integral de los factores descritos anteriormente, se ha preseleccionado un área óptima para el despliegue del parque eólico marino a escala comercial en Cataluña. Dicho emplazamiento se sitúa en la costa Brava, entre el Cap de Creus y el Cap de Begur (véase Figura 11). En verde se indican los posibles puntos de aterrizaje del cable submarino.

La zona de estudio preliminar propuesta presenta un área de aproximadamente 654 km². Se sitúa en profundidades comprendidas entre los 110 y los 750 m. El parque eólico a instalar dentro de esta zona preliminar ocuparía una superficie máxima de 300 km² para la instalación de aerogeneradores. Un sector de la zona propuesta, en su extremo noroeste (polígono rojo en la Figura 11) actualmente se encuentra calificado como zona de exclusión en el Estudio Estratégico Ambiental del litoral español para la instalación de parques eólicos marinos (2009), si bien se ha mantenido preliminarmente dentro de la zona objeto de análisis sopesando los restantes criterios, en espera de la definición de usos que se le otorgue en función de la ordenación que establezcan los futuros Planes de Ordenación del Espacio Marítimo (POEM), que se espera estén publicados en el 2021.

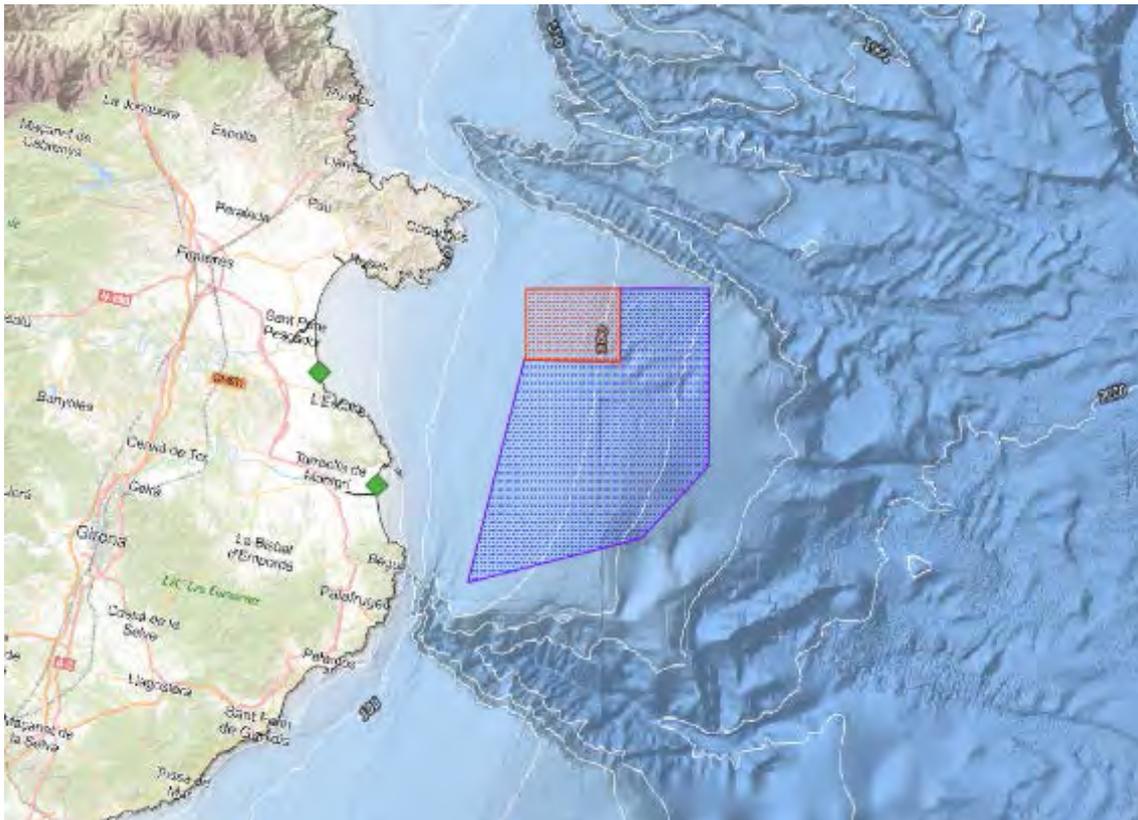


Figura 11. Localización preliminar del ámbito analizado para el emplazamiento del parque y posibles puntos de aterraje del cable submarino (fuente: SENER).

La calidad del recurso eólico en esta región puede considerarse muy buena, siendo una de las zonas con mayor potencia eólica del país. La densidad de potencia eólica calculada en esta zona a 150 m de altura alcanza magnitudes superiores a 1.200 W/m^2 , lo cual representa un valor óptimo para la producción eólica.

El emplazamiento propuesto se sitúa fuera de las principales áreas naturales protegidas, y permite un tendido viable tanto de los cables submarinos como de la conexión terrestre con una afección mínima a espacios naturales y hábitats protegidos.

Este emplazamiento no tiene afecciones significativas a la navegación aérea (no afectando a ninguna servidumbre aeronáutica) o marítima (no bloquea las principales rutas de navegación detectadas), y consigue también minimizar la afección a los principales caladeros explotados actualmente por la flota pesquera asociada a los puertos de Roses y Palamós, incorporando dos de las áreas de veda establecidas en la Orden APA/753/2020, de 31 de julio.

Por otra parte, este emplazamiento permitiría realizar la evacuación de la energía a alguno de los nodos de la red de transporte de alta tensión (400 kV), que discurre a aproximadamente 15-20 km de la costa, como podrían ser las subestaciones de Santa Llogaia o La Farga, previsiblemente con capacidad suficiente para la evacuación.

5 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

5.1 Descripción general de proyecto y sus fases de desarrollo

El Parque Eólico Marino Tramuntana requiere la instalación de aerogeneradores de entre 12 y 15 MW cada uno, con una potencia total instalada de aproximadamente 1.000 MW y una producción anual estimada de aproximadamente 4.000 GWh.

La solución propuesta, tras el correspondiente análisis de alternativas posibles (véase capítulo 7), consiste en un parque de una capacidad máxima de 975 GW, compuestos por 65 turbinas de 15 MW dispuestos en circuitos de 5 turbinas cada uno).



Figura 12. Planta general propuesta para la implementación del parque eólico marino.

El desarrollo del proyecto se plantea preliminarmente a través de dos fases consecutivas (indicadas en diferente color en la Figura 12):

- Una primera fase comercial, con una capacidad instalada de 450MW, que contempla la instalación de 30 aerogeneradores de 15 MW con una producción anual estimada de aproximadamente 1.700 GWh.
- Una segunda fase comercial mediante el incremento de capacidad en 525 MW adicionales (hasta un total de aproximadamente 975 MW), mediante 35 turbinas adicionales.

El área de ocupación total del parque eólico sería de aproximadamente 166 km².

El área considerada para la implantación de las turbinas está definida por los polígonos cuyas coordenadas se indican a continuación.

X	Y
532.910	4.674.784
536.900	4.675.705
540.467	4.675.716
540.058	4.666.249
540.272	4.664.620
538.086	4.655.488
529.136	4.653.422
532.919	4.668.346

Tabla 2. Coordenadas UTM (proyección ETRS89-31N) del polígono definiendo el área total de la ubicación propuesta.

Esta área contempla el espacio necesario para la colocación de las 65 turbinas sobre sus cimentaciones flotantes, considerando unas distancias de separación estimadas de 2.000 m entre hileras y 1.100 m entre aerogeneradores de una misma hilera. Sin embargo, el área afectada por cada unidad de generación (cada conjunto de turbina, plataforma flotante y sistema de anclaje) es de aproximadamente 78,5 Ha, equivalente a un círculo de 500 m de radio, lo que en total supone una ocupación efectiva del orden del 32,1% del área total del emplazamiento de localización seleccionado.

Cada una de las fases anteriores comprende el diseño, producción y ejecución de los siguientes componentes:

- La construcción de las plataformas flotantes para la cimentación de los aerogeneradores flotantes.
- La instalación del conjunto plataforma-aerogenerador en el área marina de operación del parque eólico.
- El tendido de cables submarinos de interconexión entre aerogeneradores y de evacuación de la energía generada a la costa.
- La ejecución de la transición litoral de los cables de evacuación submarinos hasta las arquetas de conexión marítimo-terrestres.
- La conducción eléctrica subterránea desde las arquetas de conexión hasta una subestación eléctrica transformadora próxima al punto de evacuación en costa.
- El tendido de líneas eléctricas desde dicha subestación hasta uno de los nodos de la red eléctrica más próximos, para permitir la evacuación de la energía renovable a la red.

En los siguientes capítulos se procederá a describir cada uno de los componentes tecnológicos del proyecto y las principales características de su ejecución en base al estado del arte actual.

5.2 Descripción de los elementos de proyecto

Los principales elementos del parque eólico y sus infraestructuras eléctricas asociadas son las siguientes:

Unidades de generación:

Las unidades de generación están compuestas por las turbinas, sus cimentaciones flotantes y su sistema de anclaje, compuesto por varias líneas.

El proyecto contempla aerogeneradores de 15 MW montados sobre plataformas flotantes, con sus correspondientes sistemas de fondeo.

Estos aerogeneradores estarán distribuidos en 5 filas paralelas entre sí, orientadas en dirección ENE, compuesta cada una por 5 aerogeneradores. Esta orientación permite un máximo aprovechamiento del recurso eólico, que se caracteriza en este emplazamiento por vientos dominantes procedentes del NNW y N. En una segunda fase se contemplan 35 aerogeneradores adicionales, dispuestos en 5 nuevas filas de 7 aerogeneradores cada una, que se distribuirán, manteniendo idéntica orientación, en una zona adyacente a la ocupada en la primera fase, al sur de la misma.

Cables submarinos:

La conexión eléctrica mediante cables submarinos contempla dos tipos de cables:

- Cables de interconexión eléctrica entre aerogeneradores o cables inter-array: se requerirá un circuito de 66 kV por grupo de 5 aerogeneradores para conectarlos entre sí, con capacidad para evacuar hasta 75 MW cada uno. Estos cables se dispondrán por debajo de los aerogeneradores, conectándolos entre sí.
- Cables de evacuación del parque: conectados a los anteriores a través del aerogenerador del extremo más próximo a tierra de cada hilera, tendrán una longitud de aproximadamente 23 y 32 km (en función de la posición del extremo del circuito conectado), para unir el parque eólico con la arqueta de conexión en la costa.

Los cables de evacuación, dispuestos en forma de ramificaciones tal y como se aprecia en la Figura 12, se reunirán en una única zona próxima al parque eólico, en su lado más cercano a tierra, para discurrir en paralelo hasta la zona de aterraje, ocupando un corredor con una anchura de aproximadamente 600 m.

La localización de este corredor es aproximada, pues no se podrá definir de forma definitiva hasta que se hayan efectuado las prospecciones geofísicas. Por ello, en esta fase del estudio se contempla una anchura máxima de la zona a analizar para su localización de aproximadamente 1650 m.

Arqueta/s de transición para la conexión marítimo-terrestre de los cables de evacuación:

La transición marítimo-terrestre de los cables de evacuación se prevé en la playa de Las Dunas, en el municipio de Sant Pere Pescador, en las proximidades de la desembocadura del Riu Vell y junto al Camping La Ballena Alegre.

Se realizará mediante una perforación dirigida a profundidad suficiente para evitar cualquier afectación al perfil activo de playa y a las comunidades biológicas del fondo marino, y permitirá conectar los cables submarinos con los cables de evacuación terrestre.

Esta conexión se llevará a cabo en una arqueta subterránea.

Cables de evacuación terrestre:

Consistirán en circuitos de 66 kV, con una longitud aproximada de entre 800 m y 1.000 m de longitud, que permitirán conectar la arqueta de conexión con la subestación del parque eólico, ubicada en parcelas de uso agrícola o industrial a una cierta distancia de la línea de costa. Estos cables transcurrirán mediante una conducción subterránea.

Subestación elevadora:

Será la subestación del parque eólico, con equipos de transformación de voltaje 66/400 kV, para la elevación del voltaje de la energía recibida, que permita su transporte mediante líneas de alta tensión para minimizar las pérdidas de energía.

Línea de alta tensión:

Consistirá en una línea en 400kV, de unos 18 km de longitud, para la interconexión de la subestación del parque eólico marino con una de las subestaciones de la red de transporte más próximas, propiedad de Red Eléctrica de España (REE), previsiblemente en Santa Llogaia. Esta línea podrá transcurrir en aéreo o bien mediante conducción subterránea (con o sin estructura de galería) en función del resultado del análisis de potenciales impactos del trazado sobre el medio terrestre.

La ubicación de los elementos de la instalación, así como el origen, recorrido y fin de las líneas de evacuación eléctrica de la misma se indican a continuación (véase en detalle en el Plano 10.1):

Unidad	X	Y	Unidad	X	Y
Aerogeneradores					
1	534224	4674096	34	536203	4664290
2	535296	4674343	35	537275	4664537
3	536367	4674591	36	532468	4661375
4	537439	4674838	37	533540	4661622
5	538511	4675086	38	534611	4661870
6	534138	4672023	39	535683	4662117
7	535210	4672271	40	536755	4662365
8	536281	4672518	41	531947	4659202
9	537353	4672766	42	533019	4659450
10	538425	4673013	43	534091	4659697
11	534052	4669951	44	535163	4659944
12	535124	4670198	45	536235	4660192
13	536195	4670446	46	531427	4657029
14	537267	4670693	47	532499	4657277
15	538339	4670941	48	533571	4657524
16	533966	4667879	49	534643	4657772
17	535038	4668126	50	535714	4658019
18	536109	4668373	51	530907	4654857
19	537181	4668621	52	531979	4655104
20	538253	4668868	53	533051	4655352
21	533446	4665706	54	534122	4655599
22	534517	4665953	55	535194	4655846
23	535589	4666201	56	538347	4664785
24	536661	4666448	57	537827	4662612
25	537733	4666696	58	537307	4660439
26	539583	4675333	59	536786	4658267
27	539497	4673261	60	536266	4656094

Unidad	X	Y	Unidad	X	Y
28	539411	4671188	61	539419	4665032
29	539325	4669116	62	538899	4662860
30	538805	4666943	63	538378	4660687
31	532988	4663548	64	537858	4658514
32	534060	4663795	65	537338	4656341
33	535132	4664042			
Arqueta de transición					
1	509440	4666246			
Subestación Elevadora					
8	509088	4666626			
9	509062	4666774			
10	509136	4666787			
11	509161	4666639			

Tabla 3. Ubicación de los principales elementos de la instalación, en coordenadas UTM (proyección ETRS89-31N).

Cables Submarinos de Evacuación del parque			
Corredor submarino	X=530125; Y=4660837	X=511209; Y=4666233	X=521487; Y=4661671 X=519037; Y=4662707 X=515589; Y=4665516 X=514263; Y=4665988 X=512262; Y=4665988
Cable Terrestre de Evacuación			
Corredor arqueta interconexión - subestación del parque	X=509440; Y=4666246	X=509145; Y=466663	X=509407; Y=4666305 X=509144; Y=4666237 X=509133; Y=4666348 X=509157; Y=4666439 X=509162; Y=4666542
Corredor subestación del parque- subestación Santa Llogaia	X=509075; Y=4666700	X=495394; Y=4675265	X=507071; Y=4666539 X=505135; Y=4666248 X=504410; Y=4666235 X=502704; Y=4666948 X=500356; Y=4669500 X=499396; Y=4670809 X=497574; Y=4671984 X=496095; Y=4673825 X=495635; Y=4674222

Tabla 4. Origen, recorrido y fin de las líneas de evacuación eléctrica de la instalación, en coordenadas UTM (proyección ETRS89-31N).

El proyecto se compone por tanto por un conjunto de infraestructuras marinas y otro de infraestructuras terrestres, que se describen a continuación.

5.2.1 Infraestructuras marítimas

5.2.1.1 Aerogeneradores

Los aerogeneradores o turbinas eólicas son los elementos tecnológicos que permiten la conversión de la energía cinética del viento en energía eléctrica que puede ser transportada y vertida a la red eléctrica. Los aerogeneradores marinos son típicamente turbinas de eje horizontal dotadas de tres palas que giran en un plano perpendicular a la dirección del viento.

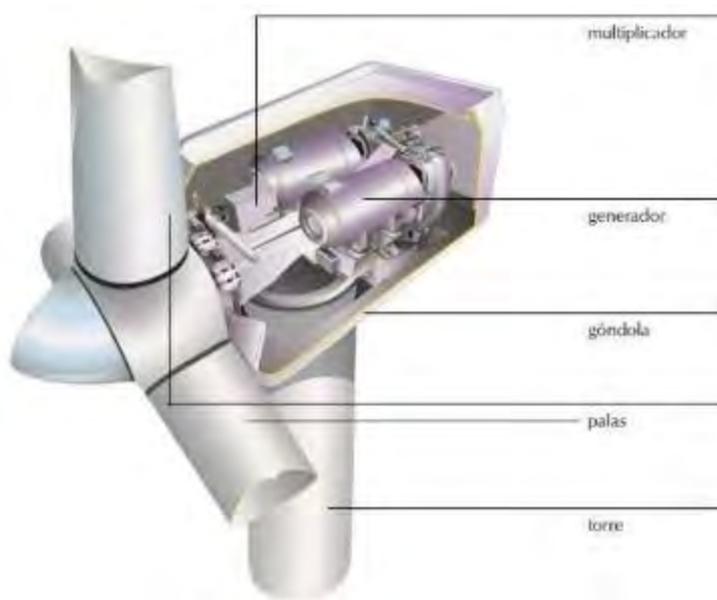


Figura 13. Esquema general de los componentes de un aerogenerador (fuente: SENER).

Los aerogeneradores convencionales están compuestos por tres elementos principales:

- **Torre o soporte:** es la estructura rígida que soporta la góndola y el rotor y los mantiene a una altura suficiente sobre el nivel del mar que permite el aprovechamiento óptimo de la energía eólica reduciendo la turbulencia. El presente proyecto considera para los aerogeneradores torres tubulares de acero de aproximadamente 125 m. La torre dispone de un acceso en la base y unas escaleras alojadas en su interior que facilitan el acceso a la góndola para las operaciones de inspección y mantenimiento. En el interior de la torre se suelen alojar asimismo otros elementos imprescindibles para la operación, como los equipos de maniobra, corte y protección, el transformador y el convertidor de potencia.
- **Góndola:** es la cabina que contiene y protege los componentes mecánicos (multiplicadora, freno, grupo hidráulico, etc.), eléctricos (generador, convertidor) y los sistemas de regulación y control del aerogenerador, facilitando su mantenimiento a través de un acceso desde la torre. En el exterior de la góndola se sitúan los elementos de balizamiento, refrigeración y la estación meteorológica. La base de la góndola es un anillo móvil que permite orientar el plano en el que giran las palas a la dirección del viento en cada momento, quedando así la góndola siempre a sotavento.

- **Rotor:** es el elemento móvil del aerogenerador que se activa con el viento. Está compuesto un conjunto de tres palas o álabes conectadas al buje, que es el elemento que transmite la energía captada por éstas a la multiplicadora. La potencia de un aerogenerador es directamente proporcional a la superficie que barren sus palas, o lo que es lo mismo, a la longitud de dichas palas.

La mayoría de turbinas eólicas generan electricidad a partir de velocidades de viento de 3-4 m/s, alcanzan su potencia máxima alrededor de los 12-15 m/s y se desconectan para prevenir daños cuando el viento excede velocidades medias de 25 m/s.

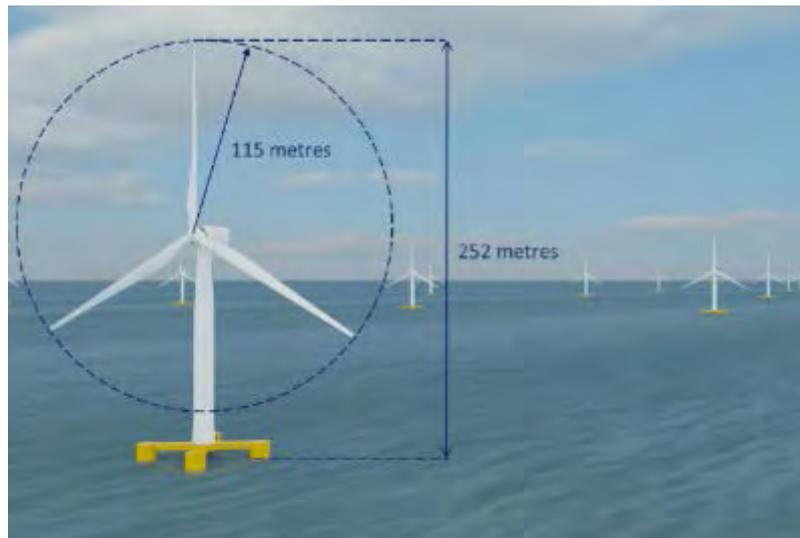


Figura 14. Dimensiones preliminares consideradas para los aerogeneradores del parque eólico Tramuntana (fuente: SENER).

En el presente proyecto se contemplan aerogeneradores de gran capacidad, de aproximadamente 15 MW de potencia, con una altura de buje de aproximadamente 125 m sobre la plataforma (137 m sobre el nivel del mar) y un diámetro de rotor de 230 m, lo que supone una altura total de alrededor de 252 m.

La eólica marina ha encontrado su principal vía de desarrollo para reducir el coste de la energía generada en el incremento de la potencia instalada concentrada en el menor número de máquinas posibles, lo que implica el desarrollo de turbinas de mayor potencia. Actualmente los aerogeneradores de mayor tamaño en producción alcanzan ya los 12 MW de potencia (turbina Haliade-X de General Electric), y ya existen prototipos planificados para 2021 de 14 MW (como la turbina SG 14-222 DD de Siemens de Gamesa, que puede alcanzar los 15 MW de potencia máxima gracias a una función Power Boost), por lo que es factible que en el periodo de desarrollo del proyecto del Parque Tramuntana se pueda disponer ya de turbinas comerciales de 15 MW, siendo por tanto ésta la hipótesis adoptada para el diseño adoptado para el parque marino, dado que permite optimizar la distribución espacial, reduciendo al mínimo posible (al reducirse el número de turbinas para una misma potencia total instalada) la superficie total ocupada por el parque eólico.

No obstante, se han valorado también algunas alternativas (véase capítulo 7) con aerogeneradores de capacidad algo inferior (12 MW), correspondientes con los de mayor tamaño que existen actualmente en fase comercial, ya que la solución finalmente adoptada dependerá de la disponibilidad del mercado para suministrar las turbinas en los plazos requeridos por la planificación del proyecto.

La diferencia en las dimensiones de estos aerogeneradores es muy pequeña, tal y como se puede observar en la siguiente tabla, ya que el aumento de potencia de las turbinas no repercute directamente en la altura del buje o el diámetro de rotor, sino en el diseño de los álabes, elementos estructurales y sistemas de transformación eléctrica:

Modelo de turbina	Haliade-X	SG 14-222 DD	Turbina de proyecto
Fabricante	General Electric	Siemens - Gamesa	-
Potencia	12 MW	14 MW	15 MW
Altura total(*)	242 m	244 m	252
Diámetro de rotor	220 m	222 m	230 m

Tabla 5. Dimensiones de referencia de varios modelos de turbinas y turbina tipo propuesta para el proyecto.

Como puede observarse, la diferencia en diámetro de rotor entre las dos turbinas de referencia es de tan sólo 2 m. Desde una perspectiva conservadora, las turbinas tipo contempladas en esta fase de desarrollo del proyecto tendrían un diámetro máximo de 230 m para cubrir cualquier posible desviación en el diseño de futuras turbinas de alta capacidad.

El tipo de turbina no supone en sí mismo una diferenciación lo suficientemente significativa en dimensiones como para que puedan considerarse distintas alternativas, puesto que la superficie de ocupación efectiva asociada a los dos tipos es prácticamente la misma, estando más condicionada por la disposición del sistema de anclaje que a la tipología de la turbina. Sí se contemplan en cambio distintas alternativas de número y disposición de turbinas en planta (véase capítulo 7).

5.2.1.2 Plataformas flotantes

Los parques eólicos marinos ubicados a profundidades superiores a los 50 m requieren de cimentaciones flotantes, dado que la distancia al fondo marino hace inviables las cimentaciones fijas. Estas cimentaciones para aguas profundas consisten en plataformas flotantes que se fijan al lecho marino mediante sistemas de anclaje que las mantienen en posición. Cada aerogenerador estará cimentado sobre una de estas plataformas.

Existen actualmente diversos tipos de plataformas flotantes para la cimentación de aerogeneradores (Barge, Semisumergibles, Spar o TLP, véase Figura 14), que emplean diferentes estrategias para proporcionar al aerogenerador flotabilidad y estabilidad, en función de las condiciones meteoceánicas y de profundidad del emplazamiento.

Para esta fase, se ha considerado como referencia una unidad semisumergible formada por cuatro columnas que se puede considerar que es representativa de cualquier estructura flotante semisumergible que se pudiera utilizar en lo referente a elementos que incorpora, dimensiones, layout, procesos de fabricación, transporte e instalación, etc.

No obstante, la selección específica del diseño y geometría de la plataforma no se realizará hasta fases posteriores de proyecto.

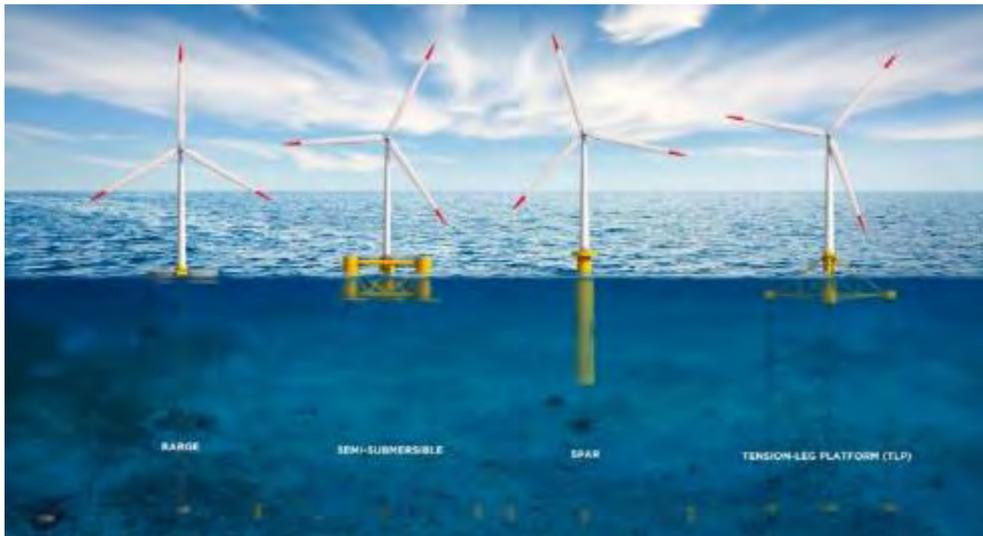


Figura 15. Soluciones tecnológicas de plataformas para aerogeneradores marinos (Fuente: Wind Europe).

La plataforma consiste en una unidad semisumergible formada por cuatro columnas con una placa de amortiguación y un sistema de amarre de catenaria.



Figura 16. Tipo de plataforma semisumergida considerada en el Proyecto. Fuente: Nautilus Floating Solutions.

En este caso y a modo de referencia, la turbina eólica está ubicada centralmente en relación con las columnas que proporcionan flotabilidad para soportar la turbina y permiten una inercia suficiente para mantener la estabilidad. El lastre de agua, que se encuentra dentro de la parte inferior de las columnas, actúa como un lastre estático para bajar la plataforma a su calado operativo. Además, se emplea un sistema de lastre activo para compensar los cambios en la velocidad y las direcciones del viento, llevando agua dentro y fuera de cada columna para compensar la carga del viento en la turbina.

Esta plataforma estaría fabricada en acero y constaría de cuatro columnas tubulares a modo de flotadores de aproximadamente 10-12 m de diámetro, separadas entre sí formando los vértices de un cuadrado, con unas dimensiones máximas en planta de aproximadamente 60-65 m x 60-65 m. La altura total de los flotadores será de unos 24-26 m, de los cuales unos 12-14 m estarían sumergidos. Tendrá un peso máximo aproximado de 2.800-3.200 toneladas y se fijará al lecho marino mediante un sistema de 3-4 catenarias con sus correspondientes anclas. A efectos del presente DIP se consideran los valores más elevados dentro de estos rangos.

El conjunto de plataforma y aerogenerador dará como resultado un dispositivo con una altura de buje de unos 137 m y una altura total de unos 252 m sobre el nivel del mar. La altura mínima de operación de la pala respecto al nivel del mar será de 22 m.

Estas dimensiones podrán variar en la fase de diseño para adaptarse a la turbina y al tipo de plataforma específica que finalmente se adopte para el proyecto.

5.2.1.3 Sistemas de sujeción al lecho marino

La plataforma flotante de cimentación del aerogenerador se mantiene en posición gracias a un sistema de anclaje al lecho marino, que evita que sea arrastrada por el efecto combinado del viento, el oleaje y las corrientes marinas y garantiza que los movimientos de la plataforma se mantengan dentro de un radio límite. Estos sistemas de sujeción, fondeo o anclaje, se componen de tres tipos de elementos:

Líneas de amarre, que conectan la plataforma con el ancla y pueden ser de tipo catenaria (las de uso más extendido en tecnologías offshore), tensadas (suelen ser de fibras de poliéster y se emplean en zonas de gran profundidad, pues permiten reducir la longitud de las líneas) o semi-tensadas (una solución mixta entre las anteriores).

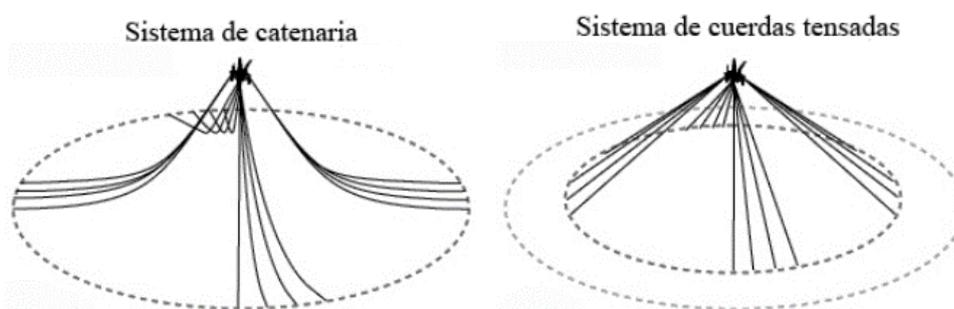


Figura 17. Tipos de líneas de fondeo o amarre. Fuente: Vryhof, modificado.

Anclas, que se fijan al lecho marino para limitar los movimientos. Pueden ser de distintos tipos: anclas de gravedad de acero u hormigón (funcionan principalmente gracias a su peso y son adecuadas para cualquier tipo de fondo), anclas de arrastre o empotramiento (adecuadas para fondos arenosos), anclas de carga vertical (VLA), pilotes o anclajes de succión (adecuadas para fondos sedimentarios o estratificados y muy utilizada en la industria offshore, con diversas geometrías patentadas).



Figura 18. Diferentes tipos de anclas. De izquierda a derecha: ancla de gravedad (Fuente: HHI), ancla de arrastre (Fuente: SMI Offshore)

Existen diversas soluciones tecnológicas para cada uno de los elementos mencionados, que responden a distintos requisitos relativos a la profundidad (y por ende longitud de las líneas), condiciones ambientales y climáticas o naturaleza del lecho marino.

Considerando las especificidades del emplazamiento del proyecto, se ha optado, a priori, por un sistema de fondeo compuesto por los siguientes elementos característicos:

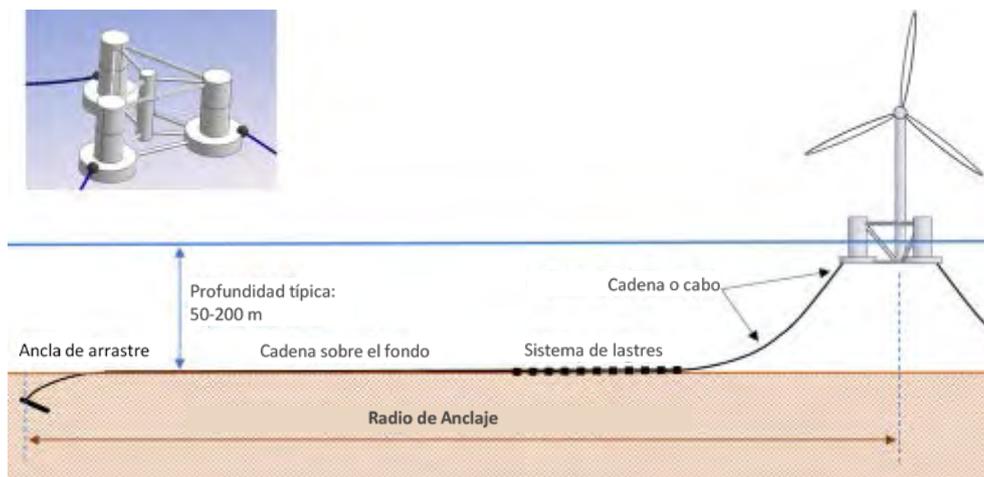


Figura 19. Ejemplo de sistema de fondeo propuesto con líneas catenarias. Fuente: *Mooring System Engineering for Offshore Structures (2019)*, adaptado por SENER.

Sistema de catenarias, este sistema combina habitualmente distintas secciones de cadenas y cables de acero. A lo largo de una línea de anclaje se distinguen dos segmentos. El primero queda suspendido entre la plataforma flotante y el fondo por acción de su propio peso. El segundo se apoya en el lecho marino y se conecta al ancla.

Anclas de arrastre, sistema de anclaje que representa una solución técnica y económica óptima, dado su bajo coste de fabricación, transporte e instalación, y por su aplicabilidad en una gran variedad de tipologías de fondo marino. Requieren un amarre horizontal o paralelo al lecho marino, por lo que únicamente se pueden utilizar con sistemas de líneas de tipo catenaria.

El diseño final y la disposición del sistema de fondeo de cada aerogenerador dependerá de la profundidad de fondeo, condiciones hidrodinámicas y de geotecnia del fondo marino, por lo que en etapas más avanzadas de ingeniería podrá haber variaciones en la solución elegida.

5.2.1.4 Cables submarinos

En el parque eólico marino se pueden diferenciar dos tipos de cables submarinos:

Cables de interconexión entre aerogeneradores (inter-array): son los cables que conectan varias turbinas entre sí (en este caso las que componen una misma fila o array) para recoger la energía generada por cada una y canalizarla en un único circuito.

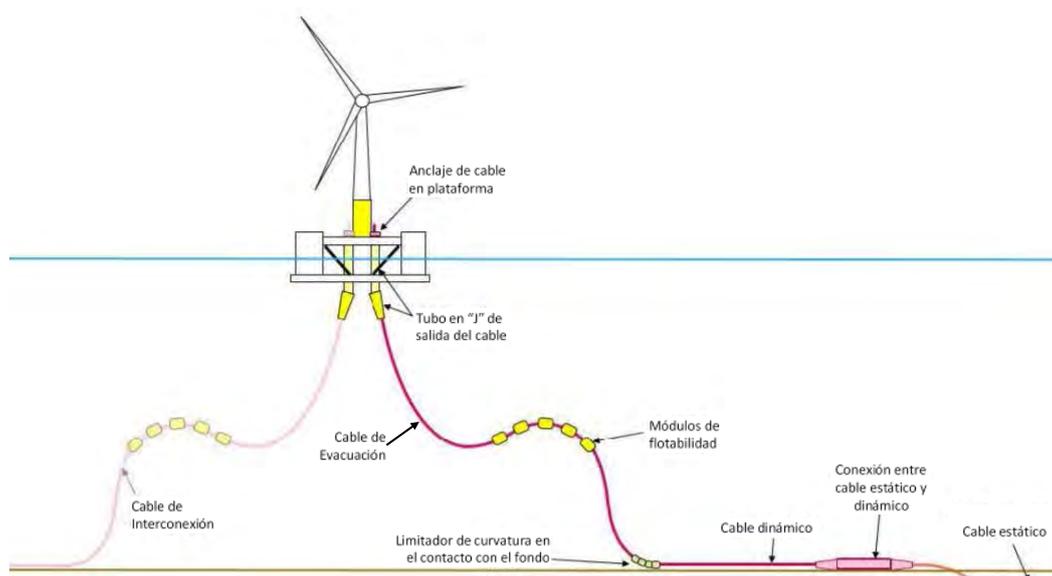


Figura 20. Esquema de configuración de cables submarinos de un aerogenerador flotante. Fuente: Hellenic Cables modificado por SENER.

Cables de evacuación: son los encargados de transmitir la potencia del parque al punto de conexión en costa. En el presente proyecto se contemplan 6 circuitos de evacuación de 66 kV. Estos circuitos de evacuación previstos, con una longitud variable entre 15 y 40 km, tendrán su origen en los aerogeneradores más próximos a la costa de cada hilera, y conectarán con los cables en tierra en una arqueta enterrada donde se realizará la transición entre los cables submarinos y los terrestres.

Los cables de interconexión y de evacuación operarán en corriente alterna a 66 kV-50Hz y emplearán cables trifásicos en todos los tramos. Presentan una sección “dinámica” a la salida de cada plataforma, que está sometida a mayores cargas debido a la acción de las corrientes y el oleaje, por lo que y que habitualmente dispone de elementos de sustentación auxiliares que le aportan flotabilidad y rigidez. Esta sección se conecta, una vez en el fondo, con otra sección “estática” que no está sometida a dichos esfuerzos y que habitualmente se mantiene enterrada en el fondo o apoyada sobre el lecho marino.

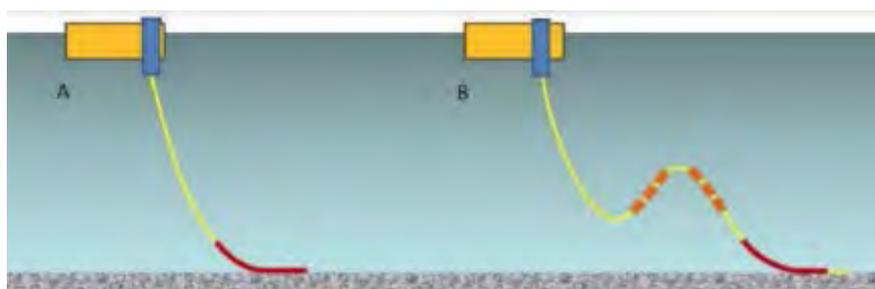


Figura 21. Ejemplos de configuración en caída libre y Lazy-wave (fuente: SENER)

En el presente proyecto se ha optado a priori por una de las soluciones de uso más extendido, la configuración tipo “lazy wave”, en la una parte del cable dinámico dispone de varios elementos de flotación que permiten que una parte del mismo flote formando una onda, mientras que la sección final del cable reposa sobre el lecho marino.

Los cables submarinos disponen de múltiples capas envolventes cuya función es garantizar el aislamiento y protección del núcleo en el que se realiza la conducción eléctrica. Se emplean varias capas de aislamiento entre la pantalla del conductor y la pantalla del aislamiento, cuya función es minimizar las pérdidas de energía. Su espesor depende generalmente del voltaje máximo del cable. Existen diferentes materiales empleados en el aislamiento de cables submarinos, aunque los más habituales son el XLPE (polietileno reticulado) y EPR (etileno propileno). La sección resultante de esta combinación de capas suele oscilar habitualmente entre los 140 y 200 mm de diámetro.

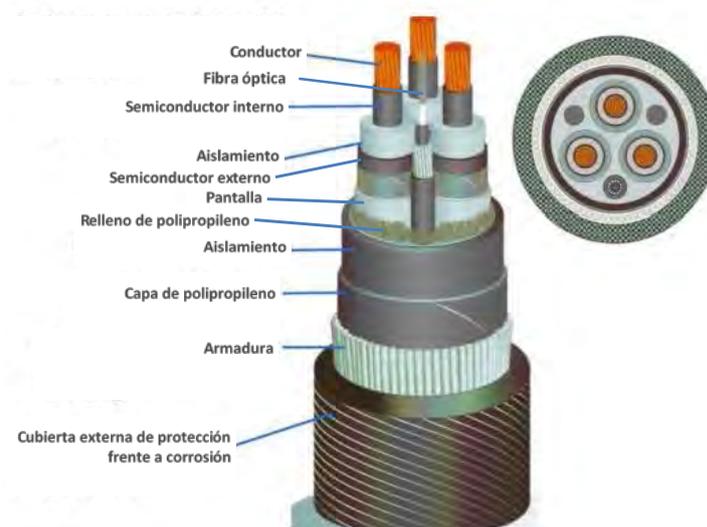


Figura 22. Esquema de la composición general de los cables eléctricos submarinos. Fuente: Nexans, modificada por SENER.

Además de la protección intrínseca que el propio cable proporciona gracias a las distintas capas de armadura y cubiertas, en función de la naturaleza del fondo y las acciones a las que puedan estar sometidos los cables puede ser necesario aplicar una protección adicional para evitar eventuales daños a los mismos de compleja y costosa reparación.

Las principales soluciones de uso habitual en la protección de cables submarinos son dos:

- Enterrado del cable, bien de forma simultánea al tendido del cable (para lo que existen dispositivos especializados) o bien con posterioridad al mismo. Esta técnica se aplica generalmente en fondos sedimentarios.
- Protección externa del cable mediante el uso de cubiertas tales como mantas de hormigón, sacos de arena, arena (favoreciendo la sedimentación sobre el mismo), amazón externo, escollera, tubos, etc.

A priori, asumiendo que el fondo marino en el emplazamiento del proyecto es mayoritariamente de tipo arenoso, se plantea que la mayor parte del tendido submarino de los cables de evacuación transcurra enterrado, si bien, en función de los resultados del análisis de la morfología, relieve y profundidad del lecho marino, se podrá optar puntualmente por otras soluciones en fases de ingeniería más avanzadas.

5.2.2 Transición marítimo-terrestre

El aterraje del cable submarino a la costa requiere del paso de los cables a través de una zona expuesta a dinámicas marinas (oleaje, corrientes) más intensas, y supone potencialmente una interferencia con otros usos del litoral (turístico, acuícola, etc.) o un eventual impacto sobre los hábitats y comunidades bentónicas de elevado valor ambiental (principalmente praderas de fanerógamas marinas) presentes en aguas poco profundas (a menos de 20 m de profundidad).

Para evitar estos impactos e interferencias, así como para garantizar la protección del cable submarino en un área sujeta a cambios dinámicos (erosión costera, dragados, etc.), se plantea la transición del cable por esta zona mediante una Perforación Horizontal Dirigida (PHD).

Esta técnica es un procedimiento constructivo de instalación de tuberías sin apertura de zanja, que permite un control preciso de la trayectoria.



Figura 23. Ejemplo de PHD para el aterraje de cables y ductos (fuente: Herrenknecht AG)

Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo que se garantiza la mínima repercusión ambiental al mismo. La PHD permite trayectorias curvas tanto en la vertical como la horizontal con un radio mínimo de 250 m, siendo adecuada para distancias de hasta 2 km y diámetros de hasta 1200 mm.

5.2.3 Infraestructuras terrestres

Las infraestructuras previstas en tierra se componen principalmente de cuatro elementos: arquetas de conexión, conducción subterránea entre arquetas y subestación, subestación transformadora y línea de conexión entre la subestación y el nodo de conexión de REE.

La figura siguiente muestra un esquema de la ocupación prevista del terreno para la ejecución de las principales infraestructuras terrestres en la zona de aterraje de los cables de evacuación.



5.2.3.1 Arquetas de conexión

En las arquetas de conexión se realiza la unión entre cables de diferentes tecnologías, en este caso entre los cables submarinos y los terrestres. Estas arquetas consisten en un tramo de galería subterránea para albergar la conexión entre cables manteniendo adecuadamente las propiedades de aislamiento eléctrico del conductor y sin aumentar significativamente la impedancia de la instalación.

Las arquetas de conexión pueden realizarse mediante estructuras de hormigón armado ejecutadas in situ o por medio de estructuras prefabricadas de hormigón, y dispondrán de elementos para favorecer la ventilación natural del interior, garantizando su estanqueidad.



Figura 24. Ejemplo de arqueta de conexión. Fuente: Centaur.

Los cables de evacuación terrestre se diferencian de los cables submarinos principalmente en su composición, ya que utilizarán conductores unipolares, lo que implica que cada cable submarino se desdoblará en la arqueta de conexión en 3 cables eléctricos unipolares independientes que se agruparán en ternas, más el cable de fibra óptica también independiente.

5.2.3.2 Conducción subterránea entre arquetas y subestación

La línea de evacuación entre la arqueta de conexión y la subestación del parque eólico estará formada por varios circuitos independientes de 66 kV, cada uno de ellos correspondiente a una línea de evacuación.

Se prevé la conducción subterránea de los cables de evacuación terrestre en el recorrido entre las arquetas de conexión y la subestación del parque eólico, mediante el soterramiento de los cables en una zanja excavada en el terreno, pudiendo disponerse y protegerse los cables mediante distintos sistemas: cables directamente enterrados, cables en canalizaciones entubadas con tubos enterrados o en canalizaciones entubadas con tubos hormigonados en un prisma de hormigón. En las zonas de cruzamientos y viales se optará por canalizaciones entubadas con tubos hormigonados mientras que en el resto de zonas se podrá mantener las canalizaciones entubadas o bien realizar el enterramiento de cables directamente en el terreno.

A lo largo de la traza de dicho recorrido, los circuitos comparten la misma zanja, manteniendo la separación mínima adecuada entre centros de ternas para evitar el sobrecalentamiento de los cables. Se estima que la zanja por la que discurrirán las líneas podría tener unas dimensiones aproximadas de unos 4,5 m en fase 1 y 5,5 m adicionales para fase 2, y 1,5 m de profundidad mínima, pudiendo ser esta profundidad variable en función de los cruzamientos con servicios auxiliares que se puedan encontrar en el trazado, y que obliguen a una profundidad mayor.

La conducción en zanja transcurrirá preferentemente a lo largo de los arcenes de las vías de comunicación existentes o caminos, o bien a través de parcelas de uso agrícola, industrial o suelo no urbanizado.

5.2.3.3 Subestación terrestre

Preliminarmente se prevé una subestación elevadora 66/400 kV de tipo mixto, que disponga de tantas posiciones de 66 kV como circuitos de evacuación procedentes del parque, con tecnología blindada de interior tipo GIS, con una capacidad de transformación de 450 MVA y salida en 400 kV, mediante GIS también, que permita hacer la conexión con la red eléctrica.

La subestación comprenderá diferentes conjuntos de aparataje eléctrica de interior, salvo transformadores y reactancias, y estarán alojados en el interior de un edificio, junto con las instalaciones de control. En la parte a intemperie de la instalación se ubicarán transformadores y reactancias, siguiendo una distribución ordenada en la que la distinta aparataje queda separada por calles cuyas dimensiones están normalizadas y son dependientes del nivel de tensión.

Esta subestación eléctrica del parque se localizará en la zona costera próxima al punto de aterraje del cable submarino y la arqueta de conexión. Su función es interconectar los circuitos eléctricos de evacuación del parque eólico marino (a una tensión de 66 kV) con las líneas de transporte que conectarán dicha subestación con la subestación de REE (previsiblemente en 400 kV). Para ello se requiere una subestación de transformación que eleve la tensión desde los 66 kV de generación hasta los 400 kV de exportación.

La subestación tendrá unas dimensiones aproximadas de 150 x75 m, presentando una superficie de 11.250 m², lo que implica una superficie necesaria para su implantación de unas 3 ha.

5.2.3.4 Líneas eléctricas de conexión entre subestaciones

La subestación del parque eólico debe conectarse con una subestación del sistema de transporte eléctrico, propiedad de REE. Las dos subestaciones más próximas al emplazamiento son las de Santa Llogaia (a unos 15 km de distancia) y la Farga (a unos 22 km de distancia). Para enlazar la subestación del parque con alguna de estas subestaciones, será necesario ejecutar una nueva línea eléctrica de corriente alterna trifásica y una tensión nominal previsiblemente de 400 kV, de simple o doble circuito (a determinar en fases más avanzadas del diseño).

Se estima que la longitud total de esta línea oscilará entre 18 y 30 km, en función del trazado de la misma, de la subestación de la red de transporte de destino y de la localización final del punto de aterraje del cable submarino y de la subestación del parque eólico.

Esta línea podrá materializarse mediante una solución en zanja (al igual que la conducción entre la arqueta de conexión y la subestación transformadora del parque) o bien mediante un tendido aéreo. La solución a implementar y el trazado detallado se definirá en fases más avanzadas de la ingeniería, en función de los resultados de los estudios de alternativas actualmente en ejecución.

5.2.3.4.1 Conducción enterrada

En caso de conducción subterránea, la instalación se realizará en zanja, con características similares a las descritas para el tramo anterior, a excepción de las dimensiones de la zanja, que tendrá unas dimensiones mínimas estimadas en este tramo de 5 m de anchura y 2 de profundidad, puesto que únicamente alojará una o dos ternas de cables.

A ambos lados de esta zanja, una vez finalizada la misma, se deberá establecer una servidumbre mínima de 2,5-3 m, donde no se permitirá la presencia de edificaciones ni árboles, con lo que la anchura total del corredor asociado a la conducción enterrada sería del orden de 10 m.

No se descarta, si en fases posteriores de ingeniería se considera necesario, la instalación del cable en galería enterrada en vez de zanja. En este caso la profundidad de los trabajos llegaría hasta los 3,5 m y las servidumbres mínimas aumentarían hasta los 5 metros a cada lado de la galería enterrada, cuya ocupación en el terreno sería similar a la de la zanja mencionada anteriormente.

A lo largo de esta conducción, cada 500 m se dispondrán arquetas de conexión para el empalme de tramos de cable, accesibles mediante vehículo para la inspección y mantenimiento en la fase de operación del parque. Estas arquetas consistirán en cámaras de aproximadamente 12 m de longitud, 3 de anchura y 2 de profundidad.

5.2.3.4.2 Tendido aéreo

En el caso de adoptarse un tendido aéreo, este estará soportado por un conjunto de apoyos que mantendrán los cables separados del suelo y entre sí.

Dichos apoyos estarán formados por torres y/o pórticos metálicos de celosía, con unas dimensiones en planta de entre 13 y 15 m de lado, generando una huella de ocupación individual máxima de aproximadamente 250 m².

La altura de las torres y pórticos en cada uno de los puntos del reparto se adaptará para conseguir, como mínimo, las distancias reglamentarias al terreno y demás obstáculos.

La longitud de los vanos entre apoyos oscilará entre 500 m y 1000 m.

5.3 Metodología constructiva

El proceso constructivo se compone de un conjunto de actividades enfocadas a la fabricación de los aerogeneradores y sus cimentaciones flotantes, las operaciones para la instalación del parque eólico en el área delimitada para el mismo, incluyendo tanto las turbinas como los cables submarinos, y un conjunto de operaciones en tierra para la construcción de las instalaciones para la recepción de cables y conexión de los mismos a la red eléctrica.

La fabricación de los distintos elementos que componen el parque eólico (aerogeneradores, plataformas, sistemas de fondeo, cables, etc.) tendrá lugar en distintas localizaciones, siendo transportados posteriormente al puerto de ensamblaje para su acopio y montaje final.

Cabe destacar que en España existen talleres y astilleros con experiencia en este tipo de estructura flotante o en alguno de sus componentes (astilleros de Navantia en Fene y Puerto Real, GRI, Haizea, Windar, Dragados Offshore, Schwartz-Hautmont en Tarragona, etc.).

Cabe destacar que las operaciones marítimas están mucho más condicionadas por la meteorología y las condiciones marinas que las operaciones en tierra, por lo que requerirán periodos de ejecución más holgados, aun cuando el tiempo efectivo de trabajo necesario sea muy corto.

También con objeto de minimizar en la medida de lo posible la duración de los trabajos en ámbito marino, se ha planteado una estrategia constructiva que permita llevar a cabo la mayor parte de los trabajos de montaje de los aerogeneradores y las plataformas flotantes en tierra (en áreas de montaje terrestre) o en aguas portuarias abrigadas. Se plantea como puerto base para el acopio de los componentes y montaje de los aerogeneradores sobre las plataformas el Puerto de Tarragona u otros cercanos, dado que cuenta con las características y disponibilidad de espacios requeridas para su adaptación a este tipo de actividades.

En general, en la estrategia de construcción e instalación del parque eólico se distinguen las siguientes operaciones:

- Trabajos en tierra para la construcción de las arquetas de transición, el tendido del cable subterráneo y la subestación transformadora.
- Fabricación y ensamblaje de la plataforma flotante y sus equipos (a realizar en astillero constructor o en puerto).

- Puesta a flote de la estructura semisumergible de la plataforma.
- Transporte o remolque de la plataforma desde el astillero hasta el punto de montaje del aerogenerador.
- Instalación de los componentes del aerogenerador sobre la plataforma flotante.
- Remolque de la plataforma (con el aerogenerador montado) hasta la posición en el parque eólico marino.
- Instalación del aerogenerador en el parque (conexión al sistema de fondeo).
- Tendido del cable eléctrico submarino y conexión a los aerogeneradores.

A continuación, se describe, de forma ordenada en función del desarrollo cronológico del inicio de las distintas operaciones, los principales procesos constructivos empleados en la zona de proyecto, tanto en ámbito terrestre como marino. No se detallan los procesos de fabricación y montaje de los aerogeneradores y plataformas, por ser actividades desarrolladas en distintos centros de fabricación fuera del ámbito de proyecto.

5.3.1 Obras en tierra

5.3.1.1 Construcción de las instalaciones terrestres

Una de las operaciones que pueden comenzar al inicio de la obra y de forma simultánea a la fabricación de las turbinas son las instalaciones terrestres. Estas incluyen la construcción de la arqueta de conexión marítimo-terrestre, la instalación de los cables terrestres de evacuación, la construcción de la subestación transformadora y el tendido eléctrico entre dicha subestación y la subestación de REE.

Las operaciones principales consistirán en:

- Excavación temporal para habilitación de la arqueta de conexión, que se ubicará próxima al punto de arribada prevista del cable submarino. Finalizada la construcción de la arqueta, esta podrá cubrirse con tierras para su ocultación, manteniendo un punto de acceso para inspección y mantenimiento, de manera que se restituya paisajísticamente la zona alterada.
- Ejecución de zanjas temporales para alojar los cables terrestres, bien directamente enterrados, o alojados en tubos de polietileno embebidos en un prisma de hormigón en masa, cuando el trazado discurra bajo zonas de rodadura o cruzamientos. Dichas zanjas serán rellenadas tras la colocación de los cables con material de la propia excavación, restaurándose la cubierta vegetal o bien los pavimentos o firmes alterados.
- Construcción de la subestación transformadora, lo que requerirá operaciones de movimiento de tierras para el eventual desbroce y enrase del terreno, la obra civil necesaria para la ejecución de cimentaciones, accesos y vías de circulación interior, canalizaciones para cableado y para los sistemas de drenaje y saneamiento, edificaciones, cerramientos e instalaciones generales (alumbrado, contra incendios, anti-intrusismo, etc.), y finalmente el montaje electromecánico de los equipos. Dado que la subestación transformadora será un elemento permanente sobre el terreno, su diseño habrá de tener en cuenta el mantenimiento de las distancias mínimas de seguridad con otros elementos del territorio, e incorporará los elementos de ocultación e integración paisajística más convenientes para minimizar su impacto visual.

5.3.1.2 Ejecución de la transición marítimo-terrestre mediante Perforación Horizontal Dirigida (PHD)

La perforación se inicia desde un foso de ataque excavado en la zona terrestre, donde se debe disponer de espacio suficiente para la disposición de los equipos de perforación y accesorios. El tamaño de este foso depende principalmente de la tipología y tamaño de los equipos de perforación a utilizar y del radio de curvatura en ataque.

Para facilitar la perforación se utiliza bentonita, inyectada a presión por el interior de las barras de perforación hasta el cabezal, con objeto de refrigerar y lubricar dicho cabezal y estabilizar la perforación, así como facilitar la perforación en una dirección determinada.

Una vez finalizada la perforación piloto, se recupera el cabezal en el punto de extracción (en este caso submarino) y se sustituye por un cono escariador de mayor diámetro, que sigue una trayectoria inversa hacia el pozo de ataque mientras va incrementando el diámetro de la perforación. También los escariadores pueden emplear fluidos a presión para facilitar el escariado.

Una vez finalizada la perforación y escariado, se introduce por tracción en el microtúnel una tubería de polietileno de alta densidad (PEHD), previamente soldada por termofusión en toda su longitud. Para ello se une la tubería a un cono escariador mediante una pieza de giro libre, de modo que va quedando instalada en el túnel con la retirada del escariador.

La tubería, lubricada por los lodos bentoníticos, avanza en dirección a la máquina de manera controlada, quedando finalmente instalada libre de tensiones, deformaciones y defectos. En esta operación se requiere el empleo de embarcaciones y buceadores de apoyo para suministrar las tuberías desde mar.

5.3.2 Operaciones marítimas

5.3.2.1 Instalación de los sistemas de fondeo

Previamente a la instalación del conjunto plataforma-aerogenerador en su localización definitiva se deberá proceder a la instalación del sistema de fondeo al cual irá amarrado cada uno de los dispositivos para mantener su posición frente a la acción de las dinámicas marinas.

La instalación de estos sistemas consiste en fijar un conjunto de anclas (unidas a sus correspondientes líneas de fondeo) al fondo marino en las posiciones establecidas en el proyecto de diseño, utilizando para ello un buque adecuado para el transporte y fondeo del tipo de ancla seleccionado. Se prevé a priori el fondeo de un máximo de 4 anclas por aerogenerador.

Las operaciones de fondeo consisten en el hundimiento controlado del ancla a favor de su propio peso y su colocación en la posición adecuada mediante movimientos de tracción en diferentes direcciones, dependiendo del tipo de suelo se necesita una distancia mínima de colocación en la cual el ancla se ira arrastrando sobre el suelo hasta que esta penetre una profundidad mínima que garantice la capacidad última de sujeción con la cual el ancla fue diseñada. El extremo superior de cada línea de fondeo se mantendrá unido temporalmente a una boya para facilitar su recuperación y conexión a las plataformas flotantes en el momento de la instalación.

5.3.2.2 Traslado de los aerogeneradores marinos

Para proceder al remolque del dispositivo completamente montado (aerogenerador + cimentación flotante) se deberá contar con una ventana operativa de previsión meteorológica benigna de al menos 72 horas.

El remolque se realizará con un remolcador con capacidad suficiente (a determinar mediante un estudio de remolque a realizar durante la fase de diseño). También será necesario movilizar embarcaciones de apoyo convencionales, que generalmente están disponibles en todos los puertos comerciales.

Una vez finalizado el remolque del aerogenerador, se procede al posicionamiento del mismo y a su conexión al sistema de fondeo que instalado previamente.

5.3.2.3 Conexión de los aerogeneradores al fondeo

La conexión del aerogenerador con el sistema de fondeo se define como la fase en la cual se recupera la línea de amarre y esta se pasa al flotador donde se realiza las tareas de tensado para asegurar la posición de la plataforma.

Dependiendo del tipo de instalación y el diseño del amarre, un ajuste de la longitud de la línea puede ser requerido, esta etapa es denominada tensionado del amarre. Se propone que tanto el tensionado del amarre como su conexión se realicen en la parte alta de la catenaria. Sin embargo, debido a las altas tensiones de los cables, propia de esta parte de la catenaria, la conexión y el tensado se podrían hacer en otras áreas menos cargadas para reducir los riesgos durante la instalación. Esto deberá ser analizado dependiendo de la disposición final de las líneas de fondeo y el equipamiento disponible para realizar la instalación.

5.3.2.4 Tendido de cables submarinos

Las operaciones de instalación de los cables submarinos que conectarán los distintos aerogeneradores del parque eólico con la arqueta de conexión y los cables de exportación terrestres comprenden tres operaciones diferenciadas que pueden ser realizadas de manera independiente:

Transición a costa

El aterraje del cable a costa a través de las conducciones subterráneas mediante perforación dirigida se realiza habitualmente conectando con la ayuda de buceadores autónomos o un robot submarino (ROV) el cable submarino a un cable guía, conectado a través del conducto de la PHD a un cabestrante en la arqueta de conexión, que mediante tracción lo introduce por el extremo sumergido y lo conduce hasta la arqueta.

En esta operación interviene también el buque de tendido de cables, así como embarcaciones auxiliares para el guiado de la trayectoria del cable hasta su enganche al cable guía.

Tendido de los cables de interconexión entre aerogeneradores

La instalación de los cables de interconexión comprende fases de inspección del terreno (estudios geofísicos y geotécnicos), de ingeniería y de ensayos in-situ de tendido (mock-up) para validar la ingeniería y los métodos de instalación propuestos. Adicionalmente se suele realizar una campaña de pre-instalación para evaluar la profundidad y localizar objetos en el lecho marino. Después de esta fase, la ruta se suele limpiar con un barco específico para esta tarea que elimina diferentes escombros y aparejos de pesca. Una vez completadas estas tareas, la embarcación de tendido de cables (ETC) se moviliza y realiza el tendido de los cables.

De forma general se distinguen las siguientes fases para el tendido de cables de interconexión:

- Almacenamiento del cable de interconexión en el carrusel de la ETC en el puerto designado y transporte del mismo al parque marino eólico.

- Una vez ya en el parque eólico, la ETC ejecutará una primera operación de tirado de cable empezando en un circuito por la turbina más alejada. Cada aerogenerador dispondrá de un cable mensajero instalado y conectado a un cabrestante o grúa que realizará las operaciones de tirado del cable. Cuando la ETC llega al aerogenerador, una embarcación operada de forma remota (ROV) hará la conexión entre la ETC y el cable mensajero permitiendo la conexión de ambas y su posterior tirado.
- Con la primera operación de tirado realizada, la ETC se moverá a la siguiente turbina realizando las diferentes operaciones de tendido. Cuando llegue al segundo aerogenerador se iniciará la segunda operación de tirado. Para ello, la ETC realizará de forma similar la misma maniobra explicada con anterioridad. Cuando el cabrestante de la plataforma haya tirado lo suficiente, el cable tirado y el cable tendido, que estarán posicionados sobre el cuadrante de la embarcación, serán izados con una grúa para finalmente ser posicionados en el lecho marino. Una vez finalizada la operación, el cuadrante es recuperado y la embarcación se mueve a su siguiente destino.



Figura 25. ETC, con detalle del cuadrante realizando el segundo tirado de cable (fuente: SENER).

Finalmente, según los condicionantes de la zona, el cable puede ser enterrado y también protegido por roca en algunas secciones. Esto puede condicionar los tipos de equipamientos adicionales necesarios, así como las técnicas de instalación y deberá ser analizado en fases posteriores de diseño.

Tendido de los cables de evacuación

Generalmente este tendido se realiza partiendo desde la transición mar-tierra del cable en dirección al emplazamiento del parque eólico. El proceso es similar al apartado anterior, el CTV cargaría en el puerto designado el cable de exportación y se movilizaría hacia la zona del primer tirado de cable que se localizaría en tierra.

Una vez completada la operación de transición del cable a costa con el primer tirado del cable, el CTV sigue una ruta de tendido previamente definida hasta que alcanza el emplazamiento del punto de conexión con el cable de interconexión del array de aerogeneradores.

Frecuentemente, el tendido de cables submarinos se realiza en paralelo con el proceso de fabricación de los aerogeneradores y de las instalaciones en tierra, de tal manera que todo el cableado eléctrico submarino queda preinstalado antes de la instalación de los aerogeneradores, y durante la instalación únicamente se realiza la conexión entre las plataformas y el cable submarino.

5.4 Descripción de los efectos previsibles derivados de la vulnerabilidad del proyecto

En este apartado se realiza la definición y análisis preliminar de los efectos adversos significativos que el proyecto podría tener en el medio ambiente a consecuencia de su vulnerabilidad ante riesgos de accidentes graves y/o catástrofes relevantes.

Por la orografía del ámbito de estudio se descarta la existencia de riesgos por desprendimientos y movimientos en masa.

A continuación, se señalan los principales riesgos a analizar.

5.4.1 Riesgo sísmico

Cataluña presenta una actividad sísmica moderada, si bien existe una cierta probabilidad de que se produzcan eventos con potencial de daño elevado, principalmente a lo largo de la cordillera pirenaica y en las sierras litorales (véase Figura 25).

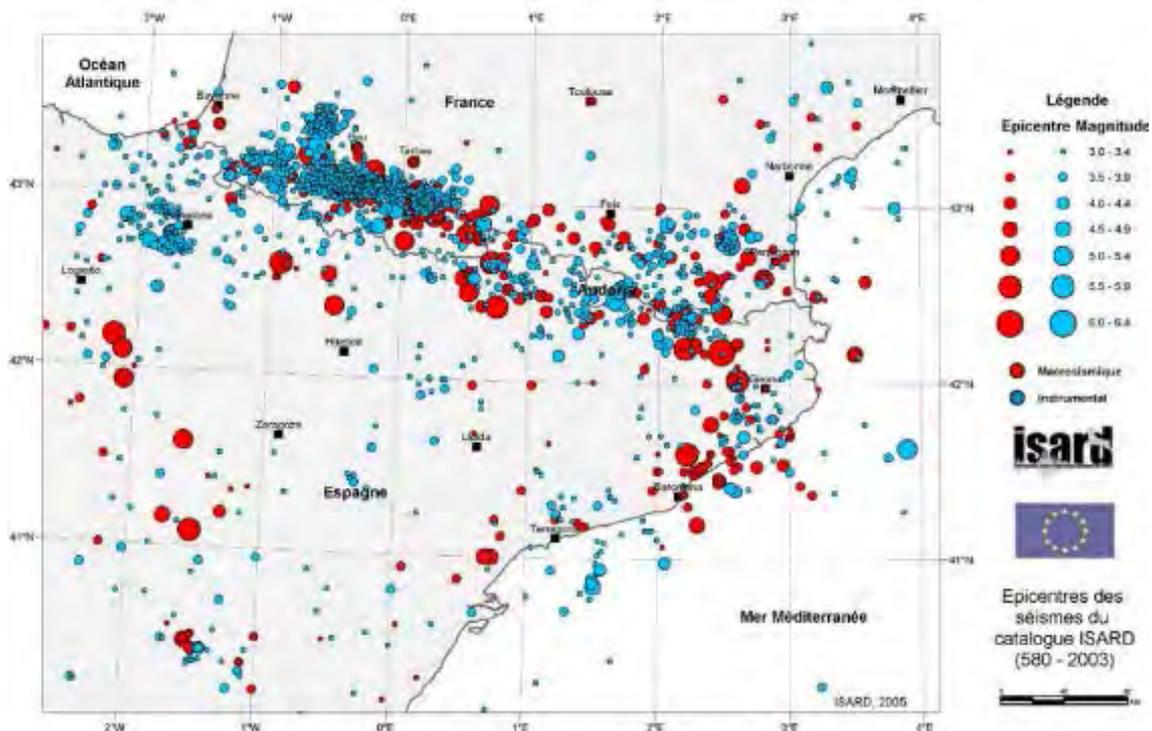


Figura 26. Sísmicidad de Cataluña 580-2003. Catalogo unificado en términos de magnitud del proyecto ISARD. Magnitudes mayores o iguales a 3,0. En rojo: magnitud estimada a partir de observaciones macrosísmicas; en azul: magnitud instrumental calculada. Fuente: Jiménez y García (2008).

Según el mapa de zonas sísmicas de Cataluña, desarrollado por el Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) en 1997 considerando tanto el peligro sísmico como la vulnerabilidad del territorio, el área de proyecto se ubica en una zona caracterizada por intensidades máximas (I_{MAX}) de grado VII (muy fuerte) según la escala MSK (Figura 26), correspondientes con magnitudes de sismo de entre 5,1 y 5,3.

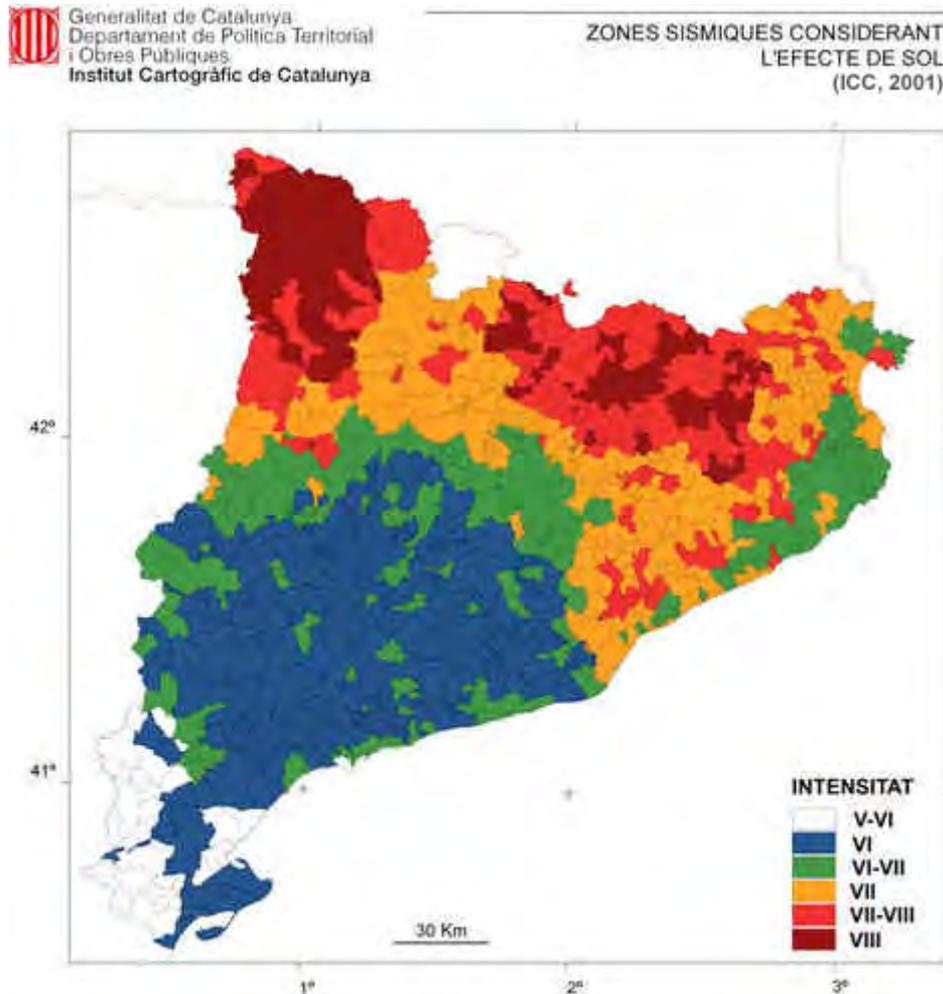


Figura 27. Mapa de la zonificación de riesgo sísmico en Cataluña, considerando el efecto del tipo de suelo. Fuente: ICC (1997).

Atendiendo a esta calificación del riesgo, los elementos constructivos del proyecto se diseñarán con objeto de minimizar su vulnerabilidad al riesgo sísmico, en cumplimiento de la normativa existente referida al riesgo sísmico existente: CTE y Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente.

Cabe destacar también que en Cataluña existe un plan de emergencia específico para el riesgo sísmico, el SISMICAT. Previamente al inicio de operación del parque, habrán de desarrollarse los planes de autoprotección correspondientes en consonancia con dicho plan.

Por todo ello, al estar las estructuras dimensionadas para soportar los efectos sísmicos de la zona, se considera que la vulnerabilidad del proyecto ante este riesgo es baja y que por lo tanto no se producirán efectos sobre los factores ambientales en caso de seísmo.

5.4.2 Riesgo climatológico

Los riesgos climatológicos principales definidos en el PROCICAT (Plan territorial de emergencia en Cataluña) y que se tienen que considerar para el proyecto objeto de estudio son las tormentas eléctricas y los vientos fuertes. El viento es el aspecto climatológico más relevante para la implantación de un parque eólico, ya que podría provocar daños en la estructura de los aerogeneradores o incluso el desprendimiento de piezas del mismo y su consecuente lanzamiento a grandes distancias.

En Cataluña existe un plan de emergencia específico para el riesgo de viento, el VENTCAT. De acuerdo con los estudios de riesgo realizados para la elaboración de este plan, cada comarca tiene asignados unos umbrales de viento a partir de los cuales se activaría el plan, que dependen de la peligrosidad por rachas de viento y la vulnerabilidad del territorio (Figura 27). En las comarcas de posible implantación del proyecto (Alt Empordà y Baix Empordà principalmente) estos umbrales se sitúan por encima de los 25 m/s y hasta los 40 m/s. En el Gironés el umbral es inferior (entre 20 y 30 m/s). Cabe destacar, además, que según este plan, todos los municipios del Alt Empordà, la mayoría de los del Baix Empordà y al menos uno de los del Gironés que se verán afectados por la parte terrestre de alguna de las alternativas del proyecto están obligados a elaborar un plan de actuación municipal en relación a este riesgo, plan que habrá de considerarse en el diseño funcional y operativo de las instalaciones terrestres.

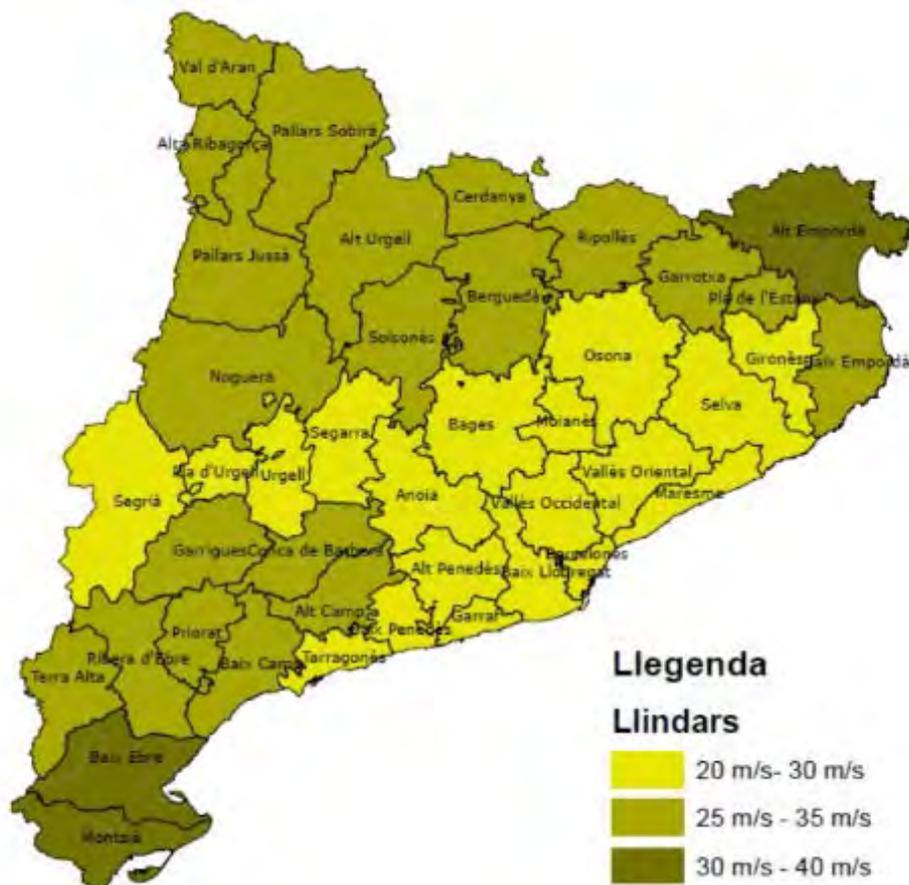


Figura 28. Mapa de umbrales de activación del VENTCAT en relación al riesgo de viento. Fuente: Generalitat de Catalunya (GENCAT), 2017.

Durante el proceso de diseño del parque eólico es necesario considerar la intensidad máxima del viento para diversos valores de probabilidad en la región, para poder realizar una selección adecuada del tipo de aerogenerador más conveniente bajo condiciones meteorológicas extremas. La información de los valores del viento para los periodos de retorno prefijados, la altura a la que se va a ubicar la turbina del aerogenerador y la frecuencia de afección de los fuertes vientos, se combina con las características de diversos tipos de aerogeneradores y se selecciona el modelo que reúna las mejores características de resistencia a las condiciones climatológicas adversas, de eficiencia y costes, junto a otras características ventajosas desde el punto de vista del funcionamiento y de la vida útil. Por tanto, el tipo de máquina a instalar estará testada frente a condiciones climatológicas extremas, reduciendo así la posibilidad de un accidente grave y de los consecuentes efectos potenciales sobre los factores ambientales.

Sobre el riesgo de tormentas eléctricas, en la zona del proyecto existe el riesgo de que se produzcan impactos por rayos generados durante las tormentas, ya que el emplazamiento se encuentra localizada dentro de una región con una densidad media de descargas anuales, entre 1,0 y 2,5 descargas/km² (AEMET 2019). La figura siguiente muestra el mapa de descargas eléctricas anual en Cataluña en el periodo 2007-2016.

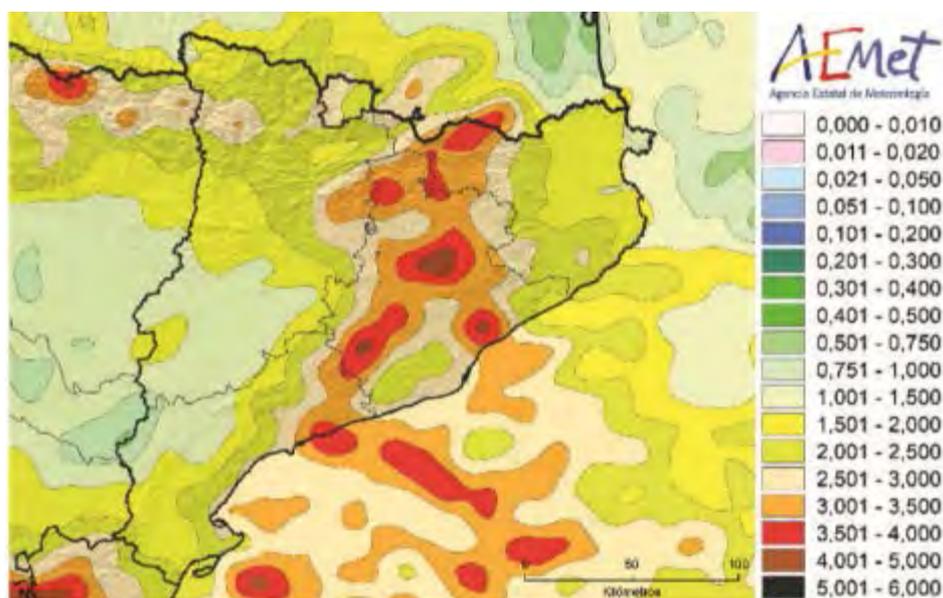


Figura 29. Densidad anual de descargas a Cataluña para el periodo 2007-2016 (descargas/km²).
Fuente: AEMET (2019).

De manera convencional, los aerogeneradores están protegidos contra la acción de rayos, para evitar el paso del rayo a través de componentes sensibles al mismo. Como sistemas de protección adicional, el sistema eléctrico contará con protectores de sobretensión. Todos estos sistemas de protección estarán diseñados según la norma IEC 62305, considerando como normas de referencia la IEC 61400 e IEC61024.

En base a las medidas de protección previstas, se considera que la posibilidad de que el impacto de un rayo tenga efectos significativos sobre las instalaciones provocando efectos adversos sobre el medio ambiente es baja. En todo caso, el peor escenario posible consistiría en un incendio en las instalaciones. El riesgo de incendio se considera bajo, conforme a la valoración realizada en el apartado 5.4.4 "Riesgo de Incendio".

5.4.3 Riesgo de inundación

El litoral catalán se ve afectado periódicamente por fenómenos de fuerte oleaje y tormentas de mar que en algunas ocasiones pueden provocar desperfectos e inundaciones en zona muy cerca de la costa. Al mismo tiempo, en el ámbito de estudio existe un riesgo de inundación fluvial en relación a las diferentes cuencas hidrográficas.

Sobre el riesgo de inundación, existe en Cataluña un plan de emergencia específico, el INUNCAT. Cuando puedan producirse problemas siempre de inundación en situaciones no incluidas en el INUNCAT, el plan de emergencias de referencia es el plan general PROCICAT. Ambos deberán ser considerados en el diseño funcional y operativo de las instalaciones terrestres.

Según los mapas de inundación de la GENCAT, las infraestructuras contempladas para el proyecto en estudio no se verían afectadas por inundación marina, a excepción de la arqueta de transición marino-terrestre, que podría encontrarse en una zona de inundación marina a media y baja probabilidad (periodos de retorno de 100 y 500 años, respectivamente). Las arquetas de conexión son estructuras de hormigón armado estancas y por tanto no presentan vulnerabilidad en relación a un riesgo de inundación de probabilidad medio-baja.

Sobre la inundación fluvial, algunas de las infraestructuras del cableado terrestre se encontrarían en zonas afectadas por inundación con periodos de retorno de 10, 100 y 500 años (alta, media y baja probabilidad). En el caso de zonas a alta probabilidad de inundación fluvial, la subestación transformadora se encontraría fuera de estas áreas, que podrían afectar parcialmente solo al cableado terrestre, el cual deberá canalizarse de forma estanca en caso de ir enterrado para evitar cualquier afección en caso de inundación.

5.4.4 Riesgo de incendio

Los sistemas de protección están diseñados para conseguir un nivel de protección máximo clase I de acuerdo a la norma IEC 62305, considerando como normas de referencia la IEC 61400 e IEC61024.

Además, se emplearán, tanto en las infraestructuras del parque eólico como en las instalaciones terrestres, tecnologías de materiales, sistemas de aislamiento y métodos constructivos que minimicen los riesgos de incendio.

5.4.5 Riesgo por derrame

El riesgo por derrame existe en relación a la presencia en dominio terrestre de la subestación transformadora de la energía producida en el parque eólico en energía de alta tensión.

Tras el análisis realizado la vulnerabilidad del proyecto ante el riesgo de accidentes graves y/o catástrofes relevantes se considera baja o muy baja. Por ello, se considera escasamente probable un escenario de accidente grave inherente a los riesgos descritos, y no se consideran probables las pérdidas materiales ni personales ajenas al funcionamiento del mismo, teniendo en cuenta que las instalaciones del proyecto se sitúan a distancia suficiente de las zonas habitadas más próximas, así como efectos significativos sobre los factores ambientales.

6 DIAGNÓSTICO DEL TERRITORIO

La zona de estudio incluye un ámbito marino y un ámbito terrestre.

El ámbito terrestre se encuentra en la parte norte de Cataluña, en la provincia de Girona. Se trata de la zona del Empordà, cuyos límites naturales son la sierra de l'Albera al norte, la sierra de las Gavarres al sur y el mar Mediterráneo al este. L'Empordà se divide en dos comarcas diferentes, Alt Empordà y Baix Empordà, que son separadas físicamente por el macizo del Montgrí. El ámbito de estudio terrestre incluye parte del Alt Empordà y parte del Baix Empordà. También se incluye en el estudio el extremo nororiental de la comarca del Gironés, colindante con las dos anteriores.

El ámbito marino va desde la parte meridional del Cap de Creus hasta la zona de Aigua Blava, al sur del Cap Begur, incluyendo por tanto el Golfo de Roses y la Bahía de Pals. El límite oriental del ámbito de estudio se localiza a una distancia máxima de aproximadamente 43 km respecto al punto más occidental de la costa, que corresponde a la zona de la playa de Sant Pere Pescador, en el Golfo de Roses.

En la siguiente figura se muestra el ámbito de estudio del diagnóstico del territorio para el proyecto del parque eólico marino flotante Tramuntana.



Figura 30. Ámbito de estudio del diagnóstico territorial.

6.1 MEDIO FISICO TERRESTRE

6.1.1 Contexto geológico

La parte de la zona de estudio que se localiza en la comarca del Alt Empordà se caracteriza por la presencia de una llanura aluvial. Se trata de una depresión que corresponde al último escalón de un conjunto de rellanos descendientes de las montañas al mar. La línea litoral del golfo de Roses, está formada por sedimentos del terciario y del cuaternario. La costa se caracteriza por playas largas y poco anchas, limitadas por un sistema de cordones de dunas litorales, que las separa de una zona de marismas y de depósitos de llanura aluvial.

La parte de área de estudio que se localiza en las comarcas del Baix Empordà y Gironés se caracteriza por la presencia de rocas sedimentarias del Cretáceo en la zona costera entre L'Escala y L'Estartit y en correspondencia del macizo del Montgrí, mientras que al sur y al oeste se encuentra la plana aluvial del Ter con los sedimentos del Cuaternario. En la zona afloran también las rocas sedimentarias del Paleógeno, así como sedimentos y rocas sedimentarias del Neógeno (gravas, arenas y arcillas color ocre y rojo).

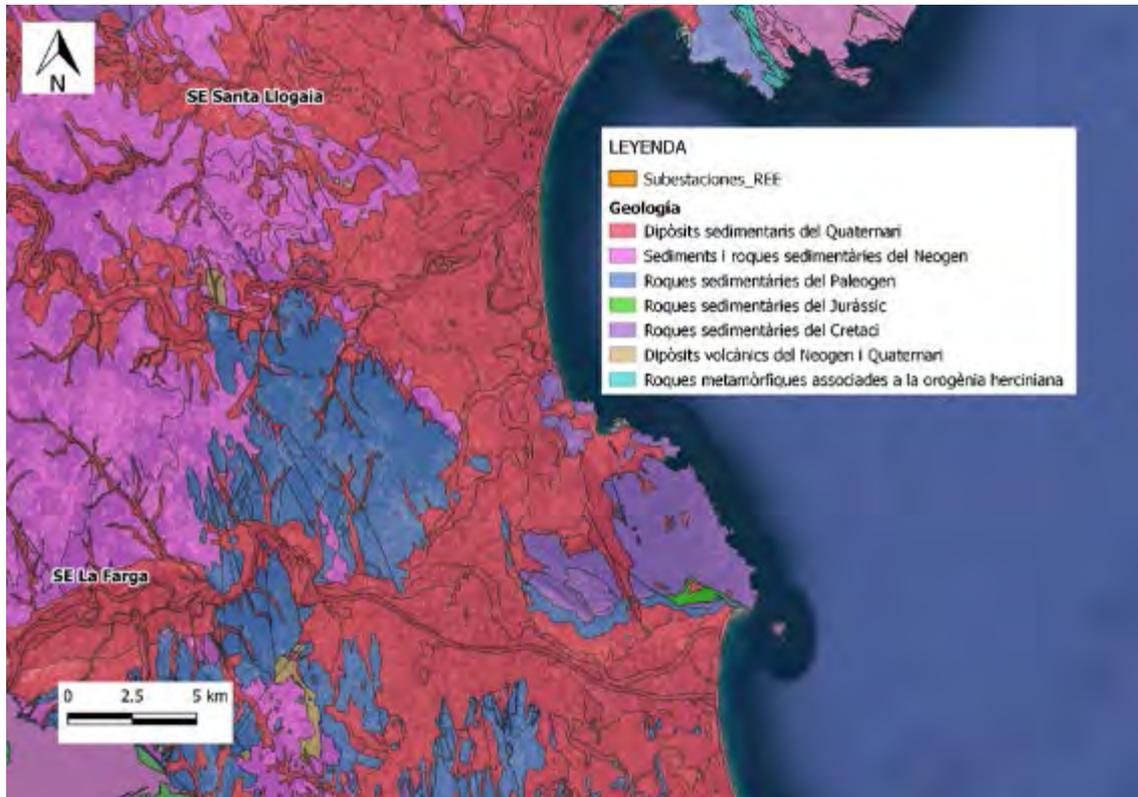


Figura 31. Carta geológica de la zona de estudio. Elaborada desde datos ICGC (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya).

La zona de estudio se sitúa en buena parte en una depresión tectónica rellenas por sedimentos que se han depositado durante el Neógeno y el Cuaternario.

El basamento paleozoico en esta área aflora sobre todo en el Cap de Creus y a Abrera. Se trata de rocas metasedimentarias depositadas en una cuenca marina perteneciente al océano Tetis, que fueron elevadas por la orogénesis herciniana y, posteriormente, erosionadas.

Durante el Mesozoico, estas rocas empezaron a hundirse y a estar nuevamente cubiertas por aguas, originando una cuenca poco profunda que se extendió sucesivamente al norte en el sentido E-O. Las litologías representativas del Triásico afloran en Masarac y son lutitas, arenitas y ruditas de color rojo (formación de Buntsandstein), así como calizas y dolomías (formación de Muschelkalk). Las rocas del Jurásico son carbonatos con fósiles que presentan arcillas amarillentas en la parte alta y afloran en la zona de Biure y Figueras. Finalmente, las formaciones del Cretáceo son las que afloran mayoritariamente en el Alt Empordà (Figueres, Montgrí, Biure y Bac Grillera) y están constituidas por calizas detríticas, bioclásticas y lacustres (cretáceo inferior) y calizas, calizas margosas y calizas bioclásticas (cretáceo superior).

Entre el cretáceo y el paleoceno, hay una formación de transición constituida por materiales detríticos rojos y rocas carbonatadas en relación a fluctuaciones del nivel del mar. Estas litologías afloran en la zona de Terrades, Boadella y Masarac.

Durante el eoceno empieza la formación de los Pirineos y el mar que ocupaba la zona catalana empieza a retirarse progresivamente, hasta que en el oligoceno hay una emersión generalizada con deposición continental. Esta fase orogénica supone también el levantamiento del basamento paleozoico. Los materiales del eoceno están constituidos por series detríticas, series carbonatadas, conglomerados con niveles arcillosos, areniscas y arcillas rojas.

En el Mioceno y Plioceno se produjeron una serie de levantamientos y hundimientos en relación al desarrollo de fallas normales. En el Alt Empordà el mar entró por el este, se formó una bahía y se llenaron los bordes con sedimentos terrígenos, abanicos aluviales mientras que en el centro se depositaron sedimentos más finos. Entre los bordes de la cuenca se pueden distinguir dos sistemas: uno situado al oeste, formado por gravas, arenas arcósicas y arcillas, que incluyen cantos de granitoides y rocas carbonatadas eocénicas, y el otro situado al este, formado por gravas, arenas, limos y arcillas con abundantes cantos de rocas metamórficas, pero no de granitoides.

Sucesivamente, en relación a una regresión marinas, los sedimentos del plioceno fueron recubiertos por arenas y gravas procedentes de los aportes de los cursos fluviales de los macizos cercanos.

Los depósitos cuaternarios (principalmente sedimentos detríticos) que colmatan la cuenca del Empordà, se encuentran sobre todo en los valles del Fluvià y de la Muga, en las antiguas llanuras deltaicas de estos ríos y en las colinas de la zona.

A finales del plioceno se produjo actividad volcánica y los piroclastos y lavas emitidos se intercalaron con los sedimentos. Finalmente, desde el Holoceno se configuró el relieve actual, con depósitos litorales afectados por las oscilaciones del nivel del mar en relación a las glaciaciones cuaternarias.

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), las instalaciones terrestres se ubican en terrenos constituidos por depósitos sedimentarios del Cuaternario en la parte SE del trazado y por sedimentos y rocas sedimentarias del Neógeno en la parte NO.

6.1.2 Morfología y pendientes

Las figuras siguientes muestran como el área de estudio en el Alt Empordà se caracteriza por la presencia de una zona plana que se extiende desde la costa hasta la subestación de Santa Llogaia y donde las pendientes resultan ser en general menores del 3,7°.

En el caso del Baix Empordà y el Gironés, se puede ver también la presencia de una zona plana desde la costa hacia el interior. Todavía, se reconoce una zona de mayor elevación y pendientes (hasta 20° en algunos puntos localizados) entre la plana aluvial y la subestación de La Farga, así como en la zona de la misma subestación.

Las llanuras del Alt Empordà y del Baix Empordà están separadas en la zona de costa por el macizo del Montgrí. En la zona más interior del ámbito de estudio (Gironés) se evidencia también la presencia de un área de mayor relieve y pendiente (hasta 24° en algunos puntos) que separa las dos llanuras.

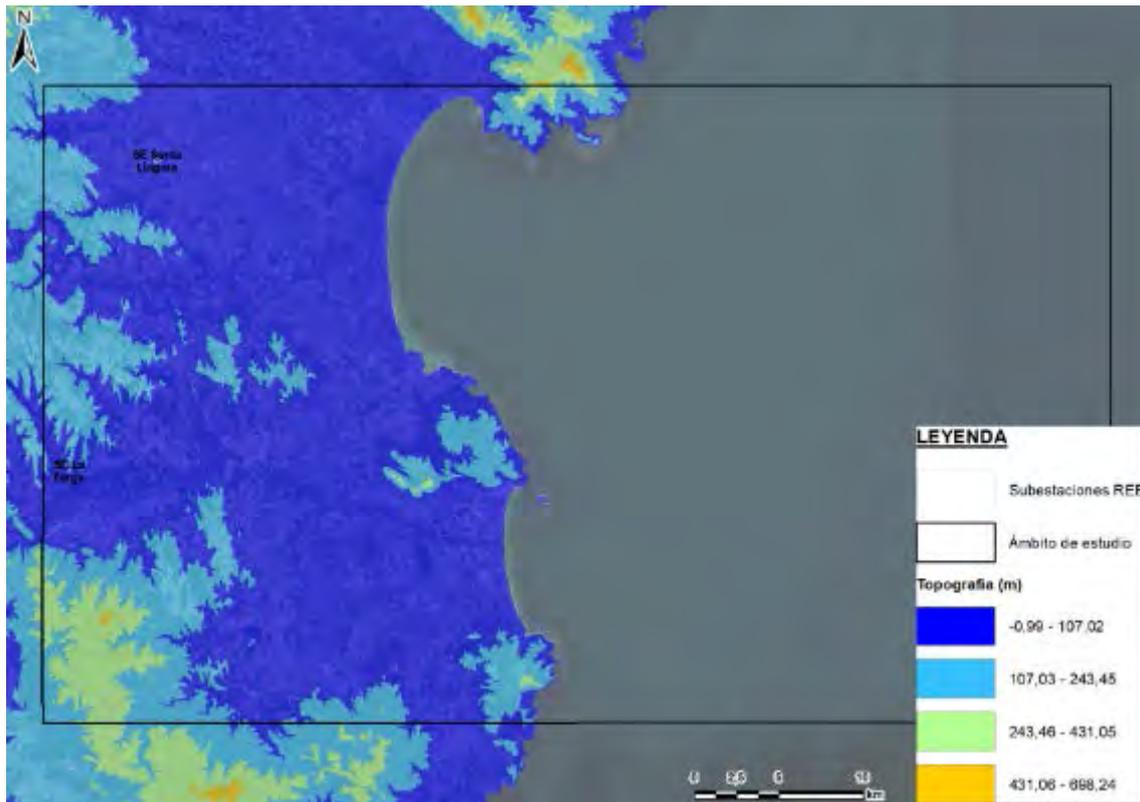


Figura 1. Topografía del área de estudio (Elaboración propia con datos de EMODnet).

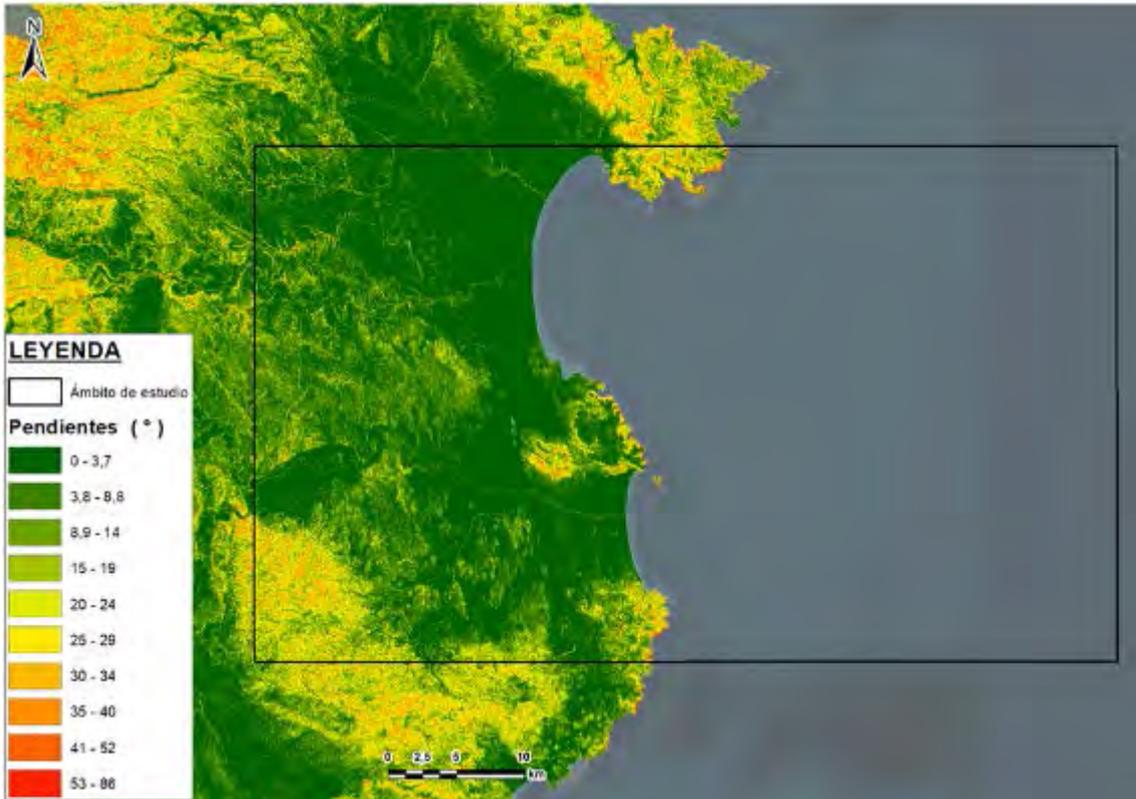


Figura 2. Modelo de pendientes del área de estudio (Elaboración propia con datos de EMODnet).

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), las instalaciones terrestres se ubican en terrenos de altitud menor de 110 m y pendientes menores de 3,7°.

6.1.3 Hidrología e Hidrogeología

Los ríos que se encuentran en la zona de estudio del Alt Empordà son el Fluvià, la Muga y el Riu Manol (afluente de la Muga), mientras que las rieras son el Rec Sirvent (con desembocadura junto al Fluvià) y la riera d'Àlguema (afluente del Manol).

Los ríos que se encuentran en la zona de estudio del Gironés y el Baix Empordà son el Ter y el Riu Daró, mientras que las rieras son la riera de la Farga y la riera de Cinyana.

Las cuencas hidrográficas que se encuentran en el ámbito de estudio son la cuenca hidrográfica principal del Fluvià, la cuenca hidrográfica principal Rec Sirvent, la cuenca hidrográfica principal del Ter, la cuenca hidrográfica principal del Daró y la cuenca hidrográfica principal de las Rieras del Montgrí-Empúries. En las cuencas hidrográficas del Fluvià, del Ter, del Rec Sirvent y del Daró se pueden reconocer zonas inundables con periodos de retorno de 10 (probabilidad alta), 100 (probabilidad media) y 500 años (probabilidad baja).



Figura 3. Principales ríos y rieras en el área de estudio. Fuente: GENCAT.

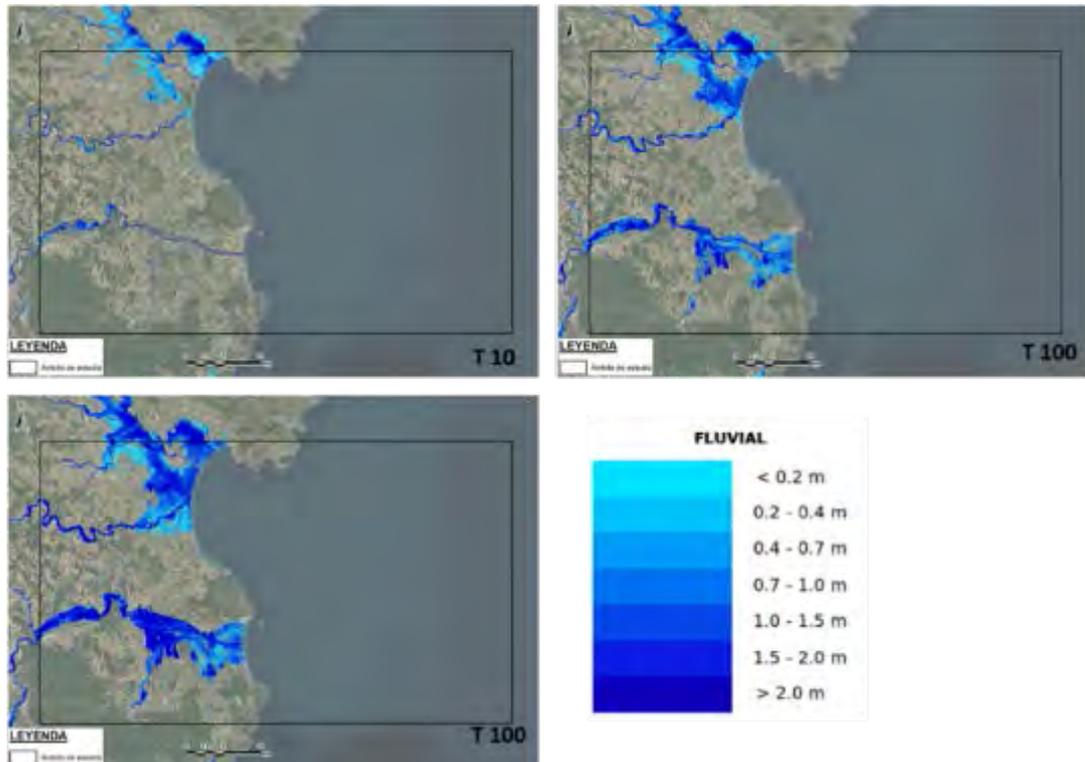


Figura 4. Zonas de inundación fluvial en el área de estudio. Periodo de retorno de 10, 100 y 500 años. Fuente: GENCAT.

En los mapas siguientes se representan los acuíferos más importantes del ámbito de estudio, superficiales y profundos.



Figura 7. Aguas subterráneas en el área de estudio. Fuente: GENCAT

De acuerdo con las litologías de los acuíferos en el área de estudio se puede afirmar que en el Alt Empordà aparecen principalmente formaciones de gravas, arena y arcillas y formaciones mixtas de depresiones del neógeno y cuaternario, mientras que en el Gironés y Baix Empordà aparecen, además de estas dos litologías, formaciones de conglomerados, areniscas y margas.

Teniendo en cuenta la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), las infraestructuras terrestres estarían ubicadas en tres diferentes cuencas hidrográficas: las Rieras del Montgrí-Empúries, Rec Sirvent y Fluvià.

La línea terrestre de alta tensión cruzaría el río Fluvià al límite entre los municipios de Ventalló y Torroella de Fluvià. En relación al cruce de este río, así como el de la riera d'Àlguema, cabe destacar que podrían estar afectados por zonas inundables potenciales con un periodo de retorno de 10 años. El cableado terrestre podrá verse afectado en áreas más extensas si se consideran periodos de retorno de 100 y 500 años. Se deberán realizar por tanto análisis más detallados una vez se hayan definido con mayor precisión los puntos exactos de cruce de estos cauces, para adoptar el método de cruce más adecuado.

Respecto a las litologías de los acuíferos, en el área ocupada por las infraestructuras terrestres seleccionadas se encuentran en particular las formaciones de gravas, arena y arcillas y las formaciones mixtas de depresiones del Neógeno y Cuaternario.

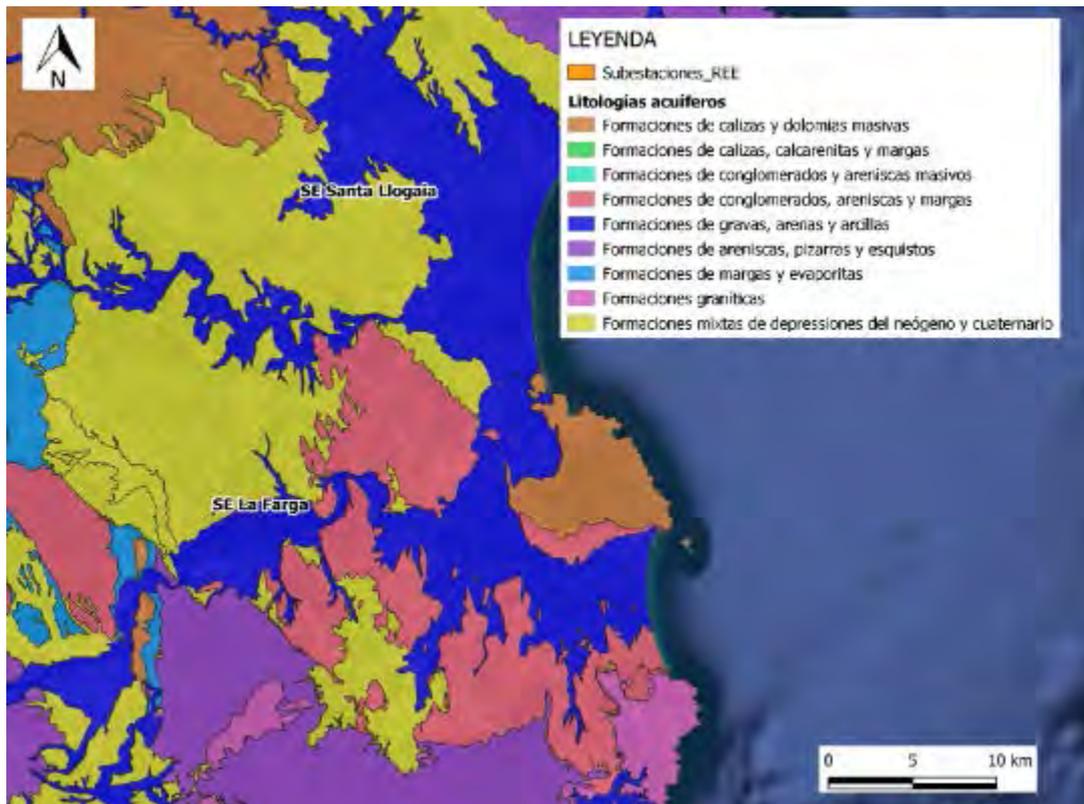


Figura 8. Litologías de los acuíferos del área de estudio. Fuente: GENCAT.

6.2 MEDIO FISICO MARINO

6.2.1 Batimetría y pendientes

El ámbito de estudio incluye una plataforma continental bastante amplia, que se reduce por la presencia de dos cañones submarinos, el Cañón del Cap de Creus al norte, y el Cañón de Fonera al sur. Los dos cañones se aproximan al fondo siguiendo trayectorias rectilíneas, perpendiculares a la línea de costa.

En el área de estudio las pendientes son en general muy bajas, quedándose en general por debajo de 3,1° hasta la batimétrica de 160 m. A partir de esta batimétrica de 160 m, las pendientes suben y pueden llegar puntualmente hasta los 9,1°, siendo en general entre 3 y 6°. Las pendientes son significativamente mayores en las zonas correspondientes a los dos cañones submarinos.

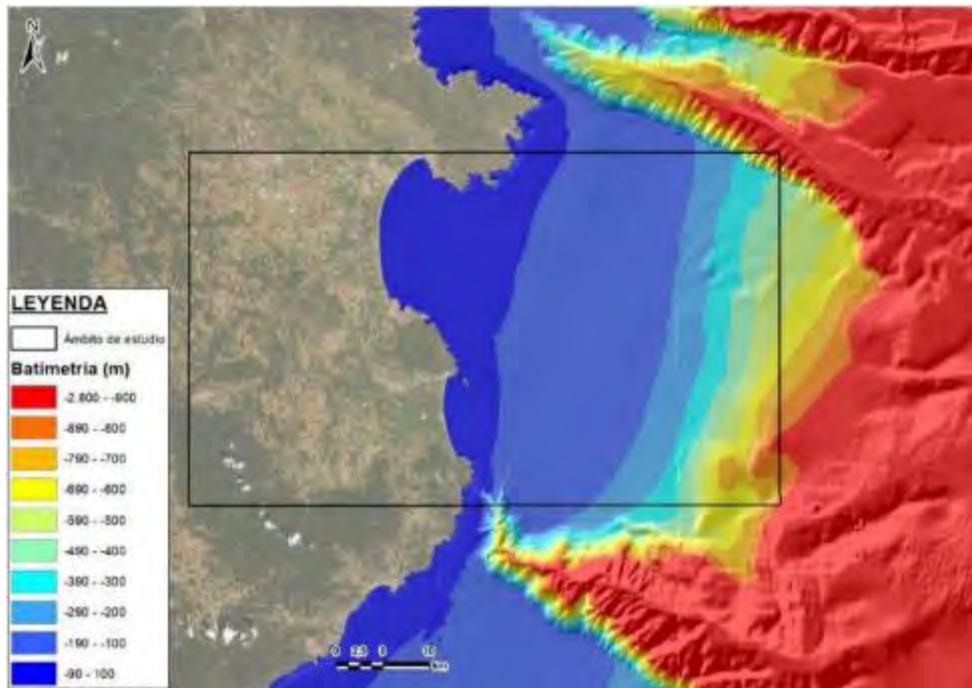


Figura 9. Batimetría del ámbito de estudio (Fuente: EMODnet).

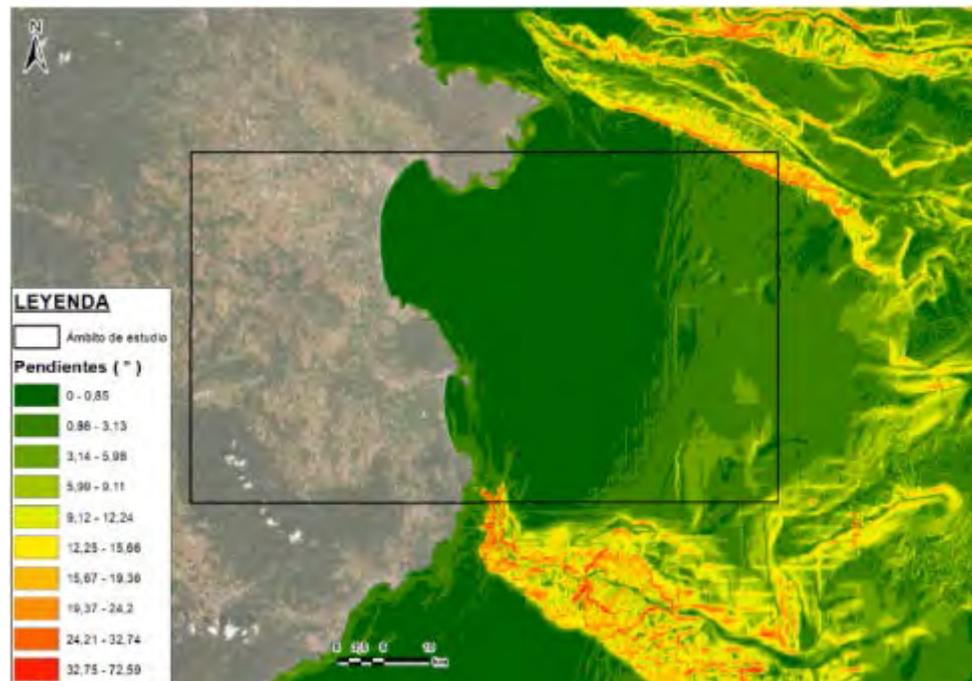


Figura 10. Modelo de pendientes del ámbito de estudio (Fuente: Elaboración propia con datos de EMODnet).

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), las instalaciones marinas del parque eólico se ubican a una profundidad de entre 120 y 180 m aproximadamente. Las pendientes son entre 0° y 0,85° en la mayoría del área ocupada por los aerogeneradores, a excepción de la parte más oriental, donde llegan a 3,1°.

El cableado submarino de evacuación del parque eólico ocuparía una zona con profundidades entre 0 y 125 m y pendientes menores de 1°.

6.2.2 Geomorfología y litología del fondo marino

A partir de los datos geomorfológicos recabados en la bibliografía y cartografía de referencia se ha podido identificar y delimitar los tipos de fondo presentes en la zona de estudio.

En la zona de estudio el área más próxima a la costa está caracterizada por una primera franja de arenas y una sucesiva predominancia de fangos arenosos. En la costa entre L'Escala y L'Estartit, así como al sur de L'Estartit se encuentran localmente zonas de substrato rocoso. En correspondencia aproximadamente de la batimétrica de 100 m, empieza la zona de fangos. En el caso de la zona de estudio, se encuentra un área amplia de arenas fangosas intercalada a los sedimentos más finos. Se señala también la presencia de una pequeña área de sedimento grueso mixto dentro de la zona de arenas fangosas.

Estas geomorfologías de fondos se representan en la siguiente figura.

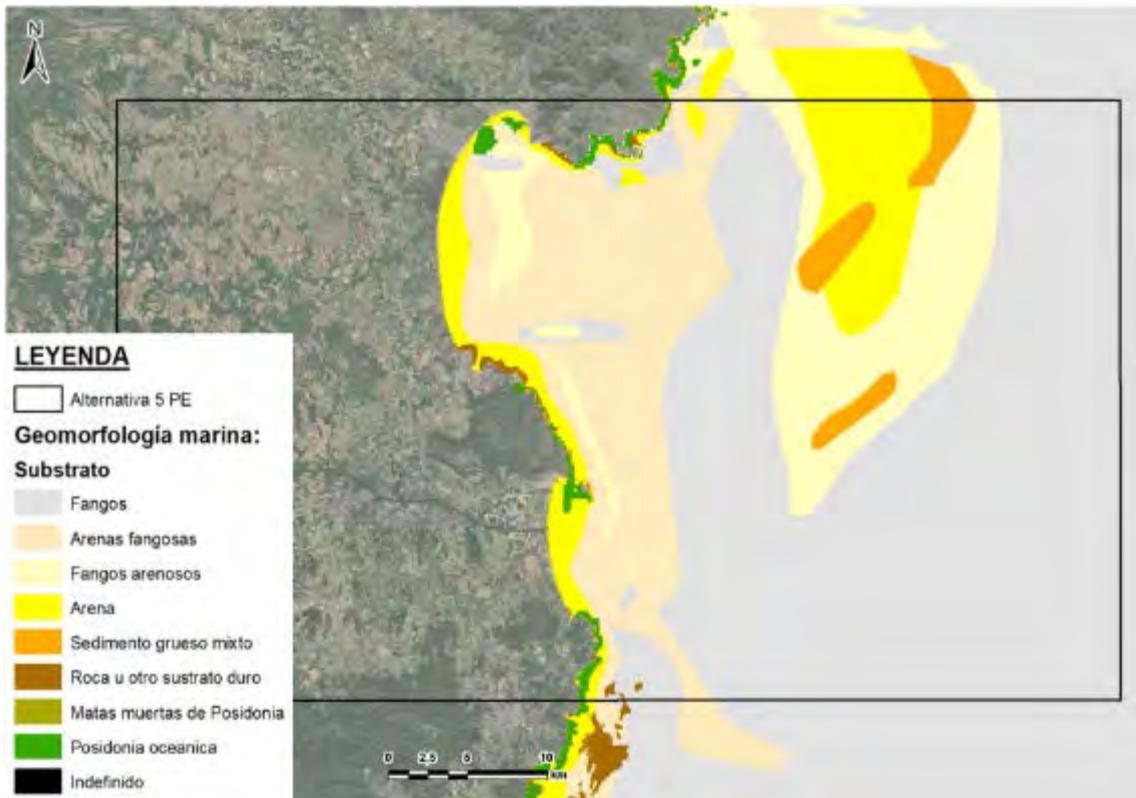


Figura 11. Caracterización litológica del fondo marino en el ámbito de estudio (Fuente: EMODnet Geology y DARP)

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), y en base a la información disponible, las instalaciones marinas del parque eólico se ubican en una zona no rocosa, con un fondo marino ocupado prevalentemente por fangos arenosos, seguidos por una amplia área de arenas en la zona norte, y al sur unas bandas de sedimentos gruesos y/o mixtos y un área limitada de fangos.

Se pueden deducir además características adicionales sobre los sedimentos de fondo en la parte más costera de la zona de estudio considerando la geología costera de los municipios próximos al proyecto. En la zona se encuentran muchas calas con sedimentos de playa, pero a la vez en algunas áreas, como en correspondencia del macizo del Montgrí, predomina la roca calcárea.

Por tanto, se puede predecir que en la zona próxima al litoral nos vamos a encontrar un sustrato rocoso calcáreo con un recubrimiento de una capa de sedimentos de espesor indeterminado. A título de ejemplo, se incluye una imagen de la Playa Empúries después de un temporal, que deja al descubierto material rocoso.



Figura 12. Desmantelamiento de la Playa Empúries después de una tormenta, que resulta en el afloramiento de una plana de inundación del siglo XV. Fuente: ICGC.

Según esta información, el cableado submarino de evacuación se ubicaría prevalentemente en una zona de arenas fangosas y fangos, con zonas limitadas de fangos arenosos y arenas, esta última en la parte más próxima a la costa, donde podría aparecer algún afloramiento rocoso puntual.



Figura 15. Mapa de suelos de Cataluña 1:250.000. Soil taxonomy. s41 = Xeropsamments típics i Xeropsamments lítics; s42 = Xerothents lítics i afloraments rocosos; s48 = Xerothents lítics i Haploxerats lítics rúptic-icèptics; s54 = Haploxerepts càlcics i Calcixerepts típics. Fuente: ICGC.

Las figuras siguientes muestran la localización de un perfil geológico desde tierra hacia mar en el ámbito de estudio, así como el perfil mismo.

Según el perfil, parece haber un espesor de sedimentos importante en la zona de Empúries por encima de las calizas; todavía, considerando también la presencia de las islas Medas un poco más al sur, que representan un afloramiento de estas calizas, se puede concluir que el espesor de sedimentos marinos encima del substrato calcáreo en la zona de estudio es variable.

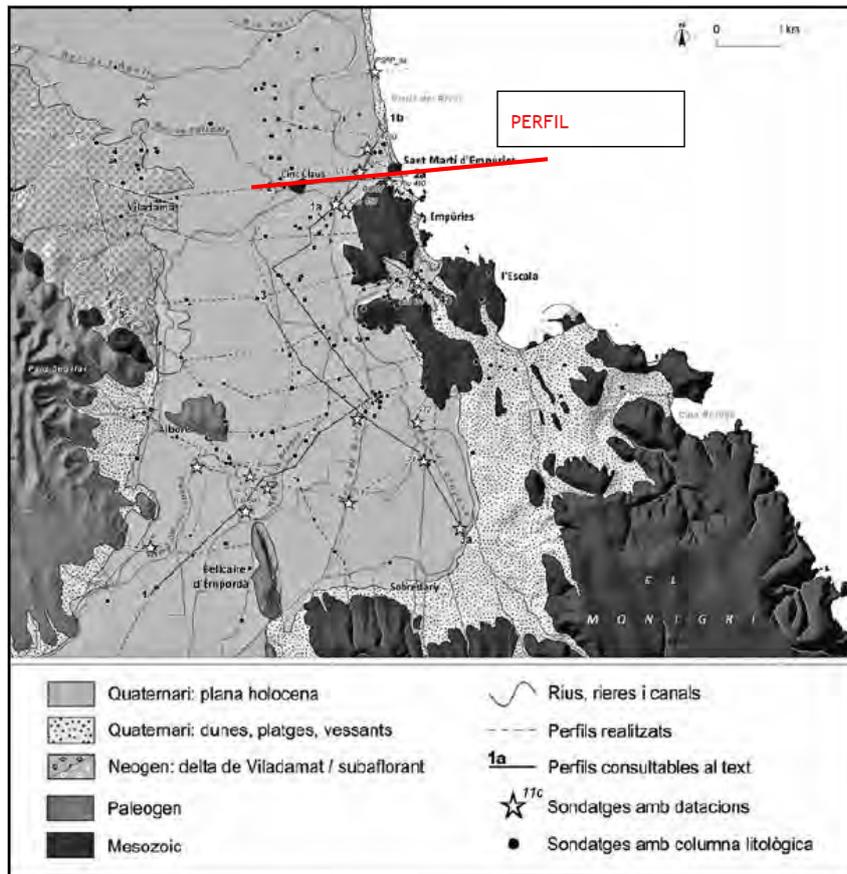


Figura 16. Localización del perfil geológico en la zona de Sant Martí d'Empúries. Fuente ICGC.

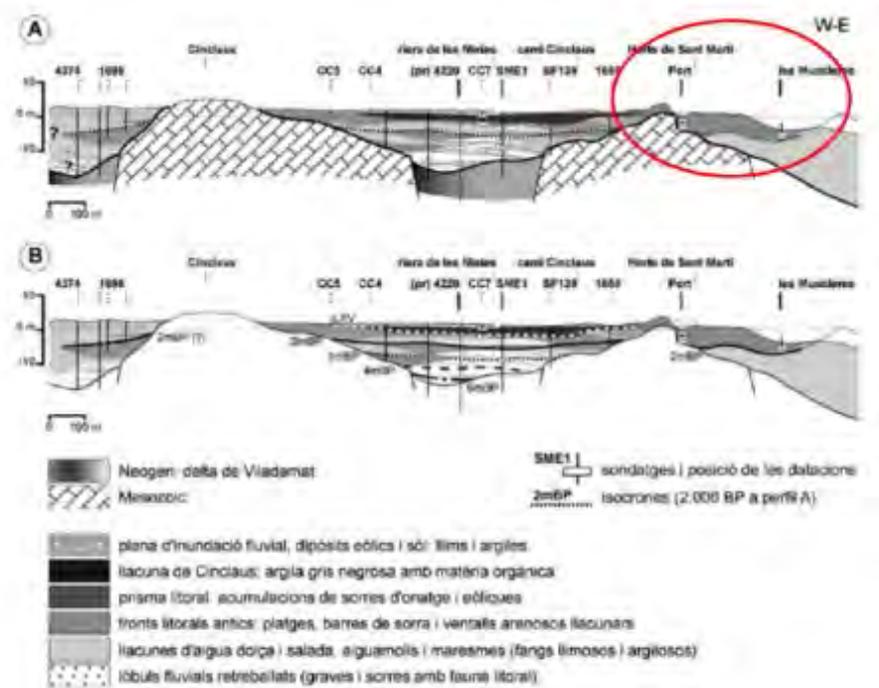


Figura 17. Perfil geológico transversal del estuario de Empúries desde Cinclaus hasta Sant Martí d'Empúries.

6.2.3 Clima marítimo

Los vientos predominantes en la Costa Brava, en correspondencia del nodo SIMAR 2126144, son los vientos del NNW (23%) seguidos por el viento de N (tramontana) (14%), y el de S (10%). La velocidad media mensual registrada en el periodo analizado es de 9 m/s con puntas que puede superar los 12 m/s.



Figura 18. Ubicación del punto SIMAR 212644. Fuente: Puertos del estado.

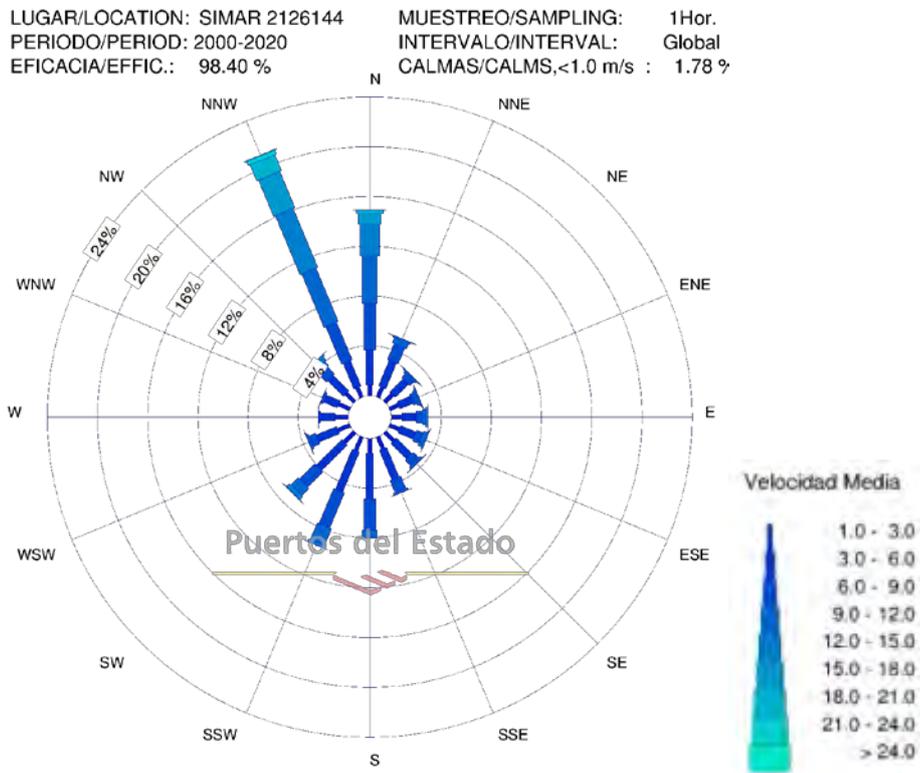


Figura 19. Rosa de viento del punto SIMAR 2126144, periodo 2000-2020. Fuente: Puertos del estado.

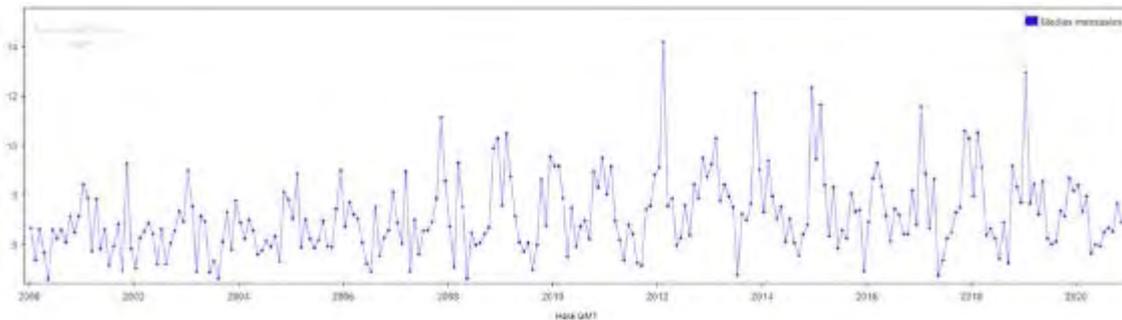


Figura 20. Promedio mensual de la velocidad del viento en el punto SIMAR 2126144, periodo 2000-2020. Fuente: Puertos del estado.

Dirección	Ve (m/s)									Total
	≤ 1.0	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	> 10.5	
CALMAS	39.119									39.119
N 0.0		.161	.905	.885	1.157	1.248	1.191	1.194	2.203	8.943
NNE 22.5		.141	.754	.791	.690	.445	.178	.106	.156	3.260
NE 45.0		.156	.648	.383	.240	.094	.067	.054	.388	2.029
ENE 67.5		.178	.514	.376	.205	.109	.101	.057	.163	1.703
E 90.0		.126	.514	.309	.242	.203	.116	.087	.027	1.624
ESE 112.5		.141	.625	.396	.329	.183	.084	.047	.010	1.814
SE 135.0		.180	.934	.630	.398	.151	.067	.032	.012	2.405
SSE 157.5		.178	.981	.996	.749	.269	.079	.022	.027	3.303
S 180.0		.198	.986	1.199	1.263	.685	.373	.133	.062	4.899
SSW 202.5		.183	.761	.920	.922	.729	.554	.349	.220	4.637
SW 225.0		.146	.836	.840	.754	.376	.304	.180	.183	3.619
WSW 247.5		.171	.732	.695	.462	.200	.082	.057	.062	2.460
W 270.0		.168	.653	.366	.166	.064	.049	.027	.131	1.624
WNW 292.5		.183	.635	.477	.232	.094	.054	.035	.153	1.864
NW 315.0		.161	.645	.472	.438	.264	.247	.247	.929	3.404
NNW 337.5		.178	.635	.638	.892	.989	1.211	1.814	6.934	13.292
Total	39.119	2.647	11.759	10.372	9.139	6.103	4.758	4.442	11.660	100 %

Figura 21. Distribución conjunta de la dirección y velocidad media del viento en la Boya de Begur (Fuente: Puertos del Estado).

La rosa del oleaje de la Boya de Begur en el periodo entre 2001 y 2020, muestra que los oleajes más frecuentes son los del NNW y N (35%) seguidos por los del SSW y SW (14%) y del S y SSE (13%). En cambio, los sectores comprendidos entre el NW y SSW, y entre el SSE y el NNE tienen frecuencias de presentación muy bajas (menores del 6%). La altura significativa media estimada es < 1 m.

LUGAR/LOCATION: Boya Cabo Begur MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
PERIODO/PERIOD: 2001-2020 INTERVALO/INTERVAL: Global
EFICACIA/EFFIC.: 76.81 % CALMAS/CALMS.<0.2 (m) : 1.46 %

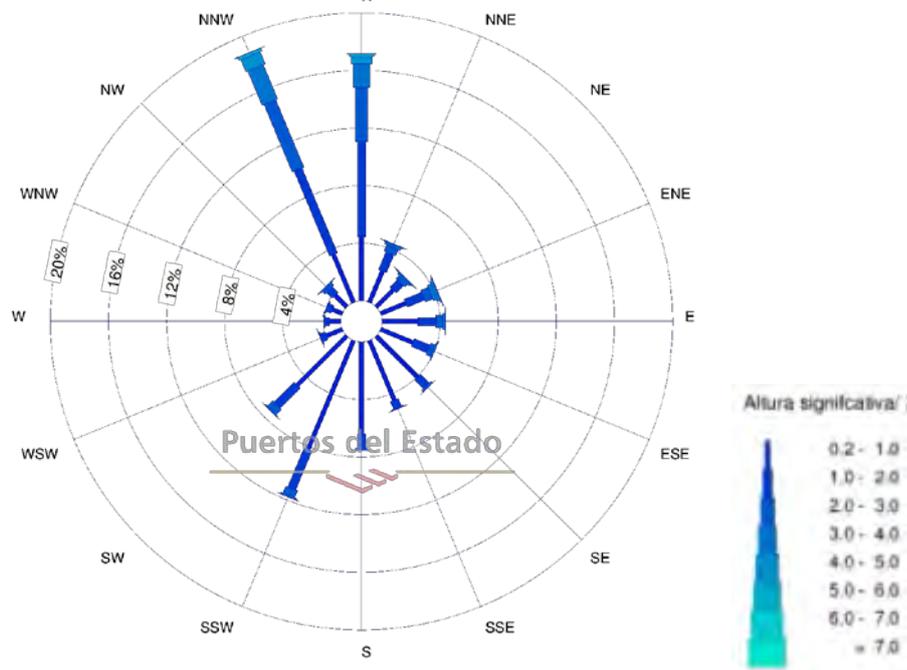


Figura 22. Rosa de oleaje de la Boya de Begur, periodo 2001-2020. Fuente: Puertos del estado.

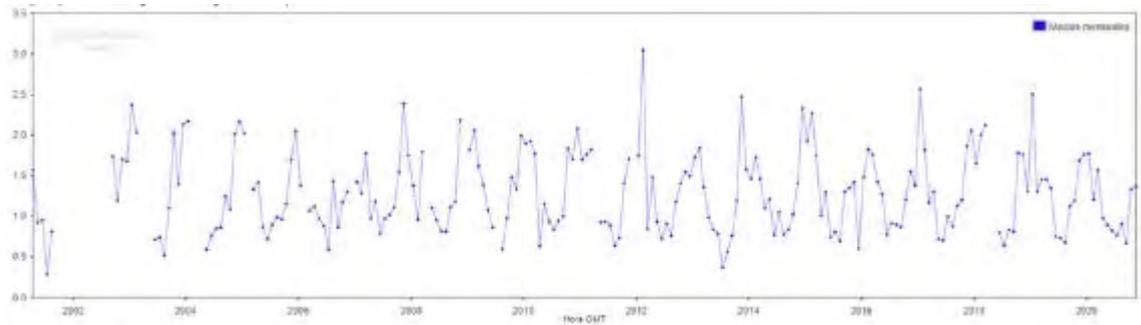


Figura 23. Promedio mensual de la altura de oleaje en la Boya de Begur, periodo 2001-2020. Fuente: Puertos del estado.

La circulación superficial general en la región está bien establecida con una corriente principal de pendiente de plataforma, la Corriente del Norte, que se mueve de noreste a suroeste a lo largo del talud continental. La corriente del norte está sujeta a una alta variabilidad de mesoescala que causa oscilaciones, meandros y generación de remolinos en el talud continental (Sabatés et al., 2018). La costa catalana tiene un rango de mareas micromareal, con una amplitud de mareas inferior a 0,2 m y tiene un clima de oleaje estacional.

El verano corresponde al período de baja energía, mientras que las condiciones de alta energía dominan durante el otoño y el invierno. Los períodos medios de oleaje son de 4 s a 6 s (Browman et al., 2009). Durante tormentas extremas, se han medido períodos de 13 s y alturas de oleaje Hs máximas hasta 7 m. Las tormentas más severas provienen del este. La mayor deriva litoral catalana fluye hacia el suroeste y está controlada por el remolino ciclónico derivado del flujo Liguro-Provenzal. En cuanto al régimen extremal, las alturas de ola significativa para periodos de retorno de 20, 50 y 225 años es de 7.92 m, 8.42 m y 9.20 m respectivamente.

Dirección	Hs (m)												Total	
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0		
CALMAS	3.152													3.152
N 0.0		1.033	3.495	3.404	2.850	2.111	1.362	.902	.618	.324	.188	.129		16.416
NNE 22.5		.858	1.523	.838	.467	.264	.173	.101	.035	.030	.027	.020		4.336
NE 45.0		.808	.922	.442	.245	.180	.099	.052	.062	.027	.007	.040		2.885
ENE 67.5		.818	1.177	.712	.546	.287	.255	.163	.084	.057	.037	.082		4.217
E 90.0		1.060	1.439	.695	.403	.262	.151	.087	.042	.010	.005	.005		4.158
ESE 112.5		1.130	1.216	.766	.289	.213	.099	.057	.025	.010	.005	-		3.809
SE 135.0		1.970	1.982	.551	.227	.094	.037	.007	.010	-	-	-		4.880
SSE 157.5		2.677	1.725	.400	.099	.054	.007	.015	-	-	-	-		4.978
S 180.0		3.587	2.647	.662	.260	.109	.027	.027	.002	-	-	-		7.322
SSW 202.5		3.708	4.333	1.770	1.058	.336	.131	.047	.042	.012	.005	-		11.443
SW 225.0		2.128	2.531	1.115	.581	.289	.124	.062	.020	.010	-	.002		6.862
WSW 247.5		.630	.536	.242	.067	.052	.012	.007	.002	.007	.002	-		1.560
W 270.0		.356	.509	.269	.158	.079	.037	.012	-	-	-	-		1.421
WNW 292.5		.344	.482	.289	.213	.151	.062	.057	.025	.002	-	-		1.624
NW 315.0		.502	.781	.403	.215	.161	.109	.037	.032	.007	.010	.010		2.267
NNW 337.5		.954	2.959	3.179	3.152	2.630	2.316	1.409	.994	.564	.319	.195		18.671
Total	3.152	22.564	28.259	15.739	10.830	7.272	5.001	3.043	1.992	1.060	.606	.482		100%

Figura 24. Distribución conjunta de periodo de pico y altura significativa (marzo 2001 – diciembre. 2018). Fuente: Puertos del Estado.

En general se trata de condiciones climáticas moderadas en promedio, aunque el régimen extremal muestra temporales extremos muy energéticos.

6.3 MEDIO BIÓTICO TERRESTRE

6.3.1 Vegetación

Para abordar el estudio de vegetación en la zona considerada es necesario diferenciar entre la vegetación potencial y la vegetación real.

Una formación vegetal potencial es aquella formación con vegetación madura y adaptada a las características ambientales (principalmente clima y suelo) de un territorio determinado. Estas etapas maduras se corresponden en muchos casos con formaciones boscosas (siempre que las condiciones de clima y suelo lo permitan), pero pueden ser también formaciones de matorral (por ejemplo, si no hay disponibilidad hídrica suficiente para que se desarrolle un bosque) o también formaciones de pastizales (por ejemplo, en las zonas de montaña en las que hace excesivo frío para que vivan las especies arbóreas o arbustivas).

La formación vegetal actual es la que existe en el momento en el que se realiza la cartografía de la vegetación, y es el resultado combinado de la influencia de los factores naturales, pero sobre todo de la transformación humana sobre el paisaje vegetal potencial.

6.3.1.1 Vegetación potencial

La vegetación potencial de un lugar se define como la que se desarrollaría finalmente (comunidad clímax) si toda influencia humana en el sitio y sus alrededores dejara de ejercerse y el estado terminal se alcanzara siguiendo la evolución natural. Para establecer la vegetación potencial de la zona de estudio es necesario conocer el sector biogeográfico en el que se halla inmersa la misma.

La zona objeto de estudio se encuadra biogeográficamente dentro de la Región mediterránea compuesta básicamente por bosques y bosquetes esclerófilos subtropicales, perennes. Comprende tierras de verano seco y distintas provincias de invierno suave.

- Región Mediterránea
 - Subregión Mediterránea occidental
 - Superprovincia Mediterráneo-Iberolevantina
 - Provincia Catalano-Valenciano-Provenzal
 - Sector Vallesano-Empordanés
 - Piso mesomediterráneo

Atendiendo a lo establecido en el mapa de series de vegetación de España (Rivas Martínez, 1987) el área de interés estaría comprendida por la presencia de las series potenciales de vegetación (21b) mesomediterránea catalana de *Quercus ilex* o alsina (*Viburno tini-Querceto ilicis sigmetum*). VP, alsinares, la serie (23aa) mesomediterránea catalana subhúmeda acidófila de *Quercus suber* o alcornoque (*Carici depressae-Querceto suberis sigmetum*). VP, alcornocales y alrededor de los ríos por la Geoserie (Ic) riparia basófila catalano-provenzal (choperas).

Además, se ha consultado el mapa de la vegetación potencial de Catalunya 1:250.000 elaborado por el Grupo de Investigación de Geobotánica y Cartografía de la Vegetación de la Universidad de Barcelona y en el área de estudio se encuentran los siguientes tipos de vegetación potencial:

- B. Bosques esclerófilos (y pinedas) mediterráneos
 - B.2. Bosques esclerófilos de las contradas marítimas
 - 7. Alzinar amb marfull (*Viburno-Quercetum ilicis*)
 - 8. Sureda (*Viburno-Quercetum ilicis subass. quercetosum suberis*)

Asimismo, las comunidades que responden a la presencia de unas condiciones ambientales diferentes de las derivadas exclusivamente de los tipos climáticos presentes son las comunidades permanentes de lugares especiales, que en el área de estudio son las siguientes:

- A. maquias mediterráneas secas, a veces con pinos
 - A.1. MAQUIAS DE LAS CONTRADAS MARÍTIMAS
 - 2. Ullastrar provençal (*Oleo-Lentiscetum*) que prospera a la costa sud del Cap de Creus.
- G. BOSQUES Y BOSQUETES DE RIBERA
 - G.1. Bosques y bosquetes de los márgenes de ríos y rieras
 - 49 Verneda amb ortiga borda, del territori catalanídic (*Lamio flexuosi-Alnetum*)
 - 51 Albereda amb lliri pudent (*Irido-Populetum albae*)
- I. VEGETACIÓN ACUÁTICA Y DE LOS HUMEDALES, NO SALINA

- 58 Estanys i aiguamolls d'aigua dolça o feblement salabrosa, de terra Baixa i de l'estatge montà (*Phragmito-Magnocaricetea*)
- J. VEGETACIÓN DE LUGARES SALINOS
 - 61 Marjals i altres habitats salins del litoral marítim (*Puccinellio-Salicornietea*)
- K. VEGETACIÓN DE LAS PLAYAS Y ROCAS DEL LITORAL MARÍTIMO
 - 62 Platges (*Ammophiletea*)
 - 63 Penya-segats (*Chrithmo-Staticetalia*)
- L. AMBIENTES MUY ARTIFICIALIZADOS
 - 65 Àrees urbanes

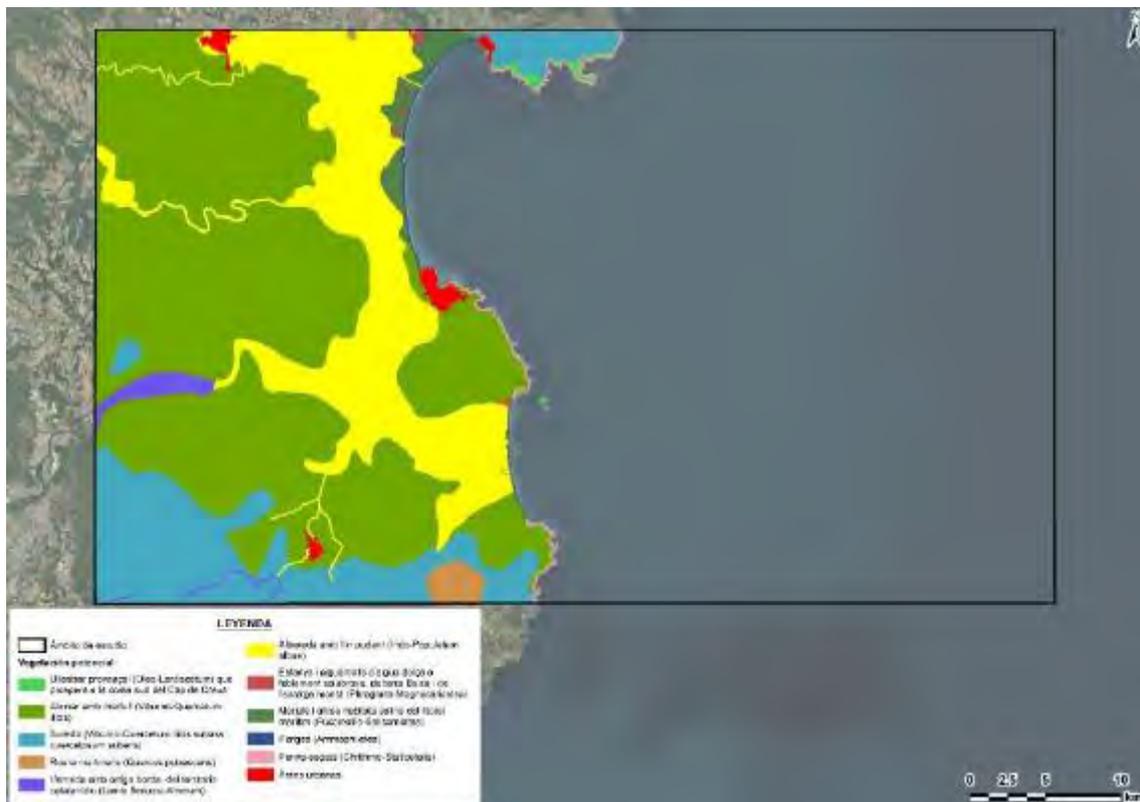


Figura 25. Mapa de vegetación potencial 1:250.000 del área de estudio. Fuente: GEOVEG.

En la solución propuesta por el proyecto en estudio (véase capítulo 5), las infraestructuras terrestres atravesarían las comunidades permanentes 62, 61, 51 y 7 descritas arriba.

6.3.1.2 Vegetación actual

Para desarrollar el presente apartado se ha consultado el mapa de usos y cubiertas del suelo de Catalunya elaborado por el CREAM y la cartografía de los hábitats de Catalunya elaborado por el Grupo de Investigación de Geobotánica y Cartografía de la Vegetación de la Universidad de Barcelona.

La zona de actuación presenta mayoritariamente cultivos y prados de siega y prados y bosques de encinar (*Quercus ilex*) y pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*).

tramo, como el que atraviesa la población de Bàscara o Orfes conserva vegetación mosaico de riberas fluviales: *Irido-Populetum albae* (alameda) + comunidad de *Salix alba* (sauceda) + *Potamion pectinati* (vegetación hidrofítica de ríos y balsas de agua dulce).

En las zonas de la Plana de l'Empordà se halla un mosaico de vegetación formado por bosques mixtos de Encina (*Quercus ilex subsp. ilex*) + Pino carrasco (*Pinus halepensis*) y destacan los Campos de cereales: *Secalio* y Pinedas de pino carrasco (*Pinus halepensis*) con sotobosque de brolla calcícola (*Rosmarino-Ericion*) y prados secos (*Aphyllanthion*, *Thero-Brachypodion*) formando un mosaico junto a los núcleos rurales.

A lo largo del río Ter se halla un mosaico de vegetación de ribera: *Irido-Populetum albae* (alameda) + comunidad de *Salix alba* (sauceda) + *Potamion pectinati* (vegetación hidrofítica de ríos y balsas de agua dulce) y en los márgenes del río, en diferentes tramos, como los cercanos a Medinyà, Celrà, Bordils, Cervià de Ter, Sant Joan de Mollet, Sant Jordi Desvallés, Verges, Ultramort y Foixà hallamos Plantaciones de chopos y plataneros (*Populus nigra*, *P. x canadensis*, *Platanus orientalis var. acerifolia*).

En la zona del Massís del Montgrí destacan matorrales de la compléxida de la garriga de coscoja: *Quercetum cocciferae* (garriga) + *Thero-Brachypodion*, Pinedas de pino carrasco (*Pinus halepensis*) con sotobosque de garriga (*Quercetum cocciferae*) y prados secos (*Aphyllanthion*, *Thero-Brachypodion*), Pinedas de pino piñonero (*Pinus pinea*), de pino negral (*P. pinaster*) o de pino carrasco (*P. halepensis*), con sotobosque heliófilo de las dunas fijadas, Prat de cerrillo escobero (*Stipa offneri*): *Convolvuletum lanuginosi*. Hay algunas zonas con vegetación de la compléxida de la brolla de romero: *Rosmarino-Ericion* + *Thero-Brachypodion* y Llistonar calcícola: *Phlomid-Brachypodietum*.

En las illas Medes existe una zona de Màquia litoral de acebuche: *Oleo-Lentiscetum*, un mosaico de vegetación halófila y nitrófila de los acantilados: *Dauco-Crithmetum* + *Soncho-Salsoletum vermiculatae* y la Vegetación ruderal ornitocoprófila: *Carduo-Lavateretum arboreae* + *Brassico-Carduetum tenuiflori*.

En la zona del cap Begur destaca el pino piñonero (*Pinus pinea*), encinares (eventualmente con *Pinus halepensis*): *Quercetum ilicis typicum* y vegetación de la compléxida de la garriga de coscajo (*Quercus cocifera*), eventualmente con pino carrasco (*Pinus halepensis*): *Quercetum cocciferae* (garriga) + *Rosmarino-Lithospermetum* (brolla) y en la zona más costera hay Pinedas de pino carrasco (*Pinus halepensis*) con sotobosque de maquias o garrigas litorales (*Oleo-Ceratonion*) y Vegetación halófila de roca y acantilados litorales: *Dauco-Crithmetum maritimi* (vegetación halófila fisurícola) + *Astragalo-Plantagnetum subulatae* (matorral de cojinetes espinosos).

Finalmente, en el sector suroeste del área de estudio destacan las formaciones de la complejidad del alcornoque: *Viburno-Quercetum ilicis quercetosum suberis* (alcornoque) + *Cisto-Sarothamnetum catalaunici* (brolla de jaras y brezos), Pinedas de pino carrasco (*Pinus halepensis*), de pino piñonero (*P. pinea*) o de pino negral (*P. pinaster*) con sotobosque de brolla silicícola (*Cistion ladaniferi*) y en menor extensión alcornoque con sotobosque de jaras y brezos: *Quercus suber* + *Cisto-Sarothamnetum catalaunici* (brolla) y Bosquetes de castaños y otros caducifolios: *Carici depressae-Quercetum canariensis holcetosum mollis*. En el río Daró se puede encontrar vegetación de la complejidad de la aliseda con ortiga borda: *Lamio flexuosi-Alnetum glutinosae* (aliseda) + Pruno-*Rubion ulmifolii* (zarzal), etc.

6.3.1.3 Flora protegida

Para observar la presencia de taxones de flora protegidos en el área de estudio se ha consultado el Banco de Datos de Biodiversidad de Catalunya para las cuadrículas UTM 10x10 (31T) que comprenden la zona de estudio. Estas son las DG97, DG96, DG95, DG94, EG07, EG06, EG05, EG04, EG17, EG16, EG15, EG14 y EG27.

A continuación, se muestra el listado de especies presentes en las cuadrículas objeto de estudio y se remarcan aquellos taxones que tienen alguna categoría de protección. En total hay listadas 238 especies de las cuales 65 están protegidas.

Cuadrícula UTM 10x10 km	frecuencia; protegida; endemismo
DG94	<i>Adenocarpus telonensis</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG15	<i>Aira elegantissima</i> ; rrr
EG06, EG16	<i>Aloe arborescens</i> ; rrr
EG07	<i>Amaranthus hybridus</i> subsp. <i>bouchonii</i> ; rrr
EG07	<i>Ammi visnaga</i> ; rrr
EG15	<i>Amorpha fruticosa</i> ; rrr
EG07, EG06, EG16	<i>Anthemis maritima</i> ; rrr; No endémica
EG17	<i>Antirrhinum asarina</i> ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
DG94	<i>Aphanes microcarpa</i> ; rrr
EG06, EG15	<i>Arctotheca calendula</i> ; rrr
DG94, EG16, EG15	<i>Arisarum vulgare</i> subsp. <i>simorrhinum</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG07, EG06, EG17, EG15	<i>Aristolochia clematitis</i> ; rrr
EG16, EG15, EG27	<i>Armeria alliacea</i> subsp. <i>ruscinonensis</i> ; Protegida ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
EG15	<i>Armeria alliacea</i> subsp. <i>plantaginea</i> ; rrr
EG04, EG14	<i>Artemisia annua</i> ; rrr
EG07, EG15	<i>Arthrocnemum perenne</i> ; Protegida
EG07	<i>Asparagus maritimus</i> ; rrr
EG27	<i>Asplenium trichomanes</i> subsp. <i>inexpectans</i> ; Protegida ; No endémica
EG07	<i>Asteriscus aquaticus</i> ; rrr
EG17, EG16, EG15, EG27	<i>Astragalus tragacantha</i> ; Protegida ; No endémica
EG15	<i>Azolla filiculoides</i> ; rrr
EG07, EG06	<i>Berula erecta</i> ; rrr
EG07, EG04, EG14	<i>Bidens aurea</i> ; rrr
EG07	<i>Bifora radians</i> ; rrr

Cuadrícula UTM 10x10 km	frecuencia; protegida; endemidad
EG07, EG17	<i>Blackstonia perfoliata</i> subsp. <i>imperfoliata</i> ; rrr
EG07	<i>Bromus arvensis</i> ; rrr
DG94, EG07, EG17	<i>Bromus hordeaceus</i> subsp. <i>divaricatus</i> ; rrr
DG97	<i>Bufonia perennis</i> ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
EG07, EG06, EG16, EG14	<i>Butomus umbellatus</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG05, EG15	<i>Cachrys trifida</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG07	<i>Callitriche brutia</i> subsp. <i>brutia</i> ; rrr
EG07, EG06, EG17, EG27	<i>Callitriche obtusangula</i> ; rrr
EG07	<i>Callitriche platycarpa</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG07, EG06, EG17, EG16	<i>Calystegia soldanella</i> ; Protegida ; No endémica
EG06	<i>Cardamine amara</i> subsp. <i>olotensis</i> ; Endemismos exclusivos de Cataluña
EG07, EG17	<i>Carex acuta</i> ; rrr
EG07, EG06	<i>Carex elata</i> ; rrr; Protegida
EG07	<i>Carex praecox</i> ; rrr
EG16, EG15	<i>Carpobrotus acinaciformis</i> ; rrr
EG07	<i>Catabrosa aquatica</i> ; rrr
EG06, EG16, EG15	<i>Centaurea intybacea</i> ; rrr
EG06, EG16	<i>Centaurea jacea</i> subsp. <i>dracunculifolia</i> ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
DG97, EG07, EG17, EG27	<i>Centaurea paniculata</i> subsp. <i>hanrii</i> ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
DG97	<i>Centaurea paniculata</i> subsp. <i>paniculata</i> ; rrr
EG07, EG17	<i>Ceratophyllum submersum</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG16, EG15	<i>Cerintho glabra</i> ; Protegida
EG16, EG15	<i>Cerintho major</i> subsp. <i>gymnandra</i> ; rrr
DG95	<i>Cephalaria syriaca</i> ; rrr
EG07, EG16, EG15	<i>Chamaerops humilis</i> ; Protegida ; No endémica
EG17, EG27	<i>Cheilanthes vellea</i> ; Protegida ; No endémica
EG07, EG06, EG17	<i>Chenopodium chenopodioides</i> ; rrr
DG95, DG94, EG07	<i>Chenopodium polyspermum</i> ; rrr
EG07, EG15	<i>Chenopodium urbicum</i> ; rrr
DG94	<i>Cistus ladanifer</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG17, EG27	<i>Cneorum tricoccon</i> ; Protegida ; No endémica
DG97, DG96, EG07, EG06, EG05, EG17, EG16, EG15, EG14	<i>Cnicus benedictus</i> ; rrr
DG95, EG07, EG06, EG04, EG16, EG15, EG14	<i>Coronopus didymus</i> ; rrr
DG94, EG04	<i>Corrigiola litoralis</i> subsp. <i>litoralis</i> ; rrr
EG17, EG16, EG15	<i>Corynephorus divaricatus</i> subsp. <i>articulatus</i> ; rrr
EG17	<i>Cotula australis</i> ; rrr
EG17	<i>Crassula vaillantii</i> ; rrr
EG07, EG17	<i>Cressa cretica</i> ; rrr; No endémica
EG07, EG06, EG17, EG15	<i>Crypsis aculeata</i> ; rrr
EG07, EG06, EG17	<i>Crypsis schoenoides</i> ; rrr
EG17	<i>Cymodocea nodosa</i> ; Protegida ; No endémica

Cuadrícula UTM 10x10 km	frecuencia; protegida; endemidad
EG04, EG14	<i>Cyperus alternifolius</i> subsp. <i>flabelliformis</i> ; rrr
EG04	<i>Datura ferox</i> ; rrr
EG15, EG14	<i>Dianthus pungens</i> subsp. <i>pungens</i> ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
DG97, EG07, EG06, EG05, EG17, EG16, EG15, EG14, EG27	<i>Dianthus pyrenaicus</i> subsp. <i>attenuatus</i> ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
DG97, DG95, DG94, EG06	<i>Dianthus seguieri</i> subsp. <i>requienii</i> ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
EG07	<i>Echinochloa eruciformis</i> ; rrr
EG07, EG16, EG14	<i>Eclipta prostrata</i> ; rrr
EG17	<i>Elatine hydropiper</i> subsp. <i>macropoda</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
DG97	<i>Eleocharis acicularis</i> ; rrr
EG07	<i>Eragrostis curvula</i> ; rrr
EG04	<i>Erica cinerea</i> ; rrr; No endémica
EG04, EG15	<i>Erigeron karvinskianus</i> ; rrr
EG06	<i>Erodium acaule</i> ; rrr
EG27	<i>Erodium foetidum</i> subsp. <i>crispum</i> ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
EG27	<i>Erodium foetidum</i> ; Protegida
DG96	<i>Erysimum grandiflorum</i> subsp. <i>collisparsum</i> ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
EG07, EG06, EG05	<i>Euphorbia lathyris</i> ; rrr
DG97, DG96, DG95, EG07, EG06	<i>Euphorbia maculata</i> ; rrr
EG07, EG06, EG16, EG15, EG14	<i>Euphorbia palustris</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG06, EG15	<i>Evax lusitanica</i> ; Protegida
EG17	<i>Exaculum pusillum</i> ; rrr
DG97, EG06, EG17, EG16, EG15, EG14	<i>Festuca glauca</i> ; rrr; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
EG07, EG06	<i>Fumaria muralis</i> ; rrr
DG96, EG17	<i>Galeopsis ladanum</i> subsp. <i>pyrenaica</i> ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
EG04	<i>Galinsoga parviflora</i> ; rrr
EG07, EG06	<i>Galium palustre</i> subsp. <i>debile</i> ; rrr
EG16	<i>Galium pusillum</i> subsp. <i>brockmannii</i> ; rrr
DG94	<i>Galium scabrum</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG17	<i>Glyceria fluitans</i> subsp. <i>declinata</i> ; rrr
EG04	<i>Gnaphalium subfalcatum</i> ; rrr
EG07, EG06, EG15	<i>Hainardia cylindrica</i> ; rrr
EG15	<i>Halimium atriplicifolium</i> ; rrr
EG07, EG15, EG14	<i>Heteranthera reniformis</i> ; rrr
DG94	<i>Hieracium laevigatum</i> ; rrr
DG97, EG07	<i>Himantoglossum hircinum</i> ; rrr
EG06	<i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>glaucum</i> ; rrr
EG07, EG17	<i>Hordeum secalinum</i> ; rrr
DG97, EG07, EG06, EG17	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG15	<i>Hydrocotyle vulgaris</i> ; rrr; Protegida
EG06, EG16, EG15, EG14	<i>Hyoseris scabra</i> ; rrr

Cuadrícula UTM 10x10 km	frecuencia; protegida; endemidad
EG05, EG16, EG15	<i>Iberis linifolia</i> subsp. <i>dunalii</i> ; Endemismos exclusivos de Cataluña
DG95, DG94, EG04	<i>Ilex aquifolium</i> ; Protegida ; No endémica
EG07, EG06, EG17, EG16, EG15, EG14	<i>Iris spuria</i> subsp. <i>maritima</i> ; rrr
EG17, EG27	<i>Isoetes duriei</i> ; Protegida ; No endémica
EG06	<i>Koeleria pumila</i> ; rrr
EG07, EG17, EG15, EG27	<i>Lavatera olbia</i> ; rrr
DG95, EG07, EG06, EG04, EG17, EG15, EG14	<i>Leersia oryzoides</i> ; rrr
EG07, EG06	<i>Lemna trisulca</i> ; Protegida
DG97, EG07	<i>Leontodon taraxacoides</i> subsp. <i>taraxacoides</i> ; rrr
EG15	<i>Limonium duriusculum</i> ; Protegida
EG15	<i>Limonium echioides</i> ; Protegida ; No endémica
EG27	<i>Limonium geronense</i> ; rrr; Endemismos exclusivos de Cataluña
EG15	<i>Limonium girardianum</i> ; Protegida ; No endémica
EG15	<i>Limonium girardianum</i> subsp. <i>girardianum</i> ; Protegida
EG16, EG15	<i>Limonium minutum</i> ; Protegida ; Endemismos exclusivos de Cataluña
EG15, EG14	<i>Limonium minutum</i> subsp. <i>revolutum</i> ; Protegida ; Endemismos exclusivos de Cataluña
EG15	<i>Limonium virgatum</i> subsp. <i>virgatum</i> ; Protegida
EG07, EG06, EG17, EG15	<i>Linum maritimum</i> ; rrr
DG96	<i>Linum tenuifolium</i> subsp. <i>salsoloides</i> ; rrr
DG97, EG07	<i>Lippia filiformis</i> ; rrr
EG07, EG06, EG17	<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>preslii</i> ; rrr
DG97, EG07, EG06, EG17, EG16	<i>Ludwigia palustris</i> ; rrr
DG94	<i>Lythrum borysthenicum</i> ; rrr
DG97, EG07, EG17	<i>Lythrum thymifolia</i> ; rrr
EG07, EG06	<i>Lythrum tribracteatum</i> ; rrr
DG97	<i>Malva hispanica</i> ; rrr
EG27	<i>Malva nicaeensis</i> ; rrr
EG14	<i>Maresia nana</i> ; Protegida ; No endémica
EG14	<i>Marsilea quadrifolia</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG17	<i>Medicago disciformis</i> ; rrr
EG07, EG06, EG17, EG14	<i>Melilotus segetalis</i> ; rrr
EG07, EG17	<i>Mentha cervina</i> ; rrr
EG07, EG06, EG05, EG17, EG16, EG15	<i>Minuartia hybrida</i> subsp. <i>mediterranea</i> ; rrr
EG17	<i>Montia fontana</i> subsp. <i>amporitana</i> ; rrr
EG07, EG17	<i>Myosotis pusilla</i> ; rrr
DG97, EG07, EG17	<i>Myosotis scorpioides</i> ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
DG96, EG07	<i>Myosotis sicula</i> ; rrr
EG07	<i>Myriophyllum alterniflorum</i> ; rrr
EG07, EG05, EG15	<i>Najas gracillima</i> ; rrr
EG07	<i>Najas marina</i> ; Protegida
EG17, EG15, EG14, EG27	<i>Narcissus dubius</i> ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
EG07, EG06	<i>Nepeta cataria</i> ; rrr

Cuadrícula UTM 10x10 km	frecuencia; protegida; endemidad
EG07, EG06, EG05, EG17, EG15	<i>Nymphaea alba</i> ; rrr
EG07, EG17, EG15, EG14	<i>Oenanthe fistulosa</i> ; rrr
DG97, EG07, EG15	<i>Opopanax chironium</i> ; rrr
DG97, DG94, EG07, EG05, EG15	<i>Orchis laxiflora</i> ; rrr
DG97	<i>Orchis purpurea</i> ; rrr
EG05, EG17, EG15	<i>Orobanche artemisiae-campestris</i> ; rrr
EG17	<i>Oenanthe fistulosa</i> ; rrr
EG17	<i>Orobanche lavandulacea</i> ; rrr
EG07	<i>Orlaya daucoides</i> ; rrr
EG07, EG06, EG17, EG16	<i>Pancratium maritimum</i> ; Protegida ; No endémica
EG07, EG17	<i>Panicum dichotomiflorum</i> ; rrr
EG07, EG06, EG17	<i>Paspalum sauræ</i> ; rrr
EG05, EG16	<i>Pennisetum clandestinum</i> ;
DG97, DG96, DG95, EG07, EG05, EG15	<i>Peucedanum alsaticum subsp. venetum</i> ; rrr
EG07, EG16	<i>Phalaris paradoxa</i> ; rrr
EG07, EG05, EG17, EG16, EG15	<i>Phleum arenarium</i> ; rrr; Protegida
EG07, EG17	<i>Plantago cornuti</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
DG97, DG96, DG95, EG07, EG06	<i>Plantago major subsp. intermedia</i> ; rrr
DG97	<i>Polygala exilis</i> ; rrr
DG97	<i>Polygala monspeliaca</i> ; rrr
EG07, EG17, EG15, EG14	<i>Polygonum aviculare subsp. robertii</i> ; rrr; Protegida
EG17, EG27	<i>Posidonia oceanica</i> ; Protegida ; No endémica
EG07	<i>Potamogeton natans</i> ; Protegida
EG07	<i>Potamogeton perfoliatus</i> ; rrr; Protegida
EG07	<i>Potamogeton polygonifolius</i> ; rrr; No endémica
DG97	<i>Prunella hyssopifolia</i> ; rrr
EG07	<i>Puccinellia distans</i> ; rrr
DG97, EG07, EG17	<i>Pulicaria sicula</i> ; rrr; No endémica
EG07	<i>Pulicaria vulgaris</i> ; rrr
EG04	<i>Pyracantha coccinea</i> ; rrr
DG94	<i>Quercus canariensis</i> ; rrr
EG07, EG06	<i>Ranunculus lingua</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG17	<i>Reseda phyteuma subsp. jacquini</i> ; Protegida
EG07	<i>Rorippa amphibia</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG07, EG14	<i>Rubia tinctorum</i> ; rrr
EG07, EG06, EG17, EG15	<i>Rumex hydrolapathum</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
DG96, EG07, EG06, EG05, EG17, EG15	<i>Rumex palustris</i> ; rrr
EG07, EG06, EG17, EG16	<i>Sagittaria sagittifolia</i> ; rrr; No endémica
EG17	<i>Salpichroa organifolia</i> ; rrr
EG07, EG17	<i>Salsola kali subsp. collina</i> ; rrr
EG07, EG17, EG15	<i>Salsola soda</i> ; rrr

Cuadrícula UTM 10x10 km	frecuencia; protegida; endemidad
EG07, EG06, EG17, EG15, EG14	<i>Salvinia natans</i> ; rrr; No endémica
DG97, EG07	<i>Scandix pecten-veneris</i> subsp. <i>hispanica</i> ; rrr
EG15	<i>Scorzonera hispanica</i> subsp. <i>glastifolia</i> ; rrr
EG07, EG15	<i>Scutellaria galericulata</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG07, EG17	<i>Sedum andegavense</i> ; rrr
EG07, EG06, EG15	<i>Senecio aquaticus</i> ; Protegida ; No endémica
EG06, EG17	<i>Senecio aquaticus</i> subsp. <i>aquaticus</i> ; rrr
EG15	<i>Senecio cineraria</i> subsp. <i>cineraria</i> ; Protegida ; No endémica
EG05, EC15	<i>Senecio doronicum</i> subsp. <i>gerardii</i> ; rrr; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
EG17, EG15	<i>Serapias vomeracea</i> ; rrr
EG07, EG17	<i>Setaria italica</i> ; rrr
DG95, EG05	<i>Sicyos angulatus</i> ; rrr
DG97, EG07, EG06, EG04, EG17, EG16, EG15, EG14, EG27	<i>Sideritis hirsuta</i> subsp. <i>emporitana</i> ; Protegida
DG97, EG07	<i>Silene italica</i> subsp. <i>sennenii</i> ; rrr; Protegida ; Endemismos exclusivos de Cataluña
EG16, EG15	<i>Silene sedoides</i> ; Protegida ; No endémica
EG07	<i>Sinapis alba</i> subsp. <i>alba</i> ; rrr
EG07	<i>Sinapis alba</i> subsp. <i>mairei</i> ; rrr
EG07	<i>Solanum bonariense</i> ; rrr
EG07	<i>Solanum rostratum</i> ; rrr
EG07, EG17	<i>Spergularia rubra</i> subsp. <i>heldreichii</i> ; rrr
DG97	<i>Spiraea crenata</i> ; rrr
DG94, EG04	<i>Spiranthes aestivalis</i> ; Protegida ; No endémica
EG06	<i>Spirodela polyrrhiza</i> ; rrr; Protegida
EG07, EG06	<i>Stachys byzantina</i> ; rrr
EG17, EG15, EG14	<i>Stachys brachyclada</i> ; rrr
EG07, EG06, EG17, EG16, EG15, EG14	<i>Stachys maritima</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG07, EG06, EG15, EG14	<i>Stachys palustris</i> ; rrr
DG97	<i>Stenotaphrum secundatum</i> ; rrr
EG07, EG17, EG15	<i>Suaeda splendens</i> ; rrr
DG94, EG07, EG06, EG15, EG14	<i>Taraxacum laevigatum</i> ; Protegida
DG97	<i>Teucrium polium</i> subsp. <i>aragonense</i> ; Endemismos del nordeste ibérico (pirenaicos, pirenaico-cantábricos, ibero-orientales, catalano-baleares, etc..)
DG97, EG07, EG06, EG05, EG15, EG14	<i>Thalictrum lucidum</i> ; Protegida
DG97, EG07, EG06, EG17, EG15	<i>Thalictrum morisonii</i> subsp. <i>mediterraneum</i> ; rrr
DG95, DG94, EG07, EG06, EG04, EG17, EG16, EG15, EG14	<i>Tradescantia fluminensis</i> ; rrr
EG07	<i>Trapa natans</i> ; rrr; No endémica
EG15	<i>Trifolium ornithopodioides</i> ; rrr
EG07, EG06, EG17	<i>Triglochin bulbosum</i> subsp. <i>barrelieri</i> ; Protegida
EG17	<i>Tyrimnus leucographus</i> ; rrr
EG07, EG17	<i>Utricularia australis</i> ; rrr; Protegida
EG07, EG06	<i>Utricularia vulgaris</i> ; rrr; No endémica

Cuadrícula UTM 10x10 km	frecuencia; protegida; endemidad
EG07	<i>Valerianella carinata</i> ; rrr
DG97, EG06, EG17	<i>Valerianella echinata</i> ; rrr
EG07	<i>Veronica agrestis</i> ; rrr
EG07, EG15	<i>Veronica anagallis-aquatica subsp. aquatica</i> ; rrr
EG17	<i>Veronica hederifolia subsp. triloba</i> ; rrr
DG95	<i>Veronica praecox</i> ; rrr
EG07	<i>Viola tricolor subsp. minima</i> ; rrr
DG97	<i>Woodsia glabella subsp. pulchella</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
DG97	<i>Xeranthemum annuum</i> ; rrr
EG17	<i>Zostera marina</i> ; rrr; Protegida ; No endémica
EG17	<i>Zostera noltii</i> ; Protegida ; No endémica

6.3.2 Fauna amenazada

El proyecto de decreto del catálogo de la fauna salvaje autóctona amenazada de Cataluña (fuente: GENCAT), sometido a información pública en agosto 2020, divide las especies en:

- especies en peligro: especies y subespecies la supervivencia de las cuales es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando;
- especies vulnerables: especies y subespecies que corren el riesgo de pasar a la categoría "en peligro de extinción" en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ellas no son corregidos;
- especies extintas: especies y subespecies autóctonas que han dejado de reproducirse en toda Cataluña en algún momento desde el siglo XIX hasta la actualidad y que pueden ser objeto de reintroducción.

Asimismo, hay muchas especies que no están incluidas en las categorías anteriores y que se clasifican como protegidas en este proyecto de decreto.

En la tabla siguiente, se presentan las especies de fauna salvaje en el ámbito de estudio que están citadas en la descripción de los espacios naturales protegidos (se vea la sección 6.5.1).

Estas especies están incluidas en el Article 4 de la Directiva 2009/147/EC, relativa a la conservación de las aves silvestres, y en el anexo II de la Directiva 92/43/EEC, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora terrestre.

En la tabla se incluye también si las especies están incluidas en el DL 2/2008, en el listado de Especies silvestres del RD 129/2011, en el catálogo español de especies amenazadas o si están mencionadas en el proyecto de decreto del catálogo de la fauna salvaje autóctona amenazada de Cataluña, y a que categoría pertenecen.

Grupo	Especies	Incluida en DL 2/2008	Listados Especies silvestres RD 139/2011	Catálogo Español de especies amenazadas RD 139/2011	Proyecto decreto fauna amenazada de Cataluña
Aves	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	x	x		VU
	<i>Acrocephalus paludicola</i>	x	x		PRO
	<i>Alcedo atthis</i>	x	x		PRO
	<i>Anthus campestris</i>	x	x		PRO
	<i>Ardea purpurea</i>	x	x		VU

Grupo	Especies	Incluida en DL 2/2008	Listados Especies silvestres RD 139/2011	Catálogo Español de especies amenazadas RD 139/2011	Proyecto decreto fauna amenazada de Cataluña
	<i>Ardeola ralloides</i>	x	x	VU	VU
	<i>Asio flammeus</i>	x	x		PRO
	<i>Aythya nyroca</i>	x	x	EN	EN
	<i>Botaurus stellaris</i>	x	x	EN	EN
	<i>Burhinus oediconemus</i>	x	x		PRO
	<i>Calandrella brachydactyla</i>	x	x		EN
	<i>Calonectris diomedea</i>	x	x	VU	VU
	<i>Caprimulgus europaeus</i>	x	x		PRO
	<i>Charadrius morinellus</i>	x	x	VU	VU
	<i>Chlidonias niger</i>	x	x	EN	EX
	<i>Ciconia</i>	x	x		PRO
	<i>Ciconia nigra</i>	x	x		PRO
	<i>Circaetus gallicus</i>	x	x		PRO
	<i>Circus aeruginosus</i>	x	x		PRO
	<i>Circus pygargus</i>	x	x	VU	VU
	<i>Coracias garrulus</i>	x	x		PRO
	<i>Crex</i>	x	x		PRO
	<i>Egretta garzetta</i>	x	x		PRO
	<i>Elanus caeruleus</i>	x	x		PRO
	<i>Emberiza hortulana</i>	x	x		PRO
	<i>Falco columbarius</i>	x	x		PRO
	<i>Falco eleonora</i>	x	x		PRO
	<i>Falco naumanni</i>	x	x		VU
	<i>Falco peregrinus</i>	x	x		VU
	<i>Gavia arctica</i>	x	x		PRO
	<i>Gavia immer</i>	x	x		PRO
	<i>Gavia stellata</i>	x	x		PRO
	<i>Gelochelidon nilotica</i>	x	x		VU
	<i>Glareola pratincola</i>	x	x		VU
	<i>Grus</i>	x	x		PRO
	<i>Hieraaetus fasciatus</i>		x	VU	
	<i>Hieraaetus pennatus</i>		x		
	<i>Himantopus</i>	x	x		PRO
	<i>Hydrobates pelagicus</i>	x	x		EN
	<i>Ixobrychus minutus</i>	x	x		PRO
	<i>Lanius collurio</i>	x	x		PRO
	<i>Larus audouinii</i>	x	x	VU	VU
	<i>Larus genei</i>		x		
	<i>Larus melanocephalus</i>		x		
	<i>Limosa lapponica</i>	x	x		PRO
	<i>Lullula arborea</i>	x	x		PRO
	<i>Luscinia svecica</i>	x	x		PRO
	<i>Milvus migrans</i>	x	x		PRO
	<i>Milvus</i>	x	x	EN	EN
	<i>Nycticorax</i>	x	x		PRO
	<i>Pandion haliaetus</i>	x	x	VU	EX

Grupo	Especies	Incluida en DL 2/2008	Listados Especies silvestres RD 139/2011	Catálogo Español de especies amenazadas RD 139/2011	Proyecto decreto fauna amenazada de Cataluña
	<i>Pernis apivorus</i>	x	x		PRO
	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>	x	x	VU	VU
	<i>Phalaropus lobatus</i>	x	x		PRO
	<i>Philomachus pugnax</i>	x	x		PRO
	<i>Phoenicopterus ruber</i>		x		
	<i>Platalea leucorodia</i>	x	x		PRO
	<i>Plegadis falcinellus</i>	x	x		PRO
	<i>Pluvialis apricaria</i>	x	x		PRO
	<i>Porphyrio</i>	x	x		PRO
	<i>Porzana parva</i>	x	x		PRO
	<i>Porzana</i>	x	x		PRO
	<i>Porzana pusilla</i>	x	x		VU
	<i>Puffinus mauretanicus</i>	x	x	EN	EN
	<i>Recurvirostra avosetta</i>	x	x		VU
	<i>Sterna albifrons</i>	x	x		VU
	<i>Sterna caspia</i>	x	x		PRO
	<i>Sterna hirundo</i>	x	x		VU
	<i>Sterna sandvicensis</i>	x	x		PRO
	<i>Sylvia undata</i>	x	x		PRO
	<i>Tetrax</i>	x	x	VU	EN
	<i>Tringa glareola</i>	x	x		PRO
	<i>Lutra</i>	x			PRO
Mamíferos	<i>Miniopterus schreibersii</i>	x	x	VU	VU
	<i>Myotis capaccinii</i>	x	x	EN	EN
	<i>Myotis emarginatus</i>	x	x	VU	VU
	<i>Myotis</i>	x	x	VU	VU
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	x	x	VU	VU
	<i>Emys orbicularis</i>	x	x		EN
Reptiles	<i>Mauremys leprosa</i>	x	x		PRO
	<i>Alosa fallax</i>				
Peces	<i>Aphanius iberus</i>	x	x	EN	EN
	<i>Barbus meridionalis</i>	x			VU
	<i>Vertigo moulinsiana</i>	x	x		EN

EN = en peligro; VU = vulnerable; PRO = protegida; EX = extinta.

6.3.3 Planes de conservación y protección de la flora y de la fauna

Las siguientes figuras muestran los planes de conservación/protección de flora y fauna en Cataluña. Todos los datos se han consultado en el visor Hipermapa de la Generalitat de Catalunya (<https://sig.gencat.cat/visors/hipermapa.html>).

Algunos de estos planes están relacionados con el DECRET 259/2004, de 13 de abril, por el cual se declara especie en peligro de extinción la gaviota corsa y se aprueban los planes de recuperación de diversas especies (véase sección 6.4.3).

En la siguiente figura se presenta el mapa de áreas de interés faunístico y florístico (fuente GENCAT). Se trata de un mapa elaborado con la suma de las áreas más críticas de todas las especies de fauna y flora amenazadas de las cuales se tiene una información especialmente detallada.

Estas áreas se tienen que tener en cuenta por cualquier actuación o gestión que se tenga que hacer en el territorio.



Figura 27. Áreas de interés faunístico y florístico en el área de estudio. Fuente: GENCAT.

La imagen siguiente representa las zonas de protección de la avifauna que se han establecido con la finalidad de reducir los riesgos de electrocución y de colisión con las líneas eléctricas de alta tensión.

El mapa incorpora las zonas ZEPA de la Red Natura 2000 (se vea el apartado 1.5.1) junto a los ámbitos de actuación de los planes de recuperación de aves y de las zonas más sensibles para las aves amenazadas de Cataluña.

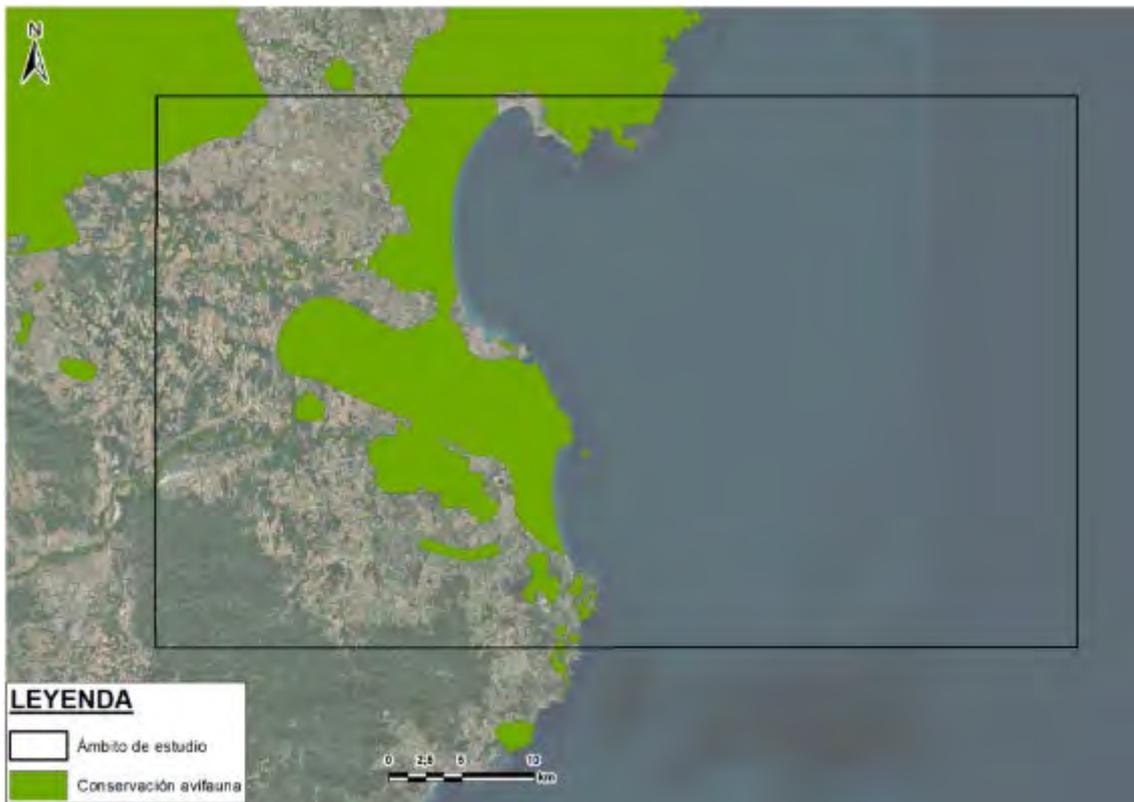


Figura 28. Zonas de protección de avifauna en el área de estudio. Fuente: GENCAT.

A continuación, se enseñan los planes de recuperación y conservación de algunas de las especies faunísticas amenazadas de Cataluña.

El avetoro común (*Botaurus stellaris*) es un pájaro que habita los carrizales de una cierta extensión, donde mantiene unas costumbres extremadamente discretas. Su distribución geográfica es muy fragmentada y su población ha ido disminuyendo desde el siglo XIX. En Cataluña, no se ha experimentado una recuperación satisfactoria del avetoro común, aun recibiendo, tanto él como buena parte de sus hábitats, protección legal. El parque natural de Aiguamolls de l'Empordà es una de las dos áreas actuales de presencia habitual de este pájaro en Cataluña en la época de cría. Actualmente, este pájaro tiene sólo dos áreas de presencia habitual en la época de cría.

El fartet (*Lebias iberas*) es un pez ciprinodóntido de tamaño pequeño que habita estanques litorales de aguas salobres. Es una especie endémica de la costa mediterránea ibérica que se encuentran en peligro de extinción. Las principales poblaciones de fartet se encuentran en el Empordà, en parque natural de Aiguamolls de l'Empordà y en el parque natural Delta del Ebro.

La nutria europea (*Lutra lutra*) pertenece a la clase Mammalia y a la familia de Mustelidae. Es un habitante estricto de ríos, lagos, lagunas y humedales y se puede considerar como un bioindicador del estado de un río. De forma sedentaria se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1.700-1.800 metros de altitud.

Desde el 1995 hasta el 2001, en el nordeste de Girona se reintrodujeron ejemplares procedentes de Asturias, Extremadura y Portugal, con lo que se ha establecido una población estable que también se está expandiendo.

La *lutra lutra* está incluida en el Anexo II (especie de interés comunitario para cuya preservación se tienen que designar zonas especiales de conservación) y anexo IV (especies que serán objeto de medidas de conservación especiales en cuanto al hábitat, con la finalidad de asegurar su supervivencia y reproducción en el área de distribución) de la Ley estatal 42/2007 de 13 de diciembre. También está reglamentada por el decreto legislativo 2/2008 de 15 de abril de Cataluña.



Figura 29. Plan de recuperación del avetoro común en la zona del Alt Empordà. Fuente: GENCAT.



Figura 30. Plan de recuperación del avetoro común en la zona del Baix Empordà. Fuente: GENCAT.



Figura 31. Plan de recuperación del fartet en el Alt Empordà. Fuente: GENCAT.



Figura 32. Plan de recuperación del fartet en el Baix Empordà. Fuente: GENCAT.



Figura 33. Plan de conservación de la nutria europea en el área de estudio. Fuente: GENCAT.

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), las instalaciones terrestres se ubican parcialmente en una zona incluida en el Plan de Conservación de la Avifauna (zona sureste del cableado a alta tensión, así como área ocupada por la subestación elevadora, la arqueta de conexión y la conducción subterránea entre subestación y arqueta).

Además, la solución propuesta cruzaría la zona del Plan de Conservación de la nutria europea en correspondencia del río Fluvià, del Rec Sirvent y de la riera d'Àiguema, y por último el área de interés faunístico y florístico en la zona sureste del cableado terrestre.

6.3.4 Hábitats de interés comunitario

Según la cartografía de los hábitats, versión 2 (2018) de la GENCAT, en el área de estudio hay diferentes hábitats de interés comunitario (HIC), que se resumen en la tabla siguiente.

Código HIC	Descripción
1150*	Lagunas litorales
1210	Vegetación anual colonizadora de los gujarrales litorales ricos en materia orgánica
1240	Acantilados de las costas mediterráneas colonizados por vegetación, con saladinas (<i>Limonium spp.</i>) endémicas
1310	Comunidades de <i>Salicornia</i> y otros plantas anuales, colonizadores de suelos arcillosos o arenosos salinos
1320	Espartinares
1410	Prados y juncuales halófilos mediterráneos
2110	Dunas movedizas embrionarias
2210	Dunas litorales fijadas, con comunidades del <i>Crucianellion maritimae</i>
2270*	Dunas con pinares de pino piñonero o de rodeno
3140	Aguas estancadas oligomesotróficas, duras, con vegetación bentónica de carofíceas
3150	Estaños naturales eutróficos con vegetación nadante (<i>Hydrocharitum</i>) o poblamientos sumergidos de espigas de agua (<i>Potamogeton</i>)
3250	Ríos mediterráneos con vegetación del <i>Glaucion flavi</i>
3260	Ríos de tierra baja y de la montaña mediana con vegetación submergida o parcialmente flotante (<i>Ranunculion fluitantis</i> y <i>Callitriche-Batrachion</i>)
3270	Ríos con bordes cenagosos colonizados por herbazales nitrófilos del <i>Chenopodium rubri</i> (p.p.) y del <i>Bidention</i> (p.p.)
3290	Ríos mediterráneos intermitentes, con céspedes nitrófilos del <i>Paspalo-Agrostidion</i>
5330	Matorrales termomediterráneos y predesérticos
6220*	Prados mediterráneos ricos en anuales, basófilos (Thero-Brachypodietalia)
6420	Juncuales y herbazales gramínoles húmedos, mediterráneos, del <i>Molinio-Holoschoenion</i>
6510	Prados de hierba de tierra baja y de la montaña mediana (<i>Arrhenatherion</i>)
8130	Canchales de la Europa meridional con vegetación poco o muy termófila
8210	Costas rocosas calcáreas con vegetación rupícola
91E0*	Sotos y otros bosques de ribera afines <i>Alno-Padion</i>
9260	Castañeros
92A0	Alamedas, salgueros y otros bosques de ribera
92D0	Bosques y matorrales meridionales de ramblas, rieras y lugares húmedos
9330	Alcornocales
9340	Encinares y carrascales
9540	Pinares mediterráneos

En la imagen siguiente se representan los HICs según la cartografía de la GENCAT.

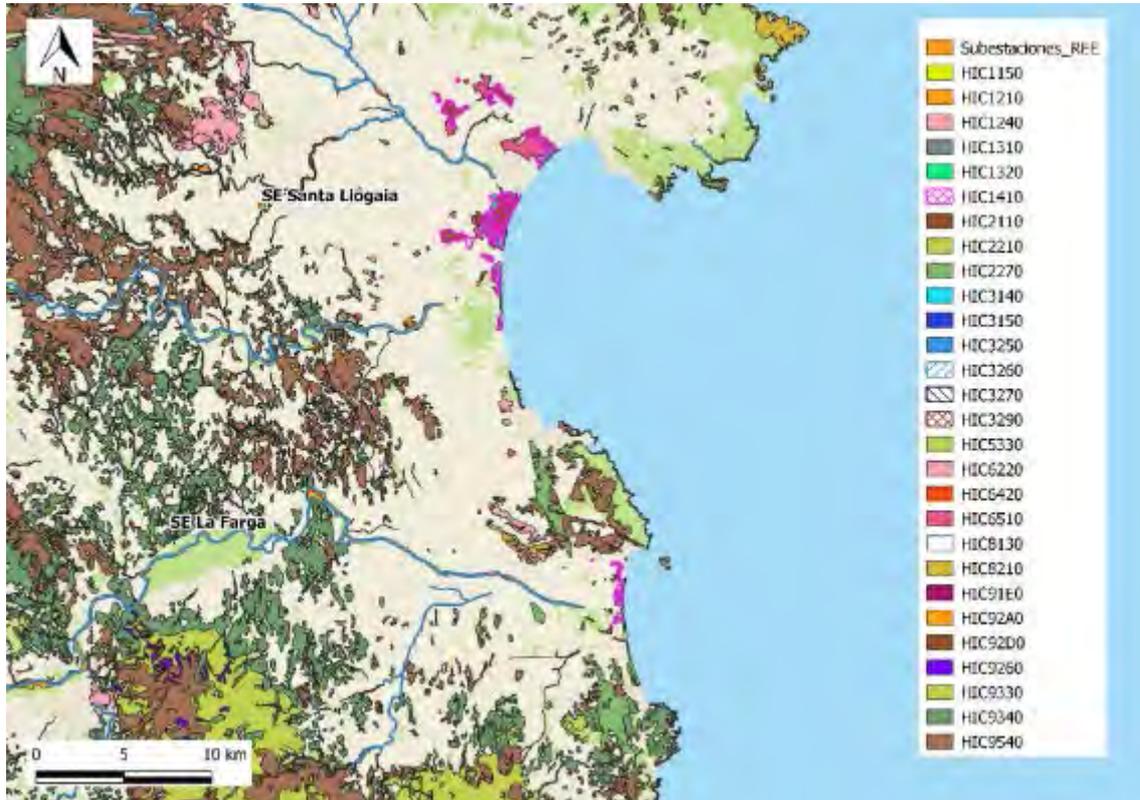


Figura 34. HICs en el ámbito de estudio. Se señalan varias áreas de superposición entre (i) los HICs 3150, 3220, 3250, 3260, 3270 y 92A0, (ii) los HICs 1310, 1320, 1410 y 92D0, y (iii) los HICs 3290 y 91E0. Fuente: GENCAT.

Cuatro de estos HIC son prioritarios según la Directiva Hábitats 92/43 y son:

- 1150 - Lagunas litorales;
- 2270 - Dunas con pinares de pino piñonero o de rodeno;
- 6220 – Prados mediterráneos ricos en anuales, basófilos (*Thero-Brachypodietalia*);
- 91E0 – Sotos y otros bosques de ribera afines *Alno-Padion*.

En la imagen siguiente se representa la distribución de estos HICs prioritarios en el ámbito de estudio.

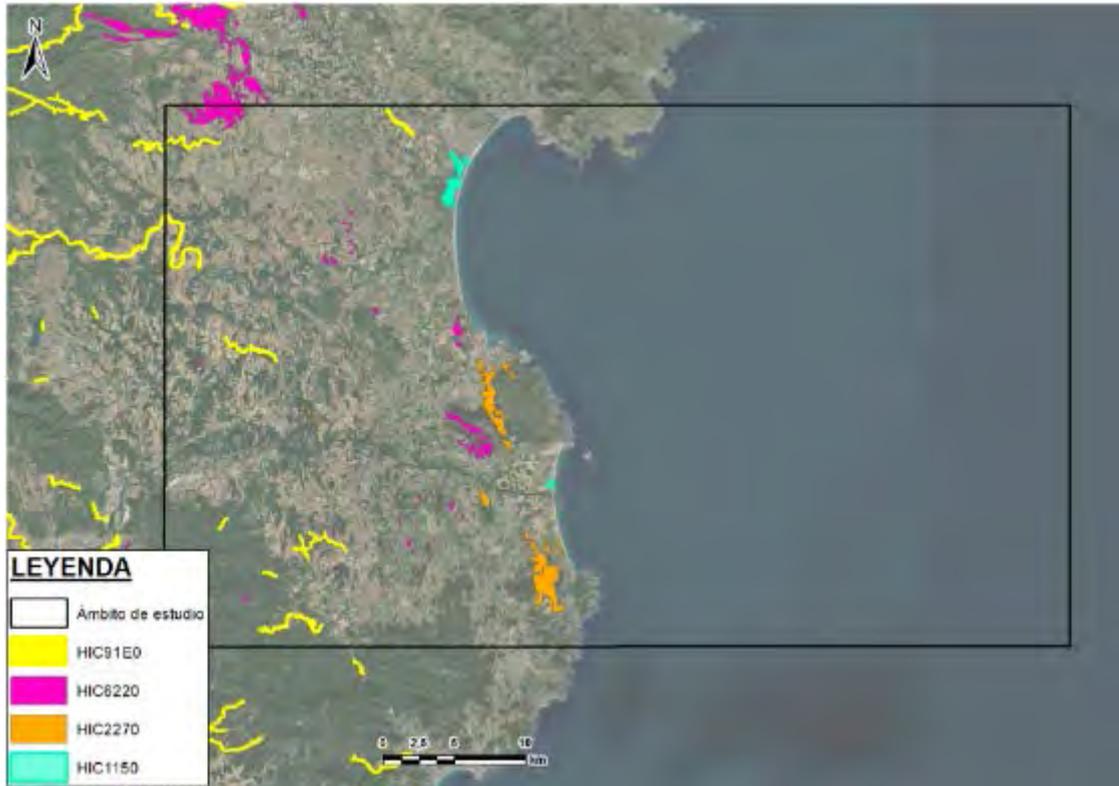


Figura 35. HICs prioritarios en la zona de estudio. Fuente: GENCAT.

La solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5) prevé que las instalaciones terrestres se ubiquen parcialmente en un área donde se reconocen los HICs no prioritarios 3150, 3250, 3260, 3270 y 92A0, en los puntos de intersección de la línea de alta tensión con el río Fluvià, y los HICs no prioritarios 9340 y 6420 en áreas limitadas de la parte central de la ruta.

El cableado terrestre no interferirá en ningún punto directamente con HICs prioritarios, aunque se quedará muy próximo al HIC prioritario 6220 en tramo de la ruta que atraviesa el municipio de Sant Miquel de Fluvià.

6.4 MEDIO BIÓTICO MARINO

6.4.1 Comunidades bentónicas

Las comunidades bentónicas incluyen el conjunto de poblaciones biológicas que colonizan el lecho marino. El medio marino de la comarca del Alt Empordà tiene una diversidad de hábitats bentónicos muy rica. La parte norte de la región, en Cap de Creus, se caracteriza por laderas más altas y en su mayoría conjuntos de fondos rocosos, mientras que la parte sur, el Golfo de Roses, es mucho más plana y en su mayoría acomoda hábitats de fondos blandos (Sarda et al., 2012).

Las praderas de fanerógamas marinas constituyen comunidades fotófilas ubicadas principalmente en la parte superior de ambientes infralitorales de fondo blando. En el ámbito de estudio se observa una representación importante de la comunidad de *Posidonia oceánica* en la zona más al norte del Golfo de Roses y en las áreas costeras del Cap de Creus, así como en L'Estartit, las Islas Medes y más al sur en la zona de Begur. La mayoría de praderas de *Posidonia oceánica* se encuentra en muy buenas condiciones, aunque se destacan también matas muertas de *Posidonia Oc.* en la zona costera entre L'Escala y L'Estartit.

En los fondos arenosos de la franja litoral comprendida entre 5 y 15 m de profundidad aparecen otras praderas de fanerógamas marinas, es decir las praderas de *Cymodocea nodosa*. En el área de estudio se encuentran dos franjas, una en la bahía de Roses y la otra al sur de L'Estartit.

Cymodocea nodosa es una fanerógama marina de tamaño y porte marcadamente inferior a *Posidonia oceánica*, siendo después de esta, la segunda fanerógama marina en importancia del Mediterráneo. Es una planta herbácea perenne, aunque con un ciclo biológico marcadamente estacional. Presenta un máximo de densidad de haces y biomasa en la época estival y en invierno su tamaño y abundancia son mínimos, en que los rizomas permanecen enterrados en el fondo.

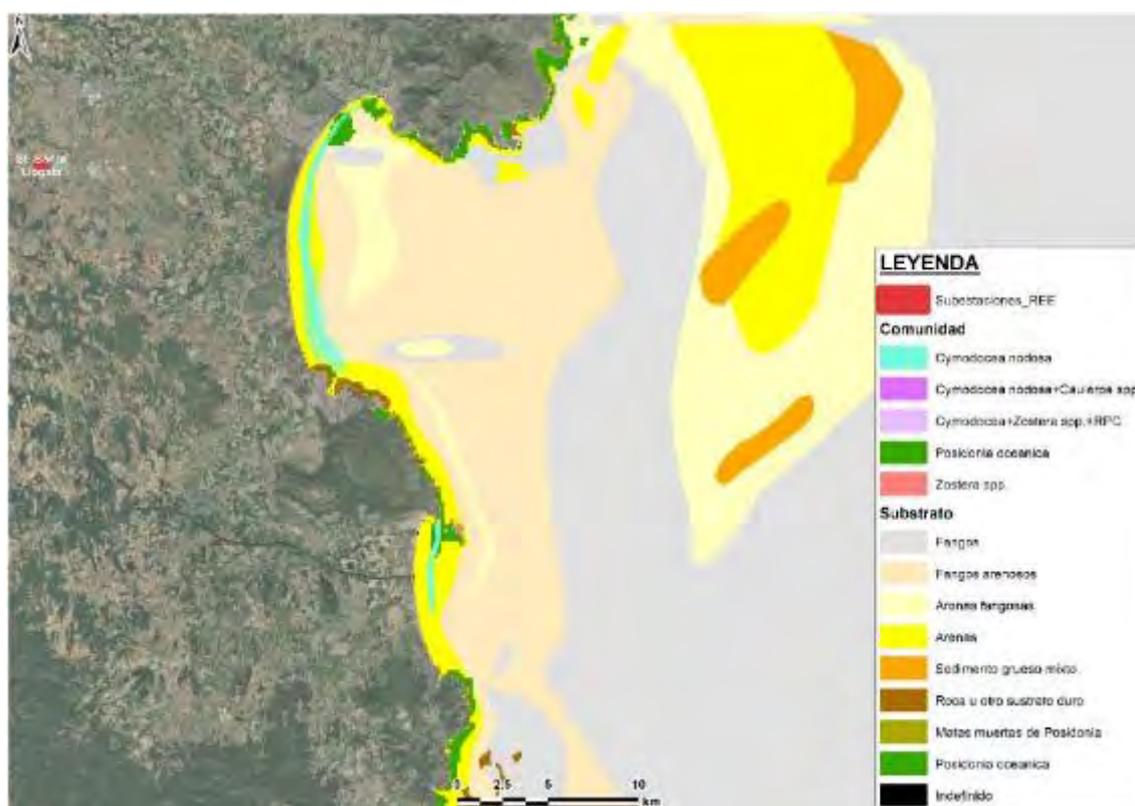


Figura 36. Distribución de las fanerógamas marinas en el área de estudio. EMODnet Geology y DARP.

La ubicación de los aerogeneradores del parque eólico propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5) no tendrá interferencia con las praderas de fanerógamas marinas indicadas arriba.

El único solapamiento potencial entre la infraestructura marina del proyecto y las comunidades bentónicas descritas se localiza en el tramo de transición marítimo-terrestre de los cables de evacuación del parque eólico, cuya ubicación coincide parcialmente con una pradera de *Cymodocea nodosa*. Cualquier afección a tal pradera será evitada empleando la tecnología de PHD en esta zona (véase capítulo 5.2.2).

6.4.2 Comunidades pelágicas

En aguas españolas viven o circulan 27 especies de cetáceos, la mitad de ellos amenazados, y todos incluidos en la normativa de biodiversidad nacional: Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre, al Real Decreto 699/2018, de 219 de junio, la Ley 42/2007, de 13 de diciembre y la Ley 41/2010, de 29 de diciembre.

En las aguas pelágicas del nordeste de Cataluña se pueden encontrar hasta 7 especies de cetáceos durante su migración: delfín mular (*Tursiops truncatus*), delfín común (*Delphinus delphis*), delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), calderón gris (*Grampus griseus*), calderón común (*Globicephala melas*), rorcual común (*Balaenoptera physalus*) y el zifio de Cuvier (*Ziphius cavirostris*). Adicionalmente se han avistado esporádicamente cachalotes (*Physeter macrocephalus*). Cabe destacar entre ellos el delfín mular, que está incluido en el Anexo II y IV de la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo.

En la figura siguiente se muestra un mapa de avistamientos registrados por los pescadores que colaboraron con el proyecto DELTRA (Tramuntana Dolphin Project) durante el año 2019. Como se puede ver, los avistamientos son más comunes en la zona al norte del Cap de Creus en proximidad de costa y offshore, mientras que en la zona al sur del Cap de Creus se concentran en las zonas nearshore. La mayoría de los avistamientos en la zona más próxima al proyecto son de delfín mular.

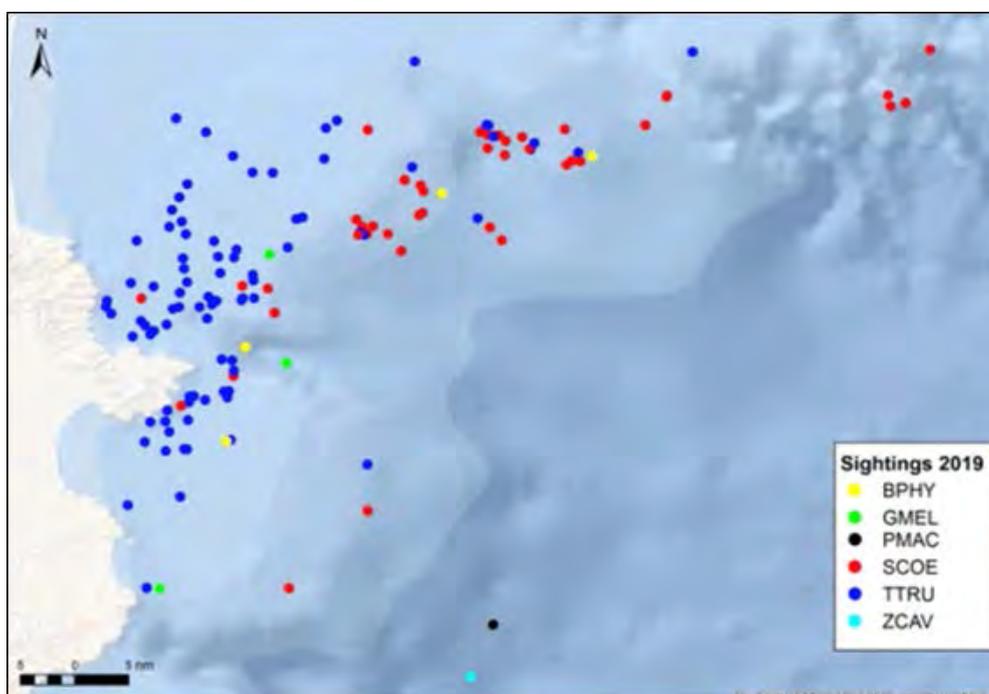


Figura 37. Mapa de los avistamientos de diferentes especies de cetáceos registrados por los pescadores colaboradores con el proyecto DELTRA durante 2019. Amarillo: rorcual común, verde: calderón común; negro: cachalote; rojo: delfín listado; azul: delfín mular; cian: zifio cuvier).

Fuente: <https://dofinsdetramuntana.cat/es/campanas/>

La solución de parque eólico propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5) se ha planteado de manera que las instalaciones marinas se mantengan fuera de la zona donde se concentraron los avistamientos de cetáceos en 2019, durante el proyecto DELTRA (Tramuntana Dolphin Project).

En referencias a los quelonios, en el Mediterráneo normalmente se pueden encontrar 3 especies de tortugas marinas de las 7 actualmente existentes: la tortuga boba (*Caretta caretta*), la tortuga verde (*Chelonia mydas*) and la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*). Las primeras dos especies viven y anidan en el Mediterráneo, mientras que en el caso de la tercera no se tienen registros de nidos en las playas mediterráneas. La tortuga marina más común en el ámbito de estudio es la tortuga boba; en los últimos 20 años se han registrados varios nidos de esta especie a lo largo de la costa continental española, mientras que el nido más al norte se ha encontrado recientemente en las costas francesas del Mediterráneo.

Por otra parte, mediante el Acuerdo de Gobierno 150/2014, de 4 de noviembre, por el que se declaran zonas especiales de conservación de la región biogeográfica mediterránea integrantes de la Red Natura 2000, se ha pasado proteger buena parte del golfo de Roses, medida que debe servir para crear una zona de protección para cetáceos, tortugas y peces.

A pesar de todas estas medidas legislativas y la buena predisposición de los pescadores para proteger la especie, las tortugas verdes que cruzan la bahía de Roses están sometidas a la gran presión que representa la flota pesquera altoampurdanesa y al intenso tráfico de embarcaciones de recreo durante el verano y por tanto su supervivencia aquí se hace muy difícil. Según Mascort et al., 2016, entre los años 2009 – 2013 los pescadores encontraron tres tortugas verdes en la Bahía de Roses y concluyendo que se enmarca dentro de la actual dinámica de recuperación de las colonias de cría de la especie y posterior dispersión de los juveniles que, al parecer, ahora entran en el Mediterráneo occidental.



Figura 38. Mapa de la distribución de tortugas verdes en la bahía de Roses, desde 2005 hasta 2014. Fuente: Mascort et al., 2016.

6.4.3 Fauna y flora amenazadas

En el mar Mediterráneo están citadas, en el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas, las siguientes especies protegidas o consideradas amenazadas (Fuente: MITECO):

Clase	Especies
ANGIOSPERMAS	<i>Posidonia oceanica</i>
	<i>Cymodocea nodosa</i>
	<i>Zostera marina</i>
	<i>Nanozostera noltii</i>
CLOROPHYTA	<i>Caulerpa ollivieri</i>
RODOPHYTA	<i>Gymnogongrus crenulatus</i>
	<i>Kallymenia spathulata</i>
	<i>Lithophyllum byssoides</i>
	<i>Ptilophora mediterranea</i>
	<i>Sphaerococcus rhizophylloides</i>
HETEROKONTOPHYTA	<i>Laminaria rodriguezii</i>
	<i>Sargassum acinarium</i>

Clase	Especies
	<i>Sargassum flavifolium</i>
	<i>Sargassum hornschurchii</i>
	<i>Sargassum trichocarpum</i>
CRUSTACEA	<i>Ocypode cursor</i>
	<i>Pachylasma giganteum</i>
GASTROPODA	<i>Charonia tritonis variegata</i>
	<i>Cymbula nigra</i>
	<i>Erosaria spurca</i>
	<i>Gibbula nivosa</i>
	<i>Luria lurida</i>
	<i>Mitra zonata</i>
	<i>Ranella olearia</i>
	<i>Schilderia achatidea</i>
	<i>Tonna galea</i>
	<i>Zonaria pyrum</i>
	BIVALVIA
<i>Pholas dactylus</i>	
<i>Pinna rudis</i>	
ANTOZOA	<i>Antipathella subpinnata</i>
	<i>Antipathes dichotoma</i>
	<i>Astroides calycularis</i>
	<i>Callogorgia verticillata</i>
	<i>Cladocora debilis</i>
	<i>Ellisella paraplexauroides</i>
	<i>Errina aspera</i>
	<i>Leiopathes glaberrima</i>
	<i>Lophelia pertusa</i>
	<i>Madrepora oculata</i>
	<i>Parantipathes larix</i>
BRYOZOA	<i>Savalia savaglia</i>
	<i>Hornera lichenoides</i>
PORIFERA	<i>Asbestopluma hypogea</i>
	<i>Aplysina sp.</i>
	<i>Axinella cannabina</i>
	<i>Axinella polypoides</i>
	<i>Geodia cydonium</i>
	<i>Petrobiona massiliana</i>
	<i>Sarcotragus foetidus</i>
	<i>Sarcotragus pipetta</i>
	<i>Tethya sp.</i>
PETROMYZONTIFORME	<i>Galeorhinus galeus</i>
LAMNIFORMES	<i>Carcharias taurus</i>
	<i>Carcharodon carcharias</i>
	<i>Isurus oxyrinchus</i>
	<i>Lamna nasus</i>
	<i>Cetorhinus maximus</i>

Clase	Especies
	<i>Odontaspis ferox</i>
RAJIFORMES	<i>Mobula mobular</i>
	<i>Dipturus batis</i>
	<i>Leucoraja circularis</i>
	<i>Leucoraja melitensis</i>
	<i>Rostroraja alba</i>
	<i>Rhinobatos rhinobatos</i>
	<i>Rhinobatos cemiculus</i>
	<i>Gymnura altavela</i>
	<i>Pristis pectinata</i>
	<i>Pristis pristis</i>
	SQUALIFORMES
SQUATINIFORMES	<i>Squatina aculeata</i>
	<i>Squatina oculata</i>
	<i>Squatina squatina</i>
SYNGNATHIFORMES	<i>Hippocampus guttulatus</i> (= <i>H. ramulosus</i>)
	<i>Hippocampus hippocampus</i>
CHARADRIIFORMES	<i>Sterna albifrons</i>
CETACEA	<i>Delphinus delphis</i>
	<i>Globicephala melas</i>

Además de las especies citadas en la tabla arriba, se consideran las especies de aves marinas identificadas en la sección 6.3.1, que se pueden encontrar en el ámbito de estudio asociadas a los espacios naturales protegidos de la zona.

En relación a las aves marinas objeto de protección y conservación, en la siguiente imagen se muestra el plan de protección de la gaviota corsa que se extiende hasta el área de estudio. Este plan está relacionado con el DECRET 259/2004, de 13 de abril, por el cual se declara especie en peligro de extinción la gavina corsa y se aprueban los planes de recuperación de diversas especies. Una gran parte del ámbito de estudio se encuentra situado en la zona de alimentación de la gaviota de Audouin, ya que esta zona se extiende por toda la plataforma continental (por debajo de los 200 m de profundidad) a lo largo de toda la costa de Cataluña.



Figura 39. Plan de recuperación de la gaviota corsa. Fuente: Generalitat de Catalunya.

De acuerdo con el artículo 6 del DECRET 259/2004, el citado plan de conservación se considera en vigor hasta mientras que la especie se sufra en peligro de extinción “*Los presentes planos se mantendrán vigentes mientras el avetoro común, la gaviota de Audouin, el fartet y el samarugo no están descatalogados como especies en peligro de extinción. Una vez alcanzada esta situación, se redefinirán los objetivos generales y las actuaciones a realizar mediante los instrumentos que prevé la normativa vigente*”. Actualmente la gaviota corsa (*Larus a.*) está catalogada como especie vulnerable y no en peligro de extinción en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, así como en el “Projecte de decret del catalèg de fauna de Catalunya”.

La solución de parque eólico propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5) prevé que los aerogeneradores se sitúen en el ámbito de la zona indicada en el Plan de Conservación de la gaviota corsa. No obstante, cabe destacar que la actual distribución de la gaviota corsa incluye colonias nidificantes limitadas a la zona del Delta del Ebro y al entorno de los puertos de Tarragona y Barcelona (fuente: EuropaPress.es/catalunya/noticia, 2016).

6.5 MEDIO SOCIO-ECONÓMICO ÁMBITO TERRESTRE

6.5.1 Espacios Naturales protegidos y Red Natura 2000

En el ámbito de estudio se reconocen varios espacios naturales protegidos de la Red Natura 2000, que consta de Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), designadas a partir de la Directiva Hábitat y la Directiva Aves (actualmente reemplazada por la Directiva 92/43/CEE y la Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre 2009 respectivamente de la Comunidad Europea.

En el ámbito de estudio de l'Alt Empordà se sitúan los siguientes espacios de la Red Natura 2000:

- **ZEC y ZEPA ES000019 “Aiguamolls de l'Alt Empordà”:** área de 10.836,49 ha. Este sitio fue clasificado como ZEPA en 1988 y como ZEC en 2014. Es considerado también LIC (2006). El 54% es de ámbito marino y el 46% de ámbito terrestre. Se trata de uno de los humedales más importantes de Cataluña, constituido por un conjunto de sistemas naturales ricos y muy diferentes, pero al mismo tiempo frágiles y susceptibles de cambios rápidos. La flora y la vegetación presentan un carácter más septentrional que otros humedales de Cataluña, cosa que le confiere un importante grado de diferenciación. Es indudable la importancia de sus poblamientos faunísticos, con una notable diversidad y singularidad de especies, especialmente de ornitofauna.
- **ZEC ES5120021 “Riu Fluvià”:** área de 1259,61 ha. Este sitio ha sido designado como LIC en 2008 y como ZEC en 2014. Se desarrolla exclusivamente en el ámbito terrestre. Es un espacio fluvial de gran valor ecológico y paisajístico al no estar interrumpido por ningún embalse artificial de agua. Es muy importante como conector biológico entre La Alta Garrotxa (ES5120001) y la zona costera (ES0000019), con presencia de nutria (*Lutra lutra*) y de barbo de montaña (*Barbus meridionalis*), que permite además la migración interna de éste entre sus distintos afluentes. Igualmente posee un buen estado de conservación de su vegetación de ribera, destacando sus alisedas.

La ZEC y ZEPA “Aiguamolls de l'Alt Empordà” cuenta también con la figura de espacios naturales de protección especial, correspondiendo al “Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà” y finalmente pertenece al *Pla d'Espais d'Interès Natural de Catalunya* (PEIN), con el nombre de “Aiguamolls de l'Alt Empordà”. Se reconocen también otras figuras de protección especial como (i) la “Reserva Integral I dels Aiguamolls de l'Empordà – Els Estanys” (ii) la “Reserva Integral II dels Aiguamolls de l'Empordà - Las Llaunes”, (iii) la “Reserva Integral III dels Aiguamolls de l'Empordà – Illa d'en Caramany”, (iv) la “Reserva natural Parcial Illa de Caramany”.

La ZEC “Riu Fluvià” es también un espacio PEIN.



Figura 40. Red Natura 2000 en el Alt Empordà. Fuente: GENCAT y MITECO

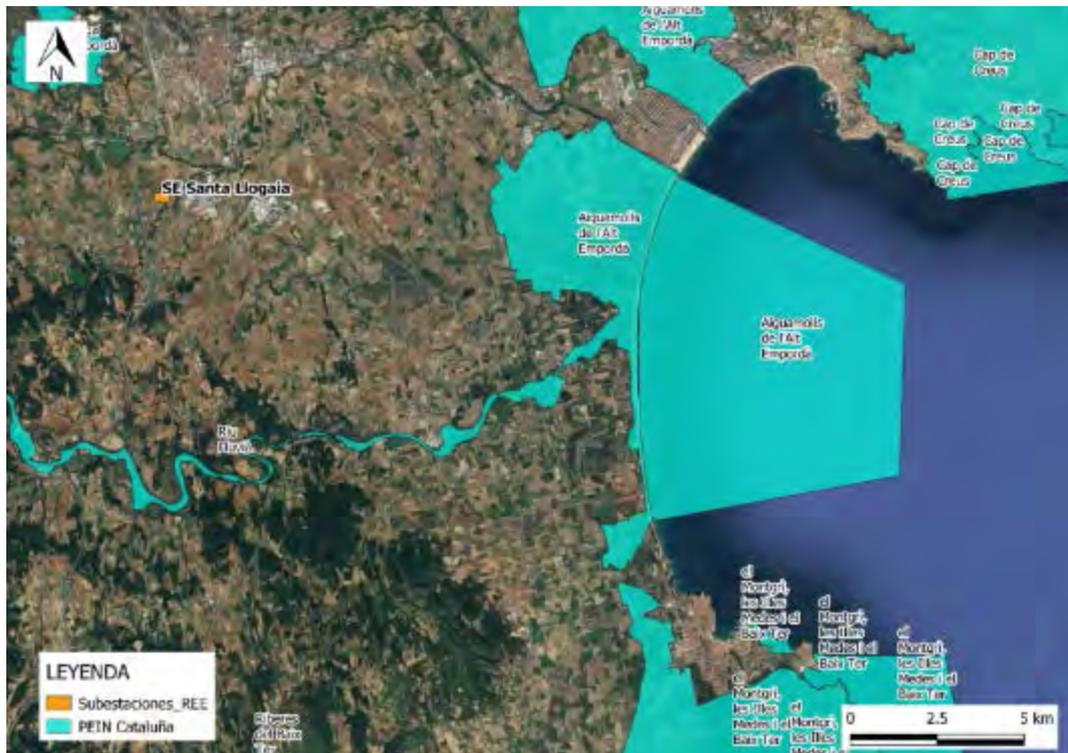


Figura 41. PEIN en el Alt Empordà. Fuente: GENCAT.

En el ámbito de estudio del Baix Empordà se sitúan los siguientes espacios de la Red Natura 2000:

- **ZEC y ZEPA ES5120016 “El Montgrí - Les Medes - El Baix Ter”:** área de 6478,60 ha. Este sitio fue clasificado como ZEPA en 2005 y como ZEC en 2014. Es considerado también LIC (2006). El 32% es de ámbito marino y el 68% de ámbito terrestre. Dentro de este espacio hay tres zonas bien diferenciadas. (i) Los Aiguamolls del Baix Empordà, donde destacan los sistemas de lagunas litorales y de dunas continentales y litorales. En las dunas se encuentra una importante vegetación psammófila. Entre las comunidades de los pantanales e hidrofíticas viven algunas especies rarísimas, en parte inexistentes en los humedales del Alt Empordà. Es un espacio de gran importancia zoogeográfica, por ser uno de los últimos refugios de aves acuáticas, especialmente idóneo para la invernada y el paso migratorio de las aves marinas. (ii) El Montgrí, que constituye una zona de notable singularidad geológica. Su franja litoral es el único ejemplo en Cataluña de costa rocosa alta calcárea. Tiene algunas singularidades de la flora mediterránea, como la presencia de una población relictica de palmito al límite septentrional de su área de distribución. La fauna destaca también por la población monoespecífica más numerosa en Cataluña del murciélago de cueva (*Myriopterus sp.*). (iii) las Illas Medes, que destacan por la gran riqueza de sus fondos marinos.

- **ZEC ES5120011 “Riberes del Baix Ter”**: área de 1218,86 ha. Este sitio ha sido designado como LIC en 2006 y como ZEC en 2014. Se desarrolla exclusivamente en el ámbito terrestre. Este espacio engloba todo el curso bajo de uno de los ríos más representativos de la región litoral catalana. Están presentes importantes muestras de bosque de ribera y de hábitats fluviales. Además, constituye una importante área de refugio y de nidificación de aves propias de humedales y bosques de ribera.

La ZEC y ZEPA “El Montgrí - Les Medes - El Baix Ter” cuenta también con la figura de espacios naturales de protección especial, correspondiendo al “Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter” y finalmente pertenece al PEIN de Cataluña, con el nombre de “El Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter”. Se reconoce también otra figura de protección especial como la “Reserva Natural Parcial dels Aiguamolls del Baix Ter”.

La ZEC “Riberes del Baix Ter” pertenece también al PEIN de Cataluña.



Figura 42. Red Natura 2000 en el Baix Empordà y Gironés. Fuente: GENCAT y MITECO.

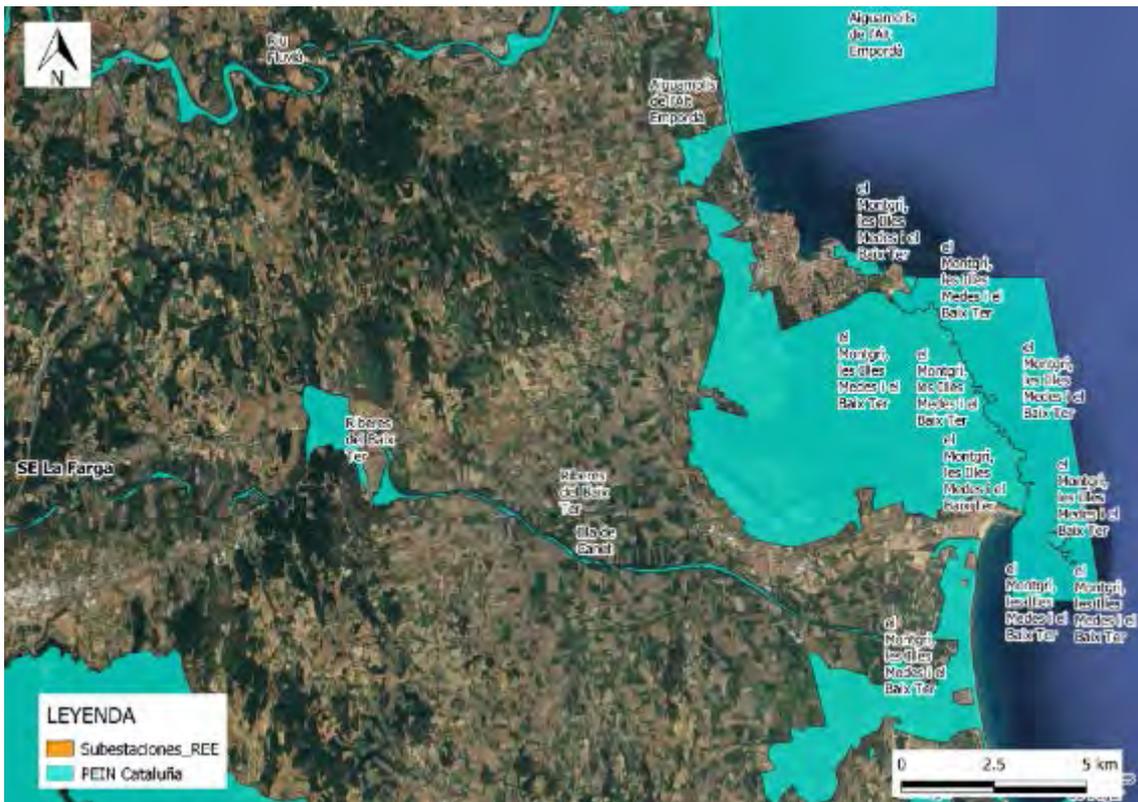


Figura 43. PEIN en el Baix Empordà y Gironés. Fuente: GENCAT.

La solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5) prevé que la subestación transformadora se construya fuera de espacios protegidos de la RED Natura 2000 y del PEIN de Cataluña. Por otro lado, la arqueta de conexión estará ubicada en uno de los espacios protegidos de la Red Natura 2000 y del PEIN, ya que estos ocupan la mayor parte de la zona de dominio público marítimo-terrestre a lo largo de la zona costera donde se localiza el proyecto de parque eólico.

Sin embargo, se prevé que el aterraje de los cables marinos se haga mediante perforación horizontal dirigida y que los cables de evacuación terrestre que conectarían la arqueta con la subestación elevadora trascurren también mediante una conducción subterránea, minimizando así los efectos ambientales.

Respecto al cableado terrestre de alta tensión, la interferencia con la RED Natura 2000 y el PEIN de Cataluña se limitará a la zona de cruce del río Fluvià. En este punto se optará por la solución técnica que conlleve un menor impacto.

6.5.2 Patrimonio natural

En esta categoría se incluyen los sitios de interés geológico presentes en el ámbito de estudio.

En la zona del Alt Empordà se reconoce la geozona de Les Llaunes-Aiguamolls del Alt Empordà (geozona 166), cuyo interés geológico está relacionado con el reconocimiento de los ambientes acuáticos y subacuáticos que han contribuido a la formación de la Plana Litoral del Alt Empordà. Dentro de esta geozona se sitúan también dos geotopos, l'Evolució deltaica-observatori Senllosa (geotopo 16602) y Les Goles (geotopo 16603). Otro geotopo que se reconoce en la zona del Alt Empordà es el de las rocas volcánicas conocidas como Traquites de Vilacolum.

En la zona del Baix Empordà se reconoce la geozona de “Les Illes Medes i Montgrí Oriental” (geozona 168), cuya relevancia está relacionada con las características morfológicas marinas, así como las rocas carbonatadas mesozoicas que han permitido el desarrollo de fenómenos kársticos importantes. La geozona incluye también el geotopo de las Islas Medas, cuyos fondos marinos están en régimen de protección especial.

No existe ningún sitio de interés geológico en el área potencialmente afectada del Gironés.

En los mapas siguientes se muestran los sitios de interés geológico descritos arriba.

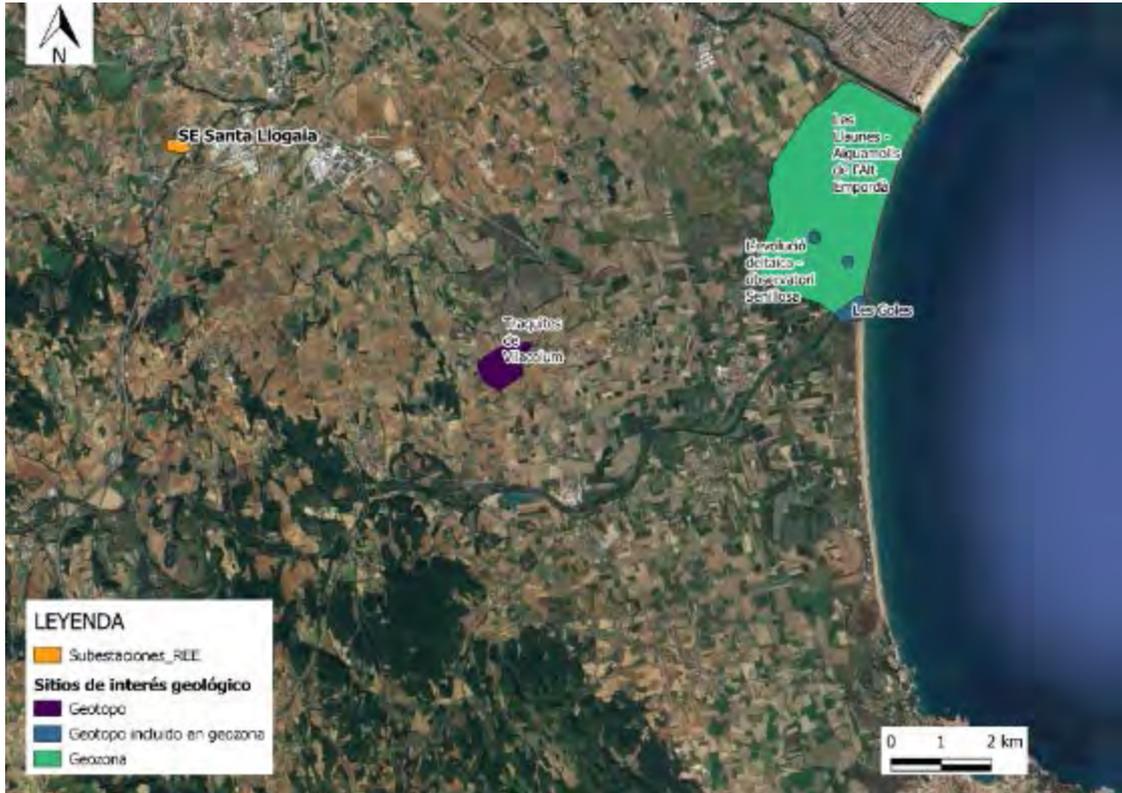


Figura 44. Sitios de interés geológico en el Alt Empordà. Fuente: GENCAT.



Figura 45. Sitios de interés geológico en el Baix Empordà. Fuente: GENCAT.

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5) las infraestructuras terrestres no tendrán alguna interferencia con los sitios de interés geológico indicados arriba.

6.5.3 Patrimonio cultural

En los siguientes párrafos se detallan las características más importantes del patrimonio cultural en la zona de estudio.

En el ámbito del Alt Empordà hay el importante yacimiento arqueológico de la ciudad greco romana de Empúries, ubicado en una zona de afloramientos calcáreos en el tramo final de la desembocadura del río Fluvià. Dentro de los entornos más inmediatos de la ciudad encontramos numerosos yacimientos arqueológicos de diferentes períodos, muchos de ellos, relacionados con las actividades comerciales de la ciudad, tanto en un ámbito físicamente terrestre como marítimo. En toda esta zona se conocen un gran número de yacimientos arqueológicos desde época prehistórica hasta la actualidad a en toda la zona terrestre. En los párrafos siguientes se describen.

El Yacimiento Arqueológico de Empúries.

El yacimiento arqueológico de Empúries es el más importante del Alt Empordà. La ciudad fue fundada hacia el 600 A.C. con función de mercado o puerto comercial por navegantes focesos establecidos en Marsella. Su ubicación era crucial para hacer la travesía del cabo de Creus, una de las zonas más peligrosas para la navegación en el Mediterráneo occidental.

Al principio los focesos establecieron lo que se conoce como St. Martín de Ampurias, escogiendo lo que en su momento era un pequeño islote cercano a la costa y junto a la desembocadura de un río. Los estudios geológicos realizados en la zona indican que en la antigüedad el Fluvià desembocaba en aquella zona y que St. Martín de Ampurias estaba unida a tierra por una pequeña franja de tierra.

Hacia el 550 A.C. los focenses se establecen en el reducto Emporion, que se fortificó. En este contexto estaba también en funcionamiento, el puerto de Empúries, de dimensiones bastante reducidas y fuertemente expuesto a los vientos de levante.

En el siglo IV a.C. Empúries continuó con su prosperidad económica, reflejada con un importante tráfico marítimo en la zona que podría haber comportado una serie de infraestructuras portuarias aún no estudiadas.

En torno al siglo III a.C. Empúries abrió nuevas vías comerciales con Roma y sus afiliados. En el año 218 a.C., y con motivo de la segunda guerra púnica, las tropas romanas desembarcaron en Empúries y la ciudad se convirtió en base naval y militar. Se instaló un campamento militar al lado de la ciudad, y a principios del siglo I a.C. se inició la construcción de una ciudad de nueva planta.

Empúries recibió la calificación de Municipium Emporiae en tiempos de César o Augusto y a partir de ese periodo quedan unidas las dos ciudades. La caída del comercio itálico, así como la fundación de nuevas ciudades hacen que la ciudad empiece a perder importancia.

La ciudad entró en una larga y lenta decadencia durante la época imperial, siglo I d.C., La degradación progresiva de espacios públicos y privados fue progresiva hasta llegar al abandono definitivo en el siglo III d.C. La población se trasladó entonces a St. Martí.

La antigua fachada marítima de Empúries se encuentra actualmente bajo las dunas.

Otros Yacimientos

Dentro del ámbito de estudio del Alt Empordà, desde la zona marítima hasta Santa Llogaia, se localizan otros yacimientos muy cercanos, de diferentes periodos y tipologías. Estos yacimientos se tendrán en cuenta en la selección del recorrido del cableado terrestre para poder minimizar su afección. Por otra parte, hay que tener en cuenta que el área se encuentra debajo de la influencia de la ciudad de Empúries y que existe una alta probabilidad de que existan nuevos yacimientos. Por esta razón en la selección del trazado terrestre habrá que alejarse lo más posibles de los yacimientos arqueológicos ya descubiertos y evitar también la opción de cableado subterráneo en proximidad de los yacimientos.



Figura 46. Patrimonio cultural en la zona del Alt Empordà. Fuente: GENCAT.

En el ámbito del Baix Empordà el yacimiento arqueológico más destacado es el de Ullastret.

El Yacimiento Arqueológico de Ullastret

Esta importante ciudad fue el centro de la vida comercial de los indigetes en época ibérica. Su influencia como centro comercial se extiende a una zona muy amplia, en la que podría haber restos de hábitat aún desconocidas, así como numerosos campos de silos por debajo de los campos de cultivo y zonas forestales actuales.

La ciudad ibérica de Ullastret, es el mayor núcleo urbano de cultura ibérica descubierto hasta ahora en Cataluña. Fue construido sobre el pequeño monte de Sant Andreu, desde donde se domina el paisaje del curso final del Daró, y en la isla de En Reixac, 500 m al NE, en el estanque adjunto de Ullastret, desecado en el siglo XIX.

La ciudad nació en el siglo VI a.C. y desde finales de este siglo estaba defendida por una muralla, en gran parte actualmente conservada. En el interior del recinto del monte de Sant Andreu, excavado en una parte considerable, se pueden ver restos de viviendas, cisternas, silos utilizados para almacenar grano y espacios públicos, como los templos. Con la llegada de los romanos, se inició un proceso de transformaciones en el sistema de ocupación y explotación económica del territorio que llevó al abandono de la ciudad durante el siglo II a.C.

Otros Yacimientos

Dentro del ámbito de estudio del Baix Empordà y Gironés, se localizan otros yacimientos muy cercanos, de diferentes periodos y tipologías. Estos yacimientos se tendrán en cuenta en la selección del recorrido del cableado terrestre para poder minimizar su afección. Por otra parte, hay que tener en cuenta que el área se encuentra debajo de la influencia de la ciudad de Empúries y que existe una alta probabilidad de que existan nuevos yacimientos. Por esta razón en la selección del trazado terrestre habrá que alejarse lo más posibles de los yacimientos arqueológicos ya descubiertos y evitar también la opción de cableado subterráneo en proximidad de los yacimientos.

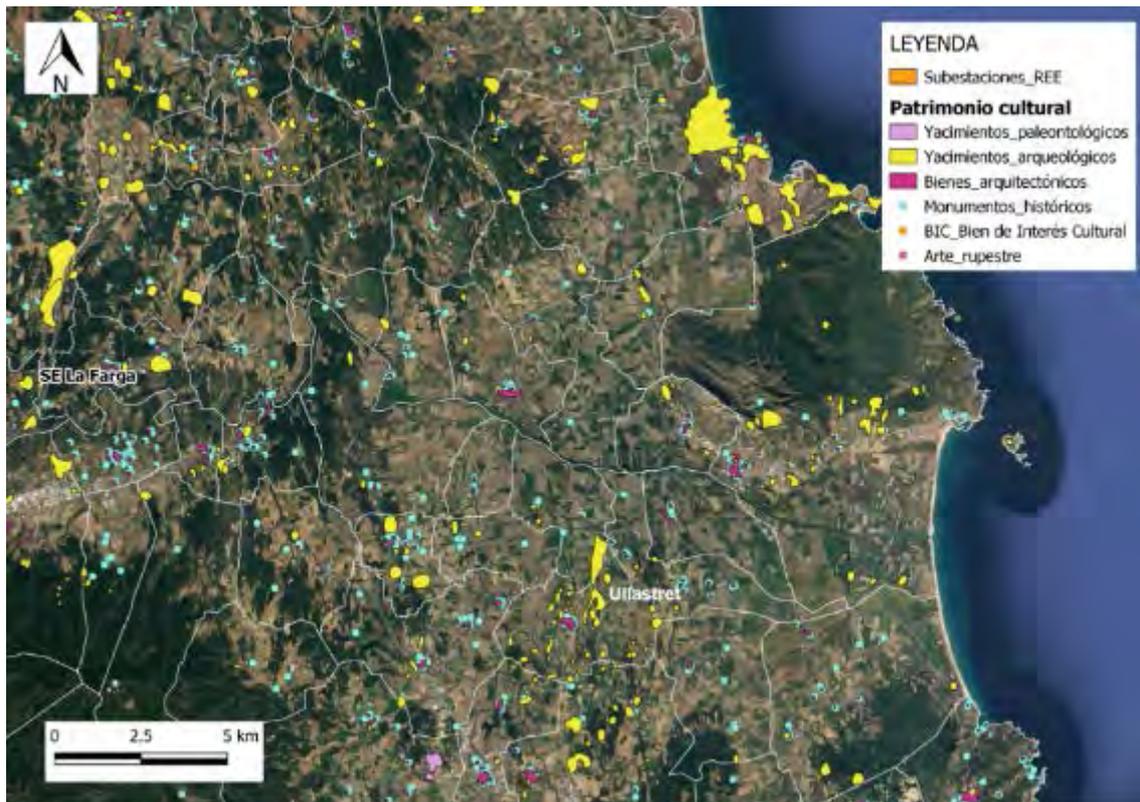


Figura 47. Patrimonio cultural en la zona del Baix Empordà. Fuente: GENCAT.

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5) las infraestructuras terrestres se ubicarán fuera de los yacimientos arqueológicos actualmente conocidos. Asimismo, se hará una prospección arqueológica previa a las obras del trazado terrestre.

6.5.4 Infraestructuras

6.5.4.1 Infraestructuras viarias y ferroviarias

En las imágenes siguientes se puede ver la red viaria en el ámbito de estudio. En proximidad de las subestaciones de REE de Santa Llogaia y la Farga pasan la AP7 y la nacional N-11, de competencia del estado español. Otra carretera importante que se reconoce en la zona es la C31, de competencia autonómica, que conecta pueblos como Santa Llogaia, Siurana, Vilacolum, Torroella de Fluvià, Ventalló, Viladamat, Albons, la Tallada de l'Empordà, Verges, Canet de la Tallada, Torroella de Montgrí y Pals, representado un eje con dirección general norte-sur. Las otras carreteras de la zona son secundarias, de competencia de la Generalitat o de la Diputació de Girona.

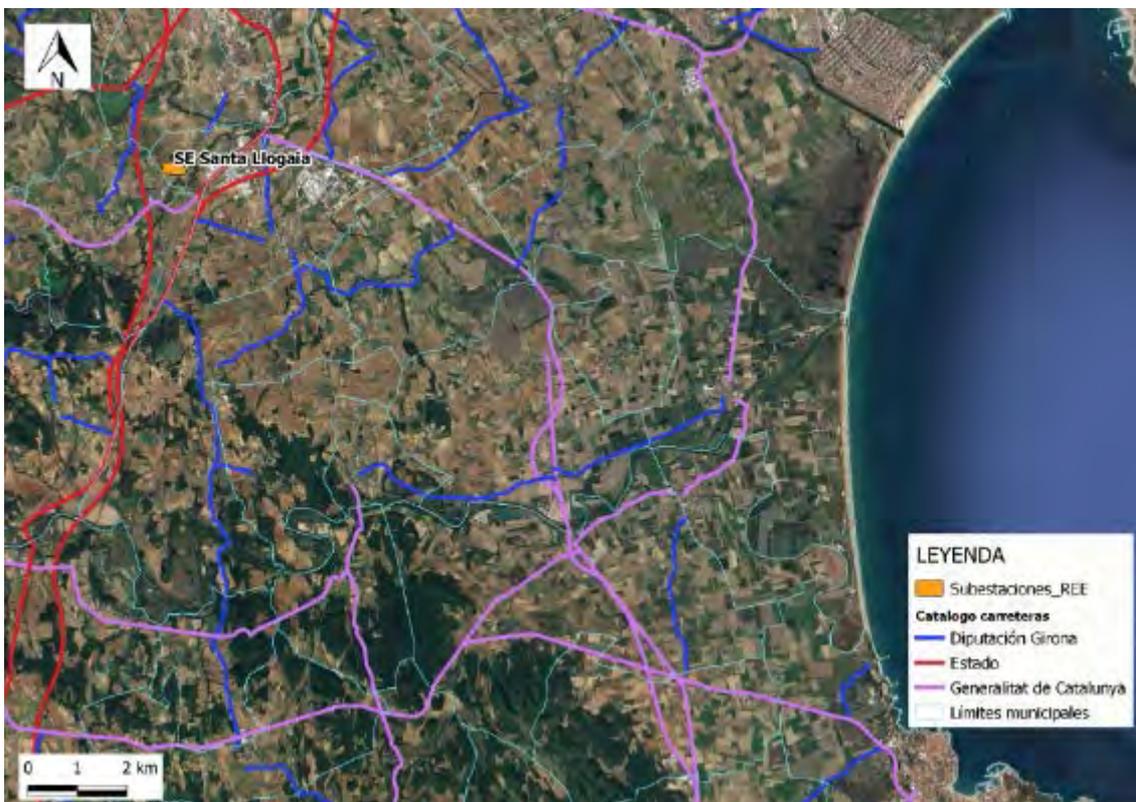


Figura 48. Infraestructuras viarias en la zona del Alt Empordà. Fuente: GENCAT.

Por lo que respecta a la red ferroviaria, la zona más interior del ámbito de estudio está atravesada por dos líneas principales, una de ellas de alta velocidad, que pertenecen al eje mediterráneo con dirección general norte-sur.



Figura 49. Infraestructuras viarias en la zona del Baix Empordà y Gironés. Fuente: GENCAT.



Figura 50. Red ferroviaria en el ámbito de estudio. Fuente: GENCAT.

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), el cableado terrestre de alta tensión cruzará una vía ferroviaria en el municipio de Palau de Santa Eulàlia y discurrirá paralela a la línea ferroviaria de alta velocidad del eje mediterráneo en la última parte del trazado.

En referencia a la red viaria, la línea de alta tensión cruzaría la carretera del estado N-11, las carreteras de la Generalitat de Cataluña C-26, C-31, GI-624 y varias carreteras de titularidad de la Diputación de Girona.

6.5.4.2 Infraestructura de transporte eléctrico

En la figura siguiente se muestra el trazado esquemático de la red eléctrica existente en la zona de estudio.



Figura 51. Red de transporte eléctrico en la provincia de Girona en servicio el 1 de enero de 2015.

Fuente: REE.

La red de transporte en Cataluña, al igual que en el resto de la península, se divide en red de transporte primario (tensiones iguales a 400 kV), y red de transporte secundario (tensiones iguales a 220 kV). Por otra parte, existe la Red de Distribución de Alta Tensión, cuya función es la distribución de la energía desde las subestaciones de la red de transporte a los usuarios finales. Esta red funciona con líneas de tensión comprendida entre 30 kV y 220 kV.

En la región analizada, la red de transporte primario está representada por la línea de 400 kV que une las subestaciones de Bescanó y Santa Llogaia, desde donde enlaza con la interconexión España-Francia que atraviesa los Pirineos. Desde Bescanó la línea de 400 kV se dirige hacia el oeste hasta enlazar con la subestación de Vic. Del tramo Bescanó-Santa Llogaia parte una línea hacia el este que enlaza con la subestación de La Farga. Esta línea discurre a una distancia de unos 15-20 km de la costa.

La red de transporte secundario únicamente dispone de una línea que conecta las subestaciones de La Farga, Juiá y Bescanó, en el entorno de la ciudad de Girona, de manera que establece un circuito redundante que proporciona mayor seguridad al sistema de transporte en esta área.

Respecto a la red de distribución en alta tensión, con una tensión de 132 kV, dispone de una mayor cobertura del territorio, especialmente de los núcleos urbanos del litoral. Existe una red que discurre a lo largo de la costa al sur de L'Escala, conectando las subestaciones de Tordera, Lloret, Castell Dáro, Vall Llòbrega, Palafrugell y Bellcaire. En el sector norte, otra línea con dirección sudoeste-nordeste conecta las subestaciones de Juiá, Figueres, Torre del Vent i Llançá. Las subestaciones más próximas al emplazamiento de proyecto son las de Llançá, Torre del Vent, Bellcaire y Palafrugell.

En la zona de interés, de acuerdo con la Planificación de la red de transporte de electricidad para el periodo 2015-2020) (Figura 50), se ha ejecutado a la fecha una nueva subestación en La Farga, de 400/220 kV, que completa la nueva línea de 400 kV que une Vic con la red principal que interconecta con Francia.

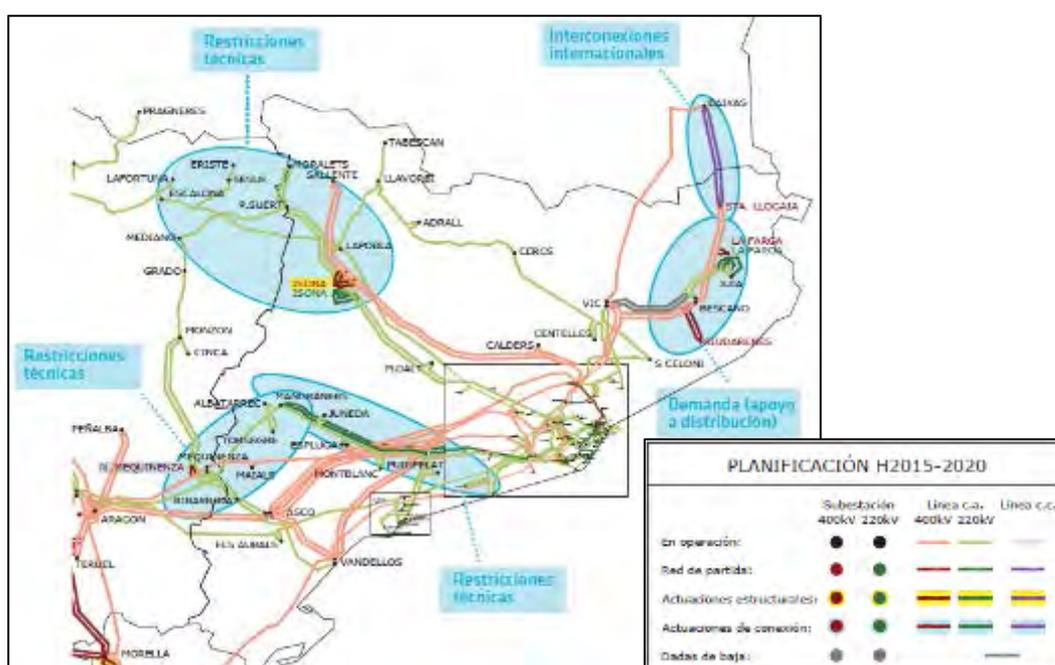


Figura 52. Esquema de la red en Cataluña y actuaciones previstas de mejora y ampliación en el periodo 2015-2020. Fuente: REE.

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5) el nuevo cableado terrestre de alta tensión (400 kV) conectará la subestación transformadora que se construirá en el término municipal de Sant Pere Pescador con la subestación de REE de Santa Llogaia.

6.5.4.3 Infraestructura aeroportuaria

El aeropuerto más próximo al área de estudio es el de Girona, cuyas servidumbres operativas y procedimentales no afectan a la zona de interés. Más próximo a la zona de estudio se encuentra el aeródromo de Empuriabrava, cuya actividad principal es la práctica del paracaidismo y escuela de pilotos privados, aunque también se llevan a cabo vuelos de fotografía, publicidad aérea y turísticos. Registra unos 6.000 despegues anuales y alrededor de 125.000 saltos. Este aeródromo no cuenta con servidumbres operativas, si bien mantiene un área DPR reservada para actividades de paraclub que ocupa parcialmente la Bahía de Rosas.

El radar de control aéreo existente más próximo a la zona de estudio se localiza en Begur (a 318 m de altitud), con una servidumbre con limitación de altura que cubre un radio de 3 km, por lo que no alcanza la zona marítima objeto de estudio.

Por tanto, no es previsible ningún tipo de afección a la navegación aérea en esta zona.



Figura 53. Mapa de servidumbre aéreas y zonas DPR en el noreste de Cataluña. Fuente: ENAIRE.

6.5.4.4 Otras Infraestructuras

Otras infraestructuras que se pueden encontrar en la zona de estudio son áreas de actividades extractivas, EDARs, puntos de vertido de depuradoras urbanas y emisarios submarinos.

Las áreas de actividades extractivas más comunes en la zona de interés están relacionadas con la extracción de áridos en las zonas del Río Fluvià y del Río Ter.

La Bahía de Roses y la Bahía de L'Estartit están caracterizados por la presencia de varios emisarios submarinos, entre ellos los de San Pere Pescador y Torroella de Montgrí.

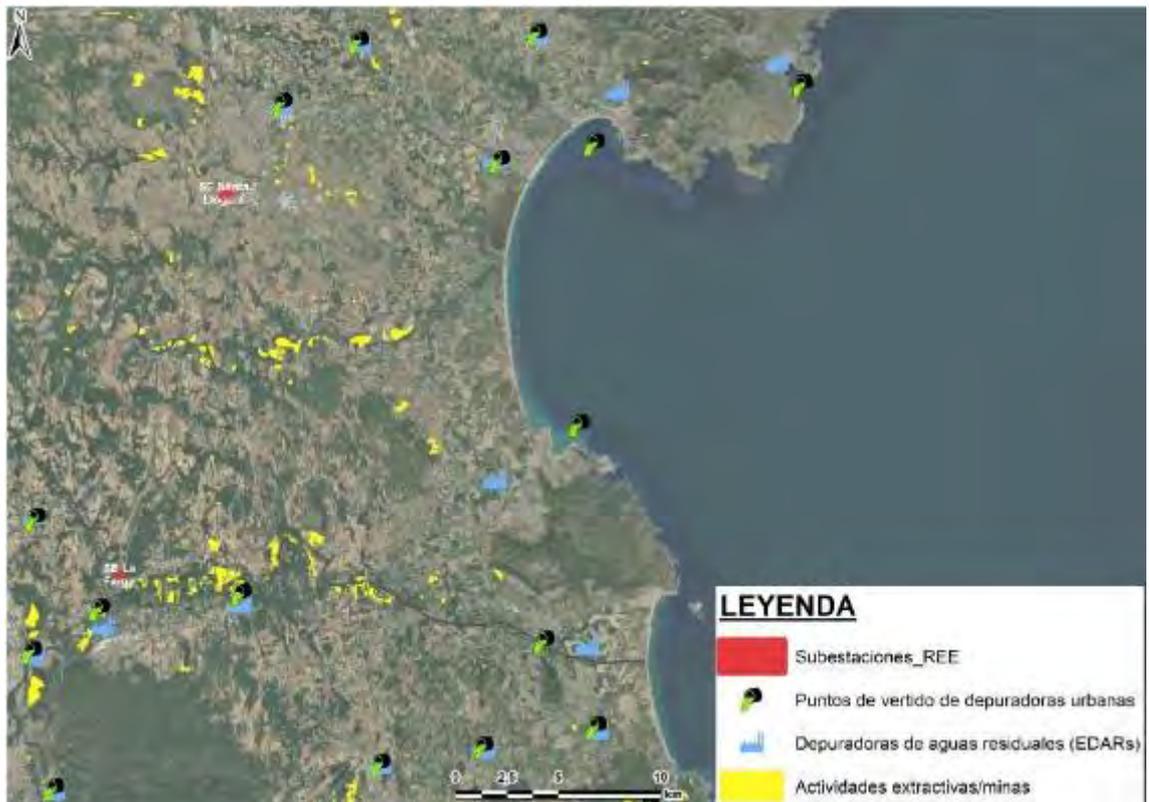


Figura 54. Actividades extractivas, EDARs y puntos de vertido en el ámbito de estudio. Fuente: MITECO.

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), el cableado terrestre de alta tensión pasaría en correspondencia de una zona de actividad extractiva relacionada con la extracción de áridos en las zonas del Río Fluvià.

6.5.5 Población, sectores económicos y trabajo

Considerando el trazado preliminar de la línea eléctrica de alta tensión propuesto y la localización de la subestación elevadora, el territorio potencialmente afectado por las diferentes alternativas planteadas se ubicaría principalmente en las comarcas del Alt Empordà y del Baix Empordà, y eventualmente en alguna de las alternativas consideradas afectaría a un área muy localizada del Gironés, en la provincia de Girona.

En las tablas siguientes se presenta un análisis demográfico y socio-económico de todos los términos municipales que se podrían ver afectados, considerando el conjunto de las alternativas de trazado del cableado terrestre (Fuente: IDESCAT).

Municipio	Superficie km ²	Población 2020 nº hab	Densidad 2020 hab/k m ²	Población por nacionalidad 2019		Crecimiento población 2001-2011		
				Población española nº hab	Población extranjera nº hab	Promedio anual total tasa por 1000 hab	Promedio anual natural tasa por 1000 hab	Promedio anual migratorio tasa por 1000 hab
Bordils	7,32	1761	240,6	1440	339	24,3	2,29	22,02
Borrassà	9,45	733	77,6	684	30	25,62	3,19	22,43
Cervià de Ter	9,8	966	97,6	850	118	30,43	3,84	26,59
Corsà	16,29	1268	77,8	606	40	11,6	-0,49	12,09
el Far d'Empordà	9	602	66,9	582	17	35,54	4,04	31,5
Flassà	6,53	1130	173,1	387	141	19,68	-1,15	20,82
Foixà	18,8	303	16,1	283	14	-0,26	-3,54	3,28
Fontanilles	9,28	146	15,7	124	15	15,24	-2,68	17,92
Forallac	50,63	1695	33,5	1552	135	7,64	-0,3	7,94
Garrigàs	19,89	451	22,7	403	34	19,72	-2,04	21,76
Gualta	9,02	402	44,6	315	82	23,98	2,55	21,44
L'Armentera	5,6	951	169,8	805	125	13,85	-3,51	17,36
l'Escala	16,31	10244	628,1	7088	3251	54,69	2,13	52,56
La Bisbal d'Empordà	20,62	11159	541,2	8856	2118	25,81	4,84	20,97
la Pera	11,54	435	37,7	397	49	8,61	0	8,61
Palau de Santa Eulàlia	8,44	90	10,7	87	4	27,03	0	27,03
Palau-sator	12,39	310	25	282	28	3,87	-1,39	5,25
Riumors	6,54	246	37,6	225	33	22,62	-10,51	33,13
Rupià	5,29	273	51,6	231	41	29,69	-0,47	30,16
Sant Joan de Mollet	3,15	498	158,1	466	41	25,08	-0,43	25,51
Sant Jordi Desvalls	11,72	760	64,8	674	87	9,81	-2,25	12,06
Sant Julià de Ramis	18,8	3576	190,2	3223	292	48,48	6,83	41,65
Sant Martí Vell	17,52	251	14,3	216	36	23,75	-5,62	29,37
Sant Miquel de Fluvià	3,51	761	216,8	655	109	23,17	-1,42	24,6
Sant Pere Pescador	18,45	2090	113,3	1306	736	38,57	2,61	35,96
Santa Llogaia d'Àlguema	1,94	368	189,7	357	13	11,26	1,21	10,04
Saus, Camallera i Llampàies	11,36	856	75,3	762	75	13,75	0	13,75
Serra de Daró	7,91	222	28,1	201	20	12,72	-7,63	20,36
Siurana	10,53	171	16,2	153	15	1,05	-4,77	5,81
Torroella de Fluvià	16,85	703	41,7	537	157	53,73	-0,37	54,1
Torroella de Montgrí	65,93	11836	179,5	8533	3112	31,24	5,13	26,11

Municipio	Superficie km ²	Población 2020 nº hab	Densidad 2020 hab/k m ²	Población por nacionalidad 2019		Crecimiento población 2001-2011		
				Población española nº hab	Población extranjera nº hab	Promedio anual total tasa por 1000 hab	Promedio anual natural tasa por 1000 hab	Promedio anual migratorio tasa por 1000 hab
Ullastret	11,09	274	24,7	265	25	19,58	1,6	17,98
Ultramort	4,35	225	51,7	206	17	2,74	-5,4	8,14
Ventalló	25,05	846	33,8	722	137	26,41	-0,84	27,25
Viladasens	15,74	206	13,1	183	17	17,23	-4,62	21,85
Vilademuls	61,54	835	13,6	709	106	6,61	-0,4	7,01
Vilamacolum	5,57	377	67,7	249	99	8,35	1,09	7,26
Vilamalla	8,77	1161	132,4	1119	62	21,7	2,63	19,06
Vilopriu	16,38	204	12,4	182	20	32,4	-6,62	39,02
Promedio	15,1	1523	102,7	1177	302	21,2	-0,6	21,8
MIN	1,9	90	10,7	87	4	-0,3	-10,5	3,3
MAX	65,9	11836	628,1	8856	3251	54,7	6,8	54,1
1 cuartil	7,6	274	24,9	240	23	11,4	-2,5	12,1
2 cuartil	11,1	602	51,7	466	49	21,7	-0,4	21,4
3 cuartil	17,2	1048	145,3	784	130	26,7	2,2	27,1

Tabla 6. Principales datos demográficos de los municipios potencialmente afectados por alguna de las alternativas del proyecto.

Los datos demográficos de los 39 municipios considerados indican que en el ámbito de estudio prevalece la presencia de pequeños núcleos, teniendo el 75% de ellos una superficie menor o igual a 17,2 km² y una población menor o igual a 1048 habitantes.

Aparte de esos núcleos, se encuentran algunos municipios de mayor entidad, con una población que supera los 10.000 habitantes: l'Escala en el Alt Empordà, la Bisbal d'Empordà y Torroella de Montgrí en el Baix Empordà.

Los pueblos de l'Escala y la Bisbal de l'Empordà tienen una densidad de población claramente mayor respecto a todos los otros municipios de la zona, siendo 628,1 y 541,2 habitantes/km², respectivamente; la densidad de población es más baja en el caso de Torroella de Montgrí (179,5 habitantes/km²), teniendo este la mayor superficie entre todos los municipios incluidos en la tabla.

Los datos de crecimiento de la población entre 2001 y 2011 indican que la tasa de crecimiento en la zona es en general positiva, siendo principalmente relacionada a un fenómeno migratorio, dado que más del 50% de los municipios analizados tienen un crecimiento natural negativo.

Municipio	IRPF 2018	Superficie agrícola utilizada 2009	Alojamiento turístico 2019		
			hotel	camping	turismo rural
			euros	Ha	nº plazas
Bordiils	24330	334	54	0	31
Borrassà	24548	499	0	0	10
Cervià de Ter	25322	391	0	0	12
Corsà	21522	869	20	0	52

Municipio	IRPF 2018	Superficie agrícola utilizada 2009	Alojamiento turístico 2019		
			hotel	camping	turismo rural
	euros	Ha	nº plazas	nº plazas	nº plazas
el Far d'Empordà	22267	792	0	0	0
Flassà	21891	227	0	0	0
Foixà	20202	803	0	0	0
Fontanilles	30454	703	0	0	87
Forallac	23958	1249	98	0	115
Garrigàs	22057	1365	0	0	12
Gualta	19111	684	174	0	0
L'Armentera	24263	327	0	0	30
l'Escala	19447	602	828	5961	0
La Bisbal d'Empordà	18638	334	145	0	0
la Pera	25359	426	4	0	37
Palau de Santa Eulàlia	27844	338	0	0	15
Palau-sator	22935	783	39	0	57
Riumors	20909	474	0	0	0
Rupià	23039	155	0	0	14
Sant Joan de Mollet	21841	173	0	0	0
Sant Jordi Desvalls	21232	710	0	0	21
Sant Julià de Ramis	25703	473	136	0	0
Sant Martí Vell	31222	181	29	0	15
Sant Miquel de Fluvià	18294	156	0	0	0
Sant Pere Pescador	19675	1718	132	11592	54
Santa Llogaia d'Àlguema	14834	57	0	0	0
Saus, Camallera i Llampaiés	23645	532	35	0	42
Serra de Daró	19821	476	0	0	28
Siurana	22547	986	0	0	34
Torroella de Fluvià	21241	1565	0	0	58
Torroella de Montgrí	19089	1877	1680	14703	74
Ullastret	20750	597	8	0	15
Ultramort	18460	387	0	153	8
Ventalló	22573	1660	26	0	69
Viladasens	24403	756	0	0	0
Vilademuls	22063	99	115	0	230
Vilamacolum	20126	1326	0	0	27
Vilamalla	18880	627	0	0	0
Vilopriu	22416	814	0	0	42
Promedio	22228	680	90	831	31
MIN	14834	57	0	0	0
MAX	31222	1877	1680	14703	230
1 cuartil	19974	336	0	0	0
2 cuartil	22057	597	0	0	15
3 cuartil	24111	809	37	0	42

Tabla 7. Principales datos económicos de los municipios estudiados.

Los datos económicos sitúan el promedio de IRPF 2018 por declarante de los pueblos considerados en 22.228 euros, con más del 75% de los municipios que no supera los 24.000 euros. Los municipios con un IRPF 2018 claramente mayor son Fontanilles (por declarante) y Sant Martí Vell (30.454 y 31.222 euros por declarante, respectivamente).

La actividad agrícola está desarrollada en la mayoría de los municipios de esta zona, siendo el promedio de superficie agrícola utilizada de 680 Ha. El 25% de los municipios considerados tienen más de 810 Ha utilizadas para agricultura; ellos son Corsà, Forallac, Garrigàs, Sant Pere Pescador, Siurana, Torroella de Fluvià, Torroella de Montgrí, Ventalló, Vilamacolum y Vilopriu.

La actividad turística es un sector importante en las comarcas del Alt y Baix Empordà, por un lado, en relación a los municipios costeros, y por el otro, en relación al turismo rural del interior. El alojamiento turístico se concentra en particular en algunos municipios de la zona, siendo más del 50% de ellos desprovisto de hoteles y campings. Respecto al número de plazas de alojamiento turístico en hoteles, destaca sobre todo Torroella de Montgrí (1680 plazas), seguido por l'Escala (820 plazas). En todos los otros casos el número de plazas de alojamiento en hoteles es menor de 200. En el área costera los campings ocupan una parte importante en las estructuras turísticas, teniendo Torroella de Montgrí, Sant Pere pescador y l'Escala 14.703, 11.592 y 5961 plazas de alojamiento en campings, respectivamente.

El turismo rural está extendido a una mayor fracción del ámbito de estudio, teniendo más del 50% de los municipios por lo menos 15 plazas de alojamiento de esta tipología. Dos de los municipios investigados superan las 100 plazas: Vilademuls y Forallac.

Municipio	Trabajo									
	Afiliados SS según cuenta de cotización; setiembre 2020					Media anual paro 2020				
	Total nº pers	Agricultura %	Industria %	Construcción %	Servicios %	Total nº pers	Agricultura %	Industria %	Construcción %	Servicios %
Bordils	334	3,6	37,1	5,4	48,2	78,1	4,4	22,4	5,0	60,1
Borrassà	199	10,1	18,1	17,1	54,8	24,2	0,0	17,4	1,2	81,0
Cervià de Ter	324	1,5	40,7	10,8	46,9	32,9	10,0	10,9	6,7	69,3
Corsà	594	4,2	14,0	7,1	74,7	49,9	0,2	22,4	7,8	68,7
el Far d'Empordà	224	4,0	8,0	8,5	79,5	23	0,9	6,5	20,9	71,7
Flassà	237	0,0	52,7	0,0	43,9	34	3,2	11,8	7,6	70,9
Foixà	57	26,3	0,0	0,0	57,9	7,3	0,0	0,0	1,4	98,6
Fontanilles	38	44,7	0,0	0,0	50,0	7,4	0,0	13,5	1,4	83,8
Forallac	655	4,1	23,5	4,4	60,3	75,2	3,7	11,4	10,1	69,4
Garrigàs	198	5,6	0,0	23,7	64,1	20,5	2,0	2,4	9,8	85,9
Gualta	271	15,1	0,0	0,0	75,3	15,9	6,9	7,5	8,8	76,7
L'Armentera	195	12,8	5,6	17,4	57,9	38,7	13,7	2,6	7,2	75,7
l'Escala	2939	0,4	16,7	5,8	72,6	512,3	2,0	7,9	10,3	77,9
La Bisbal d'Empordà	2547	1,1	3,5	18,7	70,4	750	6,1	9,7	8,7	68,9
la Pera	201	4,5	37,3	16,9	36,8	14,2	0,0	21,1	7,7	71,8
Palau de Santa Eulàlia	49	0,0	59,2	0,0	18,4	3,9	0,0	0,0	0,0	100,0
Palau-sator	201	9,0	7,0	3,0	78,1	7,2	1,4	2,8	1,4	94,4
Riumors	46	32,6	0,0	0,0	56,5	7,4	0,0	10,8	16,2	73,0
Rupià	86	8,1	8,1	10,5	61,6	7,9	10,1	12,7	12,7	65,8
Sant Joan de Mollet	196	4,6	0,0	11,2	29,6	17,1	0,0	18,7	4,1	74,9
Sant Jordi Desvalls	151	21,2	4,6	19,2	55,0	26,6	5,6	12,4	16,9	64,7
Sant Julià de Ramis	1085	1,0	11,2	15,4	66,9	144,8	1,9	13,7	12,3	66,2
Sant Martí Vell	68	0,0	16,2	17,6	54,4	20,5	5,9	7,3	0,0	74,6
Sant Miquel de Fluvià	112	0,0	37,5	16,1	39,3	77,6	4,0	11,6	17,1	60,8

Municipio	Trabajo									
	Afiliados SS según cuenta de cotización; setiembre 2020					Media anual paro 2020				
	Total	Agricultura	Industria	Construcción	Servicios	Total	Agricultura	Industria	Construcción	Servicios
nº pers	%	%	%	%	nº pers	%	%	%	%	
Sant Pere Pescador	745	5,8	3,4	10,7	80,1	105,4	20,7	5,8	9,1	64,3
Santa Llogaia d'Àlguema	307	0,0	11,4	7,5	79,8	26,2	0,8	5,7	7,3	72,9
Saus, Camallera i Llampàies	189	2,6	20,6	8,5	68,3	35,5	3,4	10,1	11,3	68,7
Serra de Daró	109	7,3	42,2	0,0	37,6	5,8	0,0	19,0	0,0	82,8
Siurana	100	7,0	16,0	0,0	72,0	3,1	9,7	3,2	6,5	80,6
Torroella de Fluvià	159	17,0	11,9	8,2	55,3	36,5	3,0	12,1	6,0	78,9
Torroella de Montgrí	3733	1,4	9,6	4,7	78,2	584,4	7,9	5,8	8,7	73,0
Ullastret	70	0,0	7,1	8,6	64,3	9,2	0,0	21,7	19,6	58,7
Ultramort	55	23,6	14,5	0,0	47,3	5	0,0	16,0	4,0	68,0
Ventalló	304	14,1	11,2	8,9	65,8	23,8	12,2	11,8	14,3	55,5
Viladasens	52	23,1	0,0	0,0	57,7	5,1	2,0	21,6	0,0	74,5
Vilademuls	237	21,1	6,3	8,9	63,7	36,8	9,2	7,6	7,1	76,1
Vilamacolum	80	21,3	8,8	22,5	31,3	17,1	7,6	4,1	10,5	77,8
Vilamalla	2839	0,3	21,9	2,9	74,9	49,1	2,0	10,6	11,8	70,5
Vilopriu	66	18,2	0,0	25,8	51,5	7	24,3	4,3	4,3	52,9
Promedio	514	9,7	15,0	8,9	58,5	75,6	4,7	10,7	8,1	73,3
MIN	38	0	0	0	18,4	3,1	0,0	0,0	0,0	52,9
MAX	3733	44,7	59,2	25,8	80,1	750,0	24,3	22,4	20,9	100,0
1 cuartil	83	1,3	4,1	1,4	49,1	7,7	0,1	5,8	4,2	68,4
2 cuartil	198	5,6	11,2	8,5	57,9	23,8	3,0	10,8	7,7	72,9
3 cuartil	316	16,1	19,4	15,7	71,2	43,9	7,3	13,6	10,9	77,8

Tabla 8. Datos de ocupación en los municipios analizados.

Los datos de trabajo muestran que la mayoría de las personas en el ámbito de estudio trabajan en el sector de los servicios, que incluye, entre otras, la actividad turística. Considerando el conjunto de los municipios, el promedio de trabajadores para este sector es del 58,5%, con un mínimo de 18,4% registrado en Palau de Sant Eulàlia y un máximo de 80,1% registrado en Sant Pere Pescador.

La ocupación en el sector de la agricultura se sitúa en el rango de 0-45%, siendo el promedio de aproximadamente 10%. Más del 50% de los municipios supera el 5% de ocupación en este sector. Los pueblos con el mayor porcentaje de trabajadores empleados en la actividad agrícola (> 20%) son Foixà, Fontanilles, Riumors, Sant Jordi Desvall, Ultramort, Viladesens, Vilamuls y Vilamacolum.

Respecto al sector de la industria, el porcentaje de trabajadores en este sector sobre el número total de afiliados a la seguridad social es de 0-59%, con un promedio de 15%. Los municipios con un número de trabajadores en este sector mayor del 50% son Palau de Santa Eulàlia y Flassà.

Los datos sobre la media anual de paro en 2020 muestran como el porcentaje de paro más alto está generalmente relacionado con el sector de los servicios (53-100%), con un promedio de 73%, mientras los porcentajes de paro son más similares en los otros sectores.

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), las infraestructuras terrestres interesaran 11 municipios de los incluidos en las tablas arriba. Estos municipios son: Sant Pere Pescador, l'Escala, l'Armentera, Ventalló, Torroella de Fluvià, Sant Miquel de Fluvià, Palau de Santa Eulàlia, Garrigàs, Vilamalla, Borrassà y Santa Llogaia d'Alguema.

Se trata de municipios que no superan los 1000 habitantes, a excepción de Sant Pere Pescador, Vilamalla y l'Escala, superando este último los 10.000 habitantes.

En la tabla abajo se incluyen unos datos de 2019 sobre los grupos de edad de la población en estos municipios (Fuente: IDESCAT).

Municipio	Población por grupos de edad (2019)				
	Total nº pers	0-14 años %	15-64 años %	65-84 años %	≥ 85 años %
Borrassà	714	19,2	63,0	14,3	3,5
Garrigàs	437	15,1	66,1	15,8	3,0
l'Armentera	930	17,1	62,5	15,8	4,6
l'Escala	10339	13,6	64,4	19,3	2,7
Palau de Santa Eulalia	91	13,2	60,4	25,3	1,1
Sant Miquel de Fluvià	764	14,7	66,0	15,4	3,9
Sant Pere Pescador	2042	16,7	66,7	14,1	2,4
Santa Llogaia d'Alguema	370	21,1	63,2	13,8	1,9
Torroella de Fluvià	694	15,0	68,9	13,8	2,3
Ventalló	859	15,6	63,7	17,6	3,1
Vilamalla	1181	17,4	64,4	15,2	2,9

Tabla 9. Datos sobre la estructura de la población.

La categoría de población entre 0 y 14 años está por debajo del 22% del total en todos los municipios analizados, siendo los valores más bajos (aproximadamente 13%) los de l'Escala y Palau de Santa Eulàlia. El porcentaje más alto de este grupo de población se ha en Santa Llogaia d'Álguema (21,1%).

La población entre 15 y 64 años constituye entre el 62,5 y el 68,9 % del total, dependiendo de los municipios. El valor más alto pertenece a Torroella de Fluvià, el más bajo a l'Armentera.

El grupo de 65-84 años representa entre el 13,8 y el 25,3% de la población. El valor que destaca entre todos es el de Palau de Santa Eulàlia (25,3%).

Por último, el porcentaje de población con más de 84 años es bajo, siendo siempre menor de 5%. El valor mínimo pertenece a Palau de Santa eulàlia (1,1%) y el máximo a l'Armentera (4,6%).

Respecto a la economía de los municipios interesados por las infraestructuras terrestres de la solución propuesta por el proyecto, casi todos los alojamientos turísticos se encuentran en l'Escala y Sant Pere Pescador, donde se concentran todas las plazas de campings y la mayoría de las plazas de hoteles. El único otro municipio donde está registrada la presencia de hotel es Ventalló. El turismo rural es distribuido más homogéneamente sobre el territorio, siendo presente en 7 de los municipios.

El número de los afiliados a seguridad social según cuenta de cotización para el sector de la agricultura varía entre 0 y 17% respecto al total. Los municipios que no presentan afiliados en el sector de la agricultura son Palau de Sant Eulàia, Sant Miquel de Fluvià y Santa Llogaia d'Àlguema, mientras el municipio que presenta un porcentaje más alto de afiliados al sector de la agricultura es Torroella de Fluvià.

En la tabla siguiente se incluyen algunas informaciones adicionales sobre el sector agrícola en los 11 municipios que se verán afectados por las infraestructuras terrestres de la solución propuesta por el proyecto en estudio (Fuente: IDESCAT).

Municipio	Tierras aradas por tipo de cultivo (2009)					
	Total Ha	Herbáceos %	Frutales %	Olivos %	Viñas %	Otros %
Borrassà	496	96,8	0,0	3,0	0,0	0,4
Garrigàs	1344	99,3	0,1	0,5	0,0	0,0
l'Armentera	327	54,1	32,4	4,3	0,3	8,9
l'Escala	602	84,1	14,6	0,3	0,0	1,0
Palau de Santa Eulalia	335	90,4	6,6	3,0	0,0	0,0
Sant Miquel de Fluvià	40	97,5	0,0	2,5	0,0	0,0
Sant Pere Pescador	1402	54,4	44,7	0,1	0,0	0,9
Santa Llogaia d'Alguema	56	98,2	0,0	1,8	0,0	0,0
Torroella de Fluvià	1461	77,3	14,5	8,1	0,1	0,0
Ventalló	1651	74,5	21,6	3,4	0,1	0,4
Vilamalla	605	81,5	0,0	18,5	0,0	0,0

Tabla 10. Datos del sector agrícola en la zona de proyecto.

Como muestran los datos IDESCAT de 2009, la mayoría de las tierras destinadas a la agricultura en esta zona se utilizan para cultivos herbáceos, siendo el porcentaje entre 54 y 99% respecto al total. Los porcentajes más altos pertenecen a Garrigàs, Santa Llogaia, Sant Miquel de Fluvià y Borrassà, mientras los más bajos son para Sant Pere Pescador y l'Armentera. Estos dos municipios se caracterizan por porcentajes importantes de cultivos de frutales, 44,7 y 32,4%, respectivamente. Los cultivos de frutales en los otros municipios ocupan un rango de 0-21,6%. Los cultivos de olivos en la zona son limitados, los únicos pueblos que tienen un porcentaje superior al 5% son Vilamalla y Torroella de Fluvià (18,5 y 8,1%, respectivamente). Por último, los cultivos de viñas son casi completamente absentes en los municipios que se verán afectados por el proyecto.

6.5.6 Planificación territorial

La zona de estudio queda dentro del ámbito de aplicación del *Pla Territorial General de Catalunya*, aprobado por la Llei 1/1995 del 16 de marzo. Este plan territorial abarca todo el territorio catalán y es el instrumento que define los objetivos para conseguir el desarrollo sostenible de Cataluña, así como su equilibrio territorial y la preservación del medio ambiente. Este plan territorial determina los ámbitos funcionales territoriales de aplicación para los planes territoriales parciales.

El plan territorial parcial vigente para el área de estudio es el Pla Territorial Parcial de les Comarques Gironines, aprobado el 14 de septiembre de 2010 y en vigor hasta 2026. Este plan incluye las directrices a seguir para facilitar el desarrollo de los objetivos con contenido socio-económico e indica unas entidades que tienen que participar a la gestión supramunicipal de algunas propuestas de ordenación. Los principales objetivos del este plan territorial parcial a tener particularmente en cuenta, considerando el proyecto objeto de estudio, son:

- Fortalecer la vertebración urbana del territorio;
- Proteger el paisaje como factor identitario y activo económico;
- Preservar las partes del territorio donde es deseable el mantenimiento de la actividad agraria respecto a procesos que la puedan afectar negativamente;
- Proteger los espacios naturales;
- Orientar la expansión de las áreas urbanas para crear espacios de calidad interrelacionados con espacios naturales;
- El plan incluye una regulación de los espacios abiertos con el objetivo de:
- Garantizar la continuidad de la actividad agraria;
- Evitar la urbanización y degradación de suelos no urbanizados que tienen cualidades espaciales como espacios de interés agrario, natural, paisajístico o cultural;
- Favorecer la gestión y protección del paisaje rural;
- Garantizar las conectividades ecológicas necesarias para la preservación de la biodiversidad, de la salud de los ecosistemas, de los valores geológicos y de los humedales;
- Preservar las zonas necesarias para el ciclo hidrológico, conservar los humedales y mantener la calidad de los ríos y márgenes fluviales;
- Garantizar la reserva de áreas necesarias para posibles infraestructuras estratégicas en el futuro.

Los espacios abiertos incluyen el total del suelo definido como no urbanizable y se dividen en espacios de protección especial, espacios de protección territorial y espacios de protección preventiva.

La construcción de infraestructuras lineales, así como otros elementos de infraestructura, no queda excluida a priori en ninguno de estos espacios, si bien se recomienda su emplazamiento preferente en espacios de protección preventiva. En el caso de los espacios de protección especial, se debe evitar interferir con conectores ecológicos y elementos hidrográficos, así como minimizar desmontes y terraplenes. Asimismo, la presencia de espacios abiertos de protección especial debe considerarse especialmente en la evolución de impacto ambiental.

6.5.7 Planeamiento urbanístico

Algunos municipios en el ámbito de estudio, como el Far d'Empordà, Santa Llogaia d'Àlguema, y Vilamalla tienen su planeamiento urbano adscrito al Plan Director Urbanístico (PDU) del sistema urbano de Figueres (abril 2010).

Otros municipios como L'Armentera, Sant Pere Pescador y Torroella de Montgrí están incluidos en el PDU del sistema costero (mayo 2005, con modificación de 2014).

A parte de estos PDU específicos, hay unos PDU que todavía están pendientes de aprobación, como por ejemplo el PDU de revisión de los suelos no sostenibles del litoral de Girona.

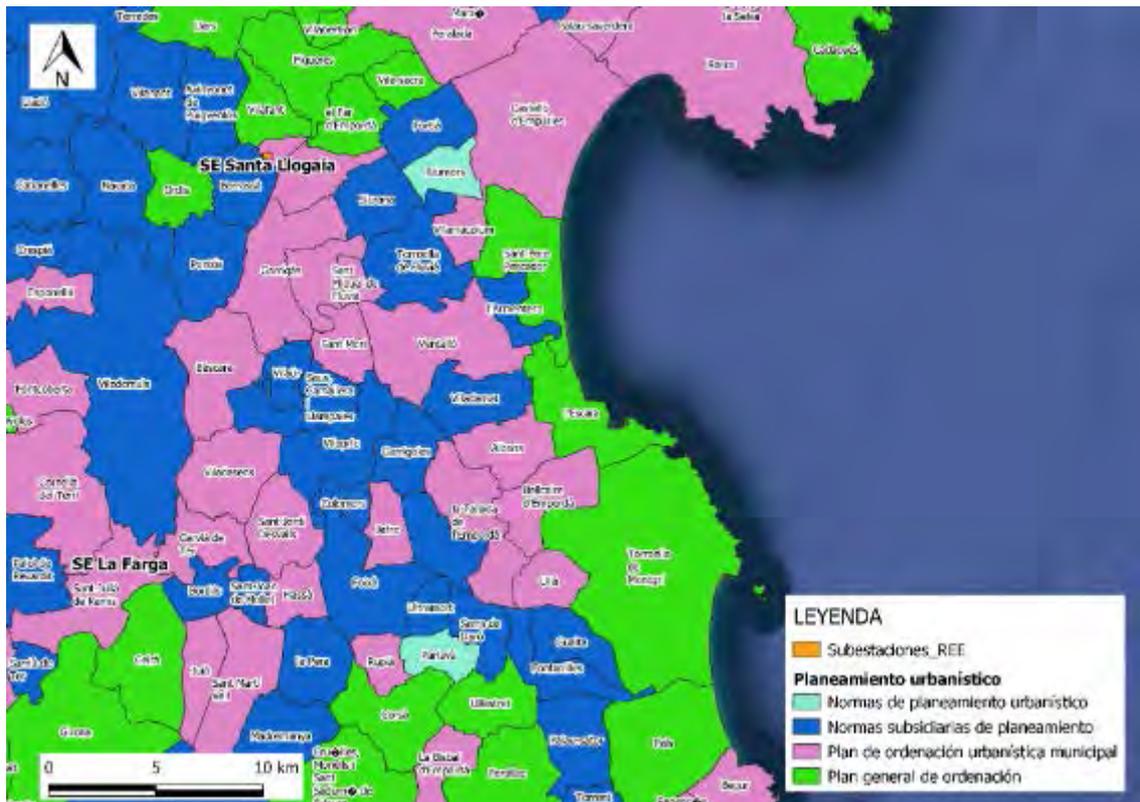


Figura 55. Mapa del planeamiento urbanístico de los municipios en el área de estudio. Fuente: GENCAT.

Además de los PDUs, el planeamiento urbanístico está regulado por los planos de ordenación urbanística municipal de los diferentes municipios.

A continuación, se muestra el mapa forestal del área de estudio. Como se puede observar, la mayoría del territorio de la zona del Alt Empordà potencialmente afectado por el proyecto está compuesta por cultivos. En el caso del Baix Empordà, aunque haya una predominancia de cultivos, destaca la presencia de áreas arboladas en la parte más interior, en las proximidades de la subestación de REE de La Farga.

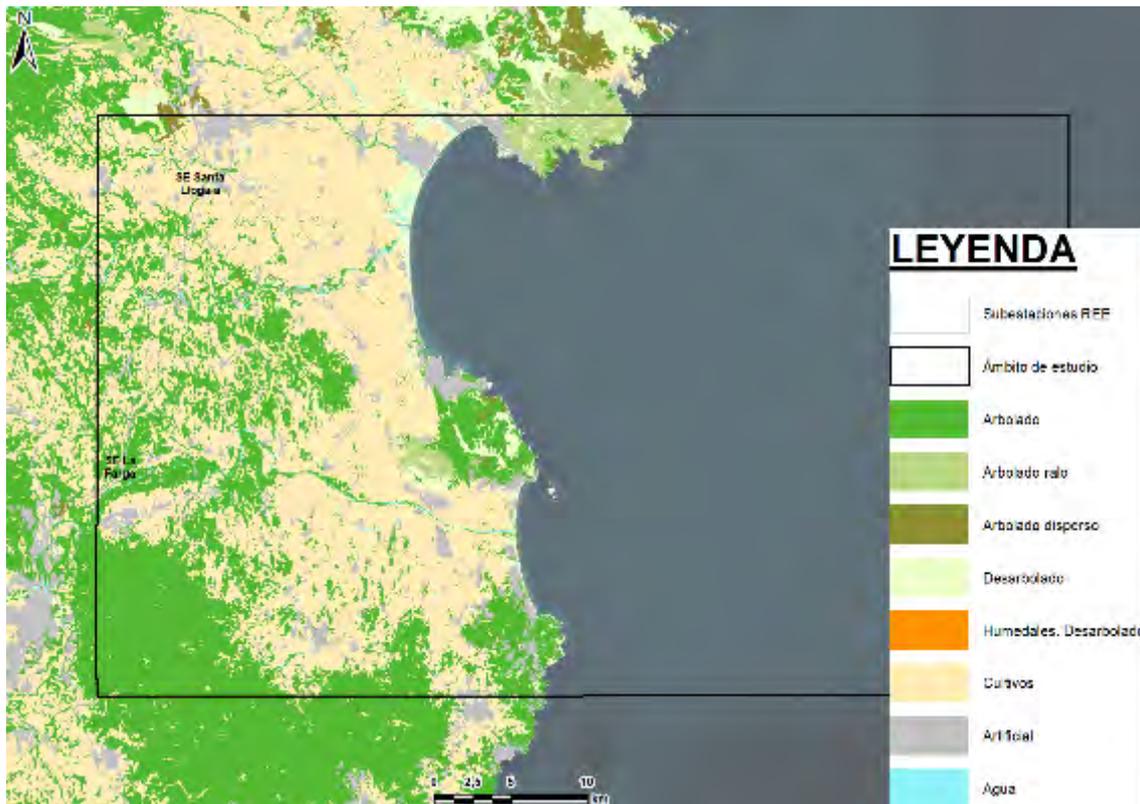


Figura 56. Mapa forestal del área de estudio. Fuente: GENCAT.

En las imágenes siguientes se muestra el mapa de la cobertura de suelo (GENCAT 2017) para la zona del Alt Empordà y del Baix Empordà.

En la zona del Alt Empordà se observa la presencia de un área industrial de importantes dimensiones en las inmediaciones de los municipios de Santa Llogaia, el Pont del Príncep y Vilamalla. Se observa también una zona de arrozales al sur de Castelló d'Empúries. Cerca de la costa hay una amplia zona de frutales de regadío. Finalmente, la mayoría de la superficie de la zona se divide entre cultivos herbáceos de secano y de regadío.

En la zona del Baix Empordà cerca de la costa hay un área de arrozales al sur del Río Ter. En general predominan los cultivos herbáceos de regadío, seguidos por los cultivos herbáceos de secano. También se observa una zona de matorrales en el municipio de Foixà, así como una zona de bosques de aciculifolios cerca de la subestación de REE de La Farga y entre Flassà y Foixà, y una zona de bosques de caducifolios al sur de Cervià de Ter.

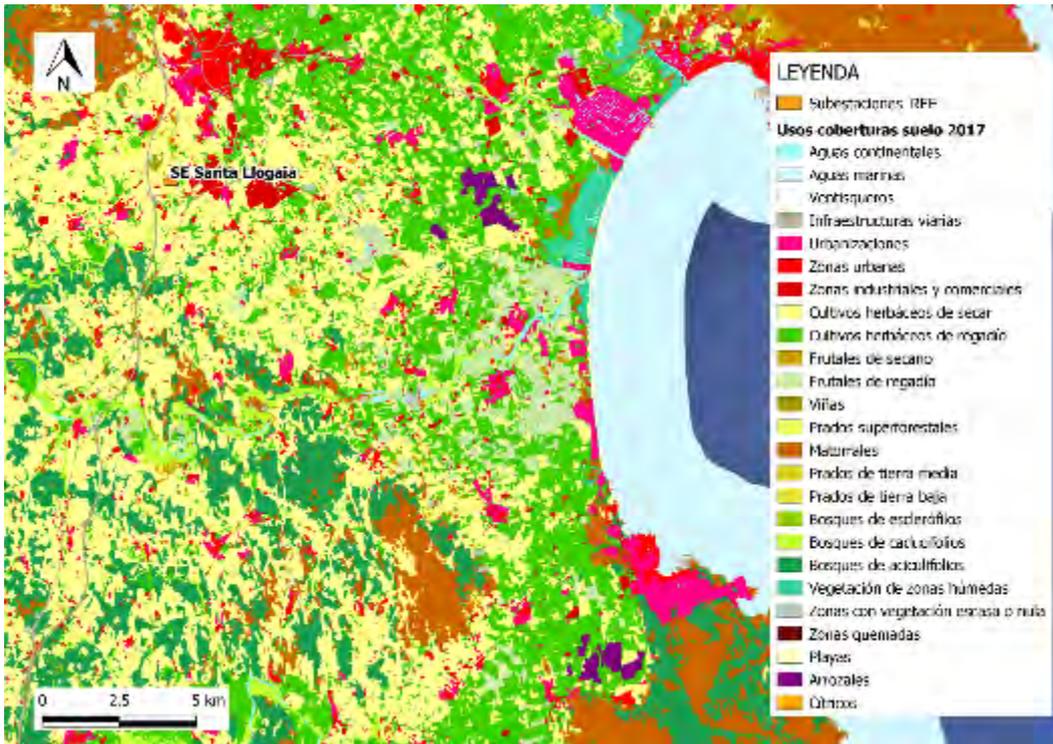


Figura 57. Mapa de las coberturas del suelo (2017) en la zona del Alt Empordà. Fuente: GENCAT.

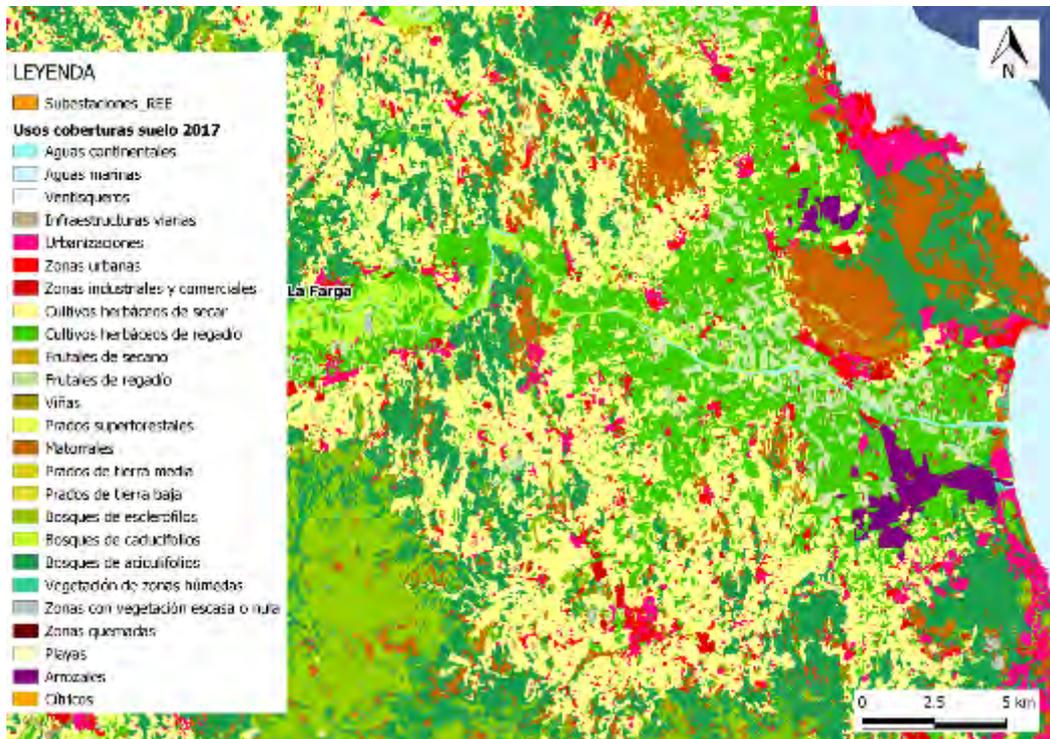


Figura 58. Mapa de las coberturas del suelo (2017) en la zona del Baix Empordà. Fuente: GENCAT.

Considerando los términos municipales donde se ubicarían las infraestructuras terrestres de la solución propuesta (véase capítulo 5) los planos a considerar para el planeamiento urbanístico son el PDU del sistema urbano de Figueras, el PDU del sistema costero y todos los planos de ordenación urbanística municipal de los municipios involucrado.

Las infraestructuras terrestres ocuparían mayoritariamente zonas de cultivo, mientras las áreas arboladas serían limitadas sobre todo a la zona de cruce del río Fluvià. Las zonas de cultivos serían prevalentemente cultivos herbáceos de secano y cultivos herbáceos de regadío, con algunas zonas limitadas de frutales de regadío.

6.5.8 Dominio Público Marítimo-Terrestre y Dominio Hidráulico

La Ley de Costas, precisa los bienes de dominio público marítimo-terrestre (DPMT) recogidos en el art. 132.2 de la Constitución: la zona de DPMT. comprende la ribera del mar y de las rías, incluyendo las playas, dunas, etc., así como la zona marítimo terrestre (ZMT), que es la zona comprendida entre la línea de bajamar y el límite donde alcanzan las olas en los mayores temporales conocidos, en la que se incluyen marismas, albuferas, marjales, etc.

Aparte del mar territorial y de otros bienes situados en el mar y en lecho marino, en la franja del DPMT hay que incluir los acantilados, los islotes que no sean de propiedad privada, los terrenos ganados al mar por causas naturales o artificiales o los terrenos que fueron delimitados en algún momento y han perdido sus primitivas características naturales por cualquier causa.

En esta zona la Ley garantiza el uso público y gratuito para los usos comunes y acordes con la naturaleza del mar y su ribera y establece las condiciones en las que pueden desarrollarse otros usos y ocupaciones que no pueden tener otra ubicación.

La ribera de mar es parte del DPMT, pero no necesariamente todo, y por esta razón, cuando los dos no coinciden, el límite del DPMT se sitúa siempre por detrás, es decir tierra adentro del límite de la ribera del mar. De forma muy concreta, la ribera del mar la integran la ZMT y las playas. Este concepto es importante porque marca el límite a partir del cual se miden las servidumbres legales.

La servidumbre es una limitación legal que se impone sobre un derecho de propiedad por razón de interés general, y, por tanto, recae siempre sobre terrenos de propiedad privada que lindan con la misma, y donde el derecho de propiedad está sujeto a algunas limitaciones reguladas en la Ley de Costas.

La anchura de la servidumbre de protección recaerá sobre una zona de 100 metros medidos tierra adentro desde el límite interior de la ribera del mar, aunque puede variar, desde los 20 m en núcleos urbanos, hasta los 200 m en aquellos casos que sea necesario garantizar la zona de servidumbre.

La figura siguiente muestra el límite del DPMT en el ámbito de estudio, así como el límite de la ribera de mar y de la servidumbre de protección. Como se puede ver, la presencia de zonas húmedas costeras tanto en el Alt Empordà como en el Baix Empordà hace que este límite del DPMT se ubique puntualmente más al interior respecto a la línea de costa.



Figura 59. Límite del DPMT en el área de estudio. Fuente: GENCAT.

Respecto al Dominio Público Hidráulico, una descripción de los elementos principales presentes en el área de estudio (ríos, rieras y acuíferos), así como de las áreas posiblemente sujetas a inundación fluvial, se ha incluido en el apartado 6.1.3. de este documento.

En esta sección se añade la evaluación del riesgo de inundación marina en el ámbito de estudio. Se representan en las imágenes siguientes las superficies afectadas por este fenómeno en el caso del Alt Empordà y del Baix Empordà con un periodo de retorno de 100 años (probabilidad media) y de 500 años (probabilidad baja). En el ámbito de estudio no se han identificado áreas que se verían afectadas por un fenómeno con un periodo de retorno de 50 años (es decir con una probabilidad alta).

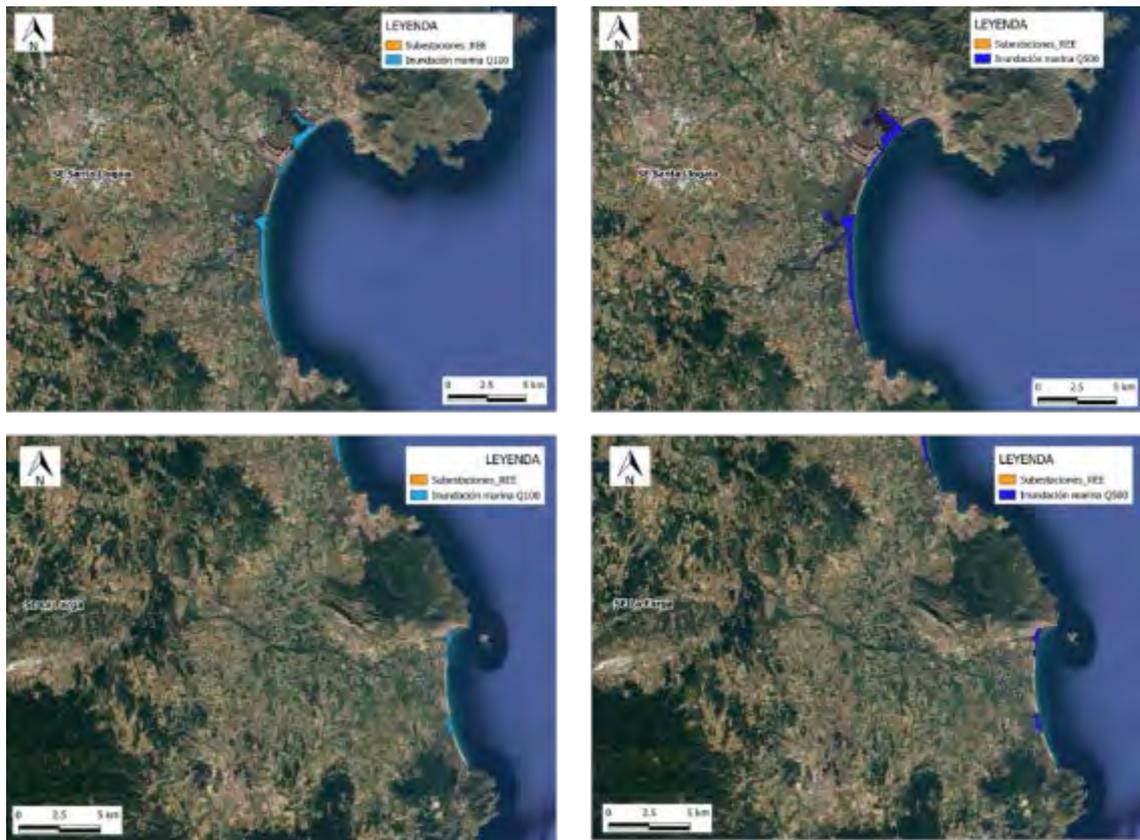


Figura 60. Mapa de zonas de inundación marina con un periodo de retorno de 100 años (a la izquierda) y de 500 años (a la derecha). Arriba se muestra la zona del Alt Empordà, abajo la del Baix Empordà. Fuente: MITECO.

6.6 MEDIO SOCIO-ECONÓMICO ÁMBITO MARINO

6.6.1 Espacios Naturales protegidos y Red Natura 2000

El ámbito del proyecto se halla en las proximidades de varios espacios marinos naturales protegidos, incluidos en la Red Natura 2000. Algunos de estos espacios, como la ZEC y ZEPA ES0000019 “Aiguamolls de l’Alt Empordà” y la ZEC y ZEPA ES5120016 “El Montgrí - Les Medes - El Baix Ter” se han descritos ya en el apartado 1.5.1. En los próximos párrafos se detallan sitios Natura 2000 de ámbito exclusivamente marino.

- ZEPA ES0000514 “Espacio marino de l’Empordà”: área de 85444,01 ha. Este sitio fue clasificado como ZEPA en 2014. Es totalmente de ámbito marino. Se trata de una zona marina de alimentación para la pardela mediterránea (*Puffinus yelkouan*) y balear (*P. mauretanicus*) durante la mayor parte del año (reproducción e invernada), así como para la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) durante el verano. Las aguas de la ZEPA también son utilizadas por la principal población reproductora de cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*) del Mediterráneo ibérico, con unas 40 parejas repartidas en el entorno costero de este espacio marino. Los cormoranes utilizan principalmente las aguas someras como zona de alimentación, en especial las de la bahía de Pals. Esta ZEPA marina ha sido identificada también como Áreas Importantes para la Conservación de Aves y la Biodiversidad (IBA).

- **ZEC ESZZ16001 “sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de León”**: área de 93766,08 ha. Este sitio propuesto también como LIC en 2014. El ámbito es totalmente marino. Es una zona importante por la conservación de la tortuga boba y del delfín mular. La zona del Cap de Creus presenta una gran variedad de ecosistemas en un área relativamente reducida, ya que en la misma se encuentran representados numerosos ecosistemas litorales, ecosistemas de plataforma-talud y comunidades de cañones submarinos. La elevada diversidad tanto específica, como de hábitats, hace de la zona un caso destacable en el Mediterráneo. Además, a lo largo de la costa y de la plataforma se han observado enclaves que albergan representantes de casi todos los tipos de comunidades típicamente mediterráneas lo que confiere al área propuesta una alta representatividad.

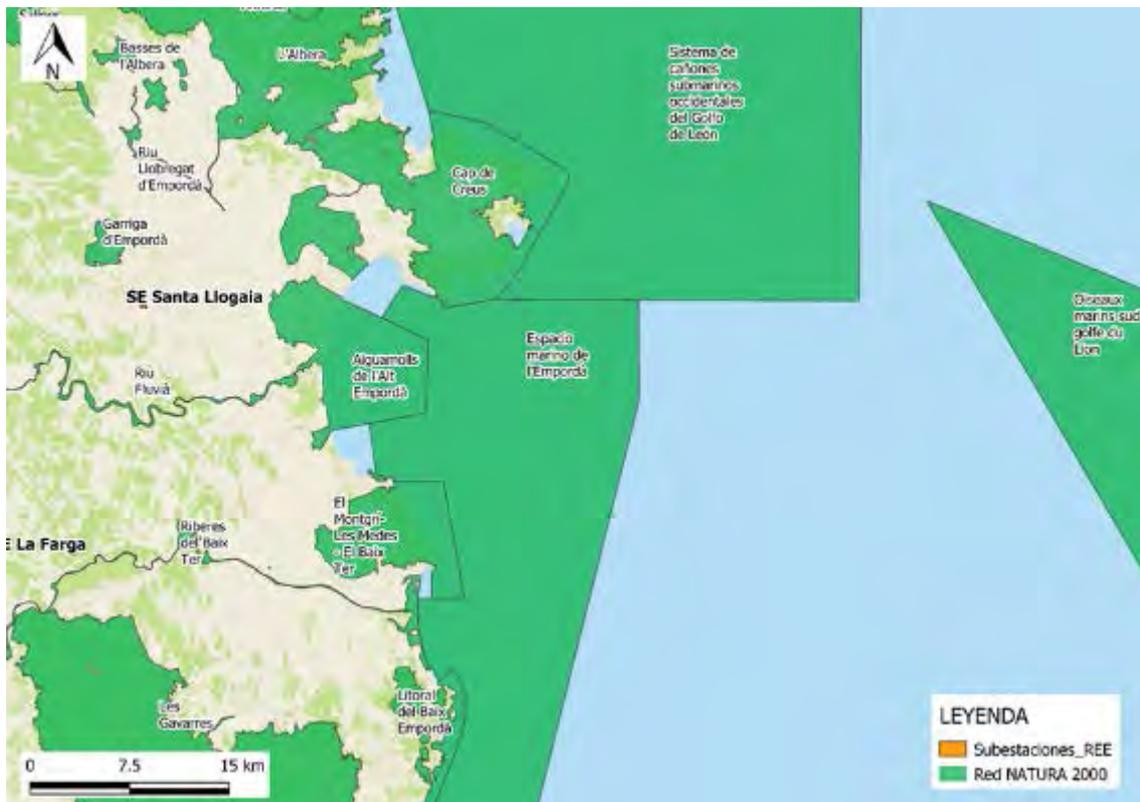


Figura 61. Red Natura 2000 en el área de estudio. Fuente: MITECO

El Espacio Marino de l'Empordà pertenece también a la Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE) creada por la ley 41/2010, de 29 diciembre, de protección del medio marino. Los objetivos generales, establecidos en el artículo 25 de la Ley 41/2010 para esta red son los siguientes (Fuente: MITECO):

1. Asegurar la conservación y recuperación del patrimonio natural y la biodiversidad marina.
2. Proteger y conservar las áreas que mejor representan el rango de distribución de las especies, hábitat y procesos ecológicos en los mares.
3. Fomentar la conservación de corredores ecológicos y la gestión de aquellos elementos que resulten esenciales o revistan primordial importancia para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético entre poblaciones de especies de fauna y flora marinas.

4. Constituir la aportación del Estado español a las redes europeas y paneuropeas que, en su caso, se establezcan, así como a la Red Global de Áreas Marinas Protegidas.



Figura 62. Espacio de la Red de Áreas Marinas Protegidas Españolas (RAMPE). Fuente: MITECO.

Otra figura de protección que se encuentra en proximidad de la zona de estudio es el Área Marina Protegida “Corredor de Migración de Cetáceos”, incluida en las ZEPIM (Zonas de Especial Protección para el Mediterráneo) en diciembre 2019. Se trata de una franja continua de aguas marítimas de 46.385 km² de superficie y unos 85 km de anchura media, entre la costa catalana y valenciana, y el archipiélago balear. Estas aguas constituyen un corredor de migración de cetáceos de vital importancia para la supervivencia de los mismos en el Mediterráneo Occidental (RD 699/2018). El objetivo del AMP es proteger de los efectos que se asocian al ruido submarino a la gran diversidad de especies de cetáceos y tortugas marinas que usan la zona como paso migratorio hacia sus áreas de cría y alimentación en el norte del Mediterráneo.

Otras ZEPIM que se encuentran en proximidad del ámbito de estudio son la ZEPIM Islas Medas y la ZEPIM Cap de Creus.



Figura 63. ZEPIM en el área de estudio. Al norte se encuentra la ZEPIM Cap de Creus, al oeste la ZEPIM Illes Medas y al este la ZEPIM y AMP Corredor de Migración de Cetáceos. Fuente: MITECO.

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), los aerogeneradores del parque eólico, así como las plataformas flotantes y los sistemas de anclaje se ubicarían en una zona no afectada por espacios naturales protegidos (Natura 2000, IBAs, RAMPE, ZEPIM).

Los cables submarinos de evacuación, que conectarían el parque eólico con las infraestructuras terrestres, se ubicarán parcialmente en una zona perteneciente a la Red Natura 2000, así como a la RAMPE y a las IBAs, el Espacio marino de l'Empordà. Esta interferencia es inevitable si se considera la ubicación de tal espacio protegido. Dado la tipología de estructuras de los cables submarinos de evacuación y el hecho que ellos irán enterrados en todo su recorrido, la afeción del proyecto al Espacio marino de l'Empordà se puede considerar únicamente relacionada con el periodo de las obras (véase capítulo 8).

El corredor de los cables submarinos seleccionado interfiere parcialmente con otro Espacio protegido de la Red Natura 2000, es decir la ZEC y ZEPA "Aiguamolls de l'Alt Empordà". Aunque el corredor propuesto afecta esta zona (considerando el buffer de 500 m adicional), se prevé posicionar los cables de evacuación fuera de esta área de afeción.

6.6.2 Patrimonio cultural

En el ámbito del Alt Empordà, se conocen diferentes yacimientos subacuáticos en toda la zona del golfo de Roses y en especial en la zona cercana de la ciudad de Empúries. Un ejemplo es el material subacuático de Riells la Clota, que refleja bien la evolución de la ciudad de Empúries (Projecte de Redacció del Nou Pla d'Ordenació urbanística municipal (POUM) de L'Escala-Empúries, Museu d'Arqueologia de Catalunya Empúries, 2018).

En la zona de estudio hay referencias históricas a la existencia debería haber de una obra de ingeniería de la que hasta el momento sólo se conoce su forma aproximada de rectángulo y que coincide con un puerto de la época de Empúries. Esta infraestructura podría tener posibles pecios relacionados con las actividades comerciales de Empúries, si bien las variaciones que han sufrido las zonas marítimas (retrocesos y aportaciones de arenas, entre otros) han dificultado la localización de estos restos.

En referencia a la zona del Baix Empordà, existen referencias a diferentes yacimientos subacuáticos en toda la zona de la costa Brava. También en este caso es posible la existencia de posibles pecios relacionados con las actividades comerciales de Ullastret, si bien tampoco hasta el momento han sido localizados (Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 2007).

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), las infraestructuras marinas no afectarían el patrimonio cultural submarino conocido. Asimismo, hay que tener en cuenta que la zona costera al sur del corredor de los cables submarinos de evacuación está caracterizada por la presencia de yacimientos arqueológicos importantes. Aunque en el área ocupada por el corredor no constan pecios catalogados en las fuentes consultadas, no se descarta la posible presencia de restos arqueológicos en el fondo marino, eventualidad que habría de ser confirmada durante las campañas previas al posicionamiento de los cables.

6.6.3 Recursos pesqueros

Caladeros

Como se puede ver en la siguiente figura, en el ámbito de estudio se encuentran varios caladeros. Las modalidades de pesca más utilizadas en estos caladeros son el arrastre y las artes menores.

En dichos caladeros se captura principalmente pescado, marisco y cefalópodos (Fuente: IEO, DARP). La figura muestra también las zonas de veda permanente presentes en el ámbito de estudio. La más grande es la zona de veda de la merluza de Roses, donde está actualmente prohibido pescar la merluza para favorecer la recuperación de la especie. La más pequeña es la zona de veda de Roses-Palamós, donde está prohibida la pesca de la cigala (*Nephrops norvegicus*).

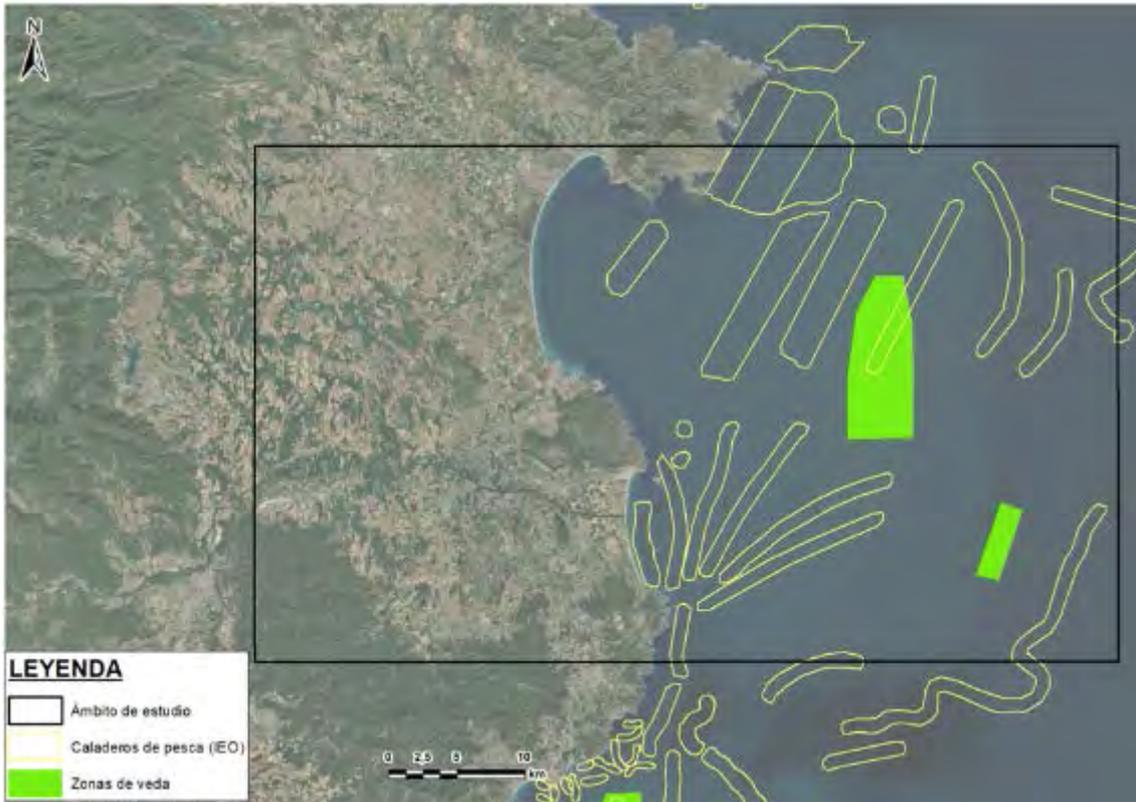


Figura 64. Caladeros y zonas de veda en el área de estudio. Fuente: IEO.

Pesca recreativa

En España, la gestión de la pesca recreativa es competencia de las comunidades autónomas (CCAA) y en este caso es la Generalidad de Cataluña la entidad competente en el cumplimiento a la normativa europea. Se establecen dos tipos de licencias de pesca marítima de recreo: la licencia de pesca submarina y la licencia de pesca de superficie (pesca en aguas continentales y marinas).

Pesca profesional

Los datos de capturas registrados en las lonjas de los distintos puertos pesqueros, publicados en la web del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació para el año 2018 sitúan el puerto de Roses como el séptimo puerto en capturas y en facturación por pesca, por detrás del puerto de Barcelona. El puerto de l'Escala figura como el decimoquinto en importancia en Cataluña.

En la tabla siguiente se muestran los datos de producción pesquera de la totalidad de puertos de Cataluña consultados:

Lonja	Capturas (kg)	Recaudación (€)
Sant Carles de la Ràpita	2.684.681	14.219.817
Tarragona	3.597.364	12.519.149
Vilanova i la Geltrú	3.823.487	10.652.184
Palamós	2.127.269	9.614.972
Blanes	2.682.209	8.569.922
Barcelona	3.168.504	7.436.066
Roses	1.254.413	7.214.318
Arenys de Mar	1.951.186	6.925.606
L'Ametlla de Mar	1.180.568	6.314.217
Cambrils	1.279.707	4.805.019
Llançà	668.426	4.437.090
Dellebre	224.854	2.134.451
El Port de la Selva	131.612	1.926.792
Sant Feliu de Guíxols	939.135	1.768.536
L'Escala	1.353.307	1.622.613
L'Ampolla	178.931	1.160.736
Les Cases d'Alcanar	200.026	1.101.031
Torredembarra	44.256	306.770
Badalona	12.797	105.897

Figura 65. Datos de capturas para los puertos de Cataluña. Fuente: (DARP 2018).

La pesca en Cataluña principalmente se puede describir a partir de dos modalidades mayoritarias, el arrastre de fondo y las artes menores. La tipología de artes menores engloba distintas técnicas tradicionales como el trasmallo, el palangre, las nasas, los “cadups”, las “gàbies” u otros, cada una muy enfocada a una especie o grupo faunístico similar.

Los datos del censo de embarcaciones pesqueras del puerto de Roses, lo sitúan como el tercero en cuanto a embarcaciones de arrastre. Roses dispone del mismo número de embarcaciones de arrastre que de artes menores. En los puertos de L'Escala y L'Estartit prevalecen las embarcaciones de artes menores.

	Arrastre	Artes menores	Artes de cerco	Palangre de fodo	Palangre de superficie	Auxiliares	Total
Blanes	15	20	7	2	3		47
Cadaqués		5					5
L'Escala		11	5	1		3	17
L'Estartit		12		1			13
Llançà	7	7		2		1	16
Lloret de Mar		3					3
Palamós	23	17	4	5	1	8	50
Port de la Selva	4	8		2		1	14
Roses	21	21	3	3		7	48
Sant Feliu de Guíxols		11	3	1	1	2	16
Tossa de Mar		1				1	1
Total	70	116	22	17	5	23	230

Figura 66. Tipología de flota pesquera en los puertos de Girona. Fuente: (DARP 2018).

Los datos de la pesca de arrastre son tratados en el marco del instituto Catalán de Investigación para la Gobernanza del Mar, ICATMAR, un órgano de cooperación entre la Dirección General de Pesca e asuntos Marítimos del DARP y el Instituto de Ciencias del Mar del CSIC. Durante el período de 2018 y 2019 se ha puesto en marcha un muestreo pesquero para evaluar el estado de las pesquerías. Las especies objetivo del seguimiento biológico, en el Golfo de Roses fueron la merluza (*Merluccius merluccius*), la gamba roja (*Aristeus antennatus*) y el pulpo blanco (*Eledone cirrhosa*).

La merluza europea se pesca principalmente por arrastreros de fondo en la talud superior e inferior (Cardinale et al., 2015); la gamba roja se pesca en los cañones y el pulpo blanco en sustrato fangoso.

La siguiente figura muestra la interacción detallada de la flota de arrastre de Palamós donde se localizan las embarcaciones de pesca costera (color azul); las embarcaciones de la pesquería de cigala (color amarillo) y a la pesquería de la gamba rosada (color rojo). La actividad extractiva de gamba rosada se ejecuta alrededor de los bordes delimitados por el cañón submarino de Palamós (Fornós C., 2017).

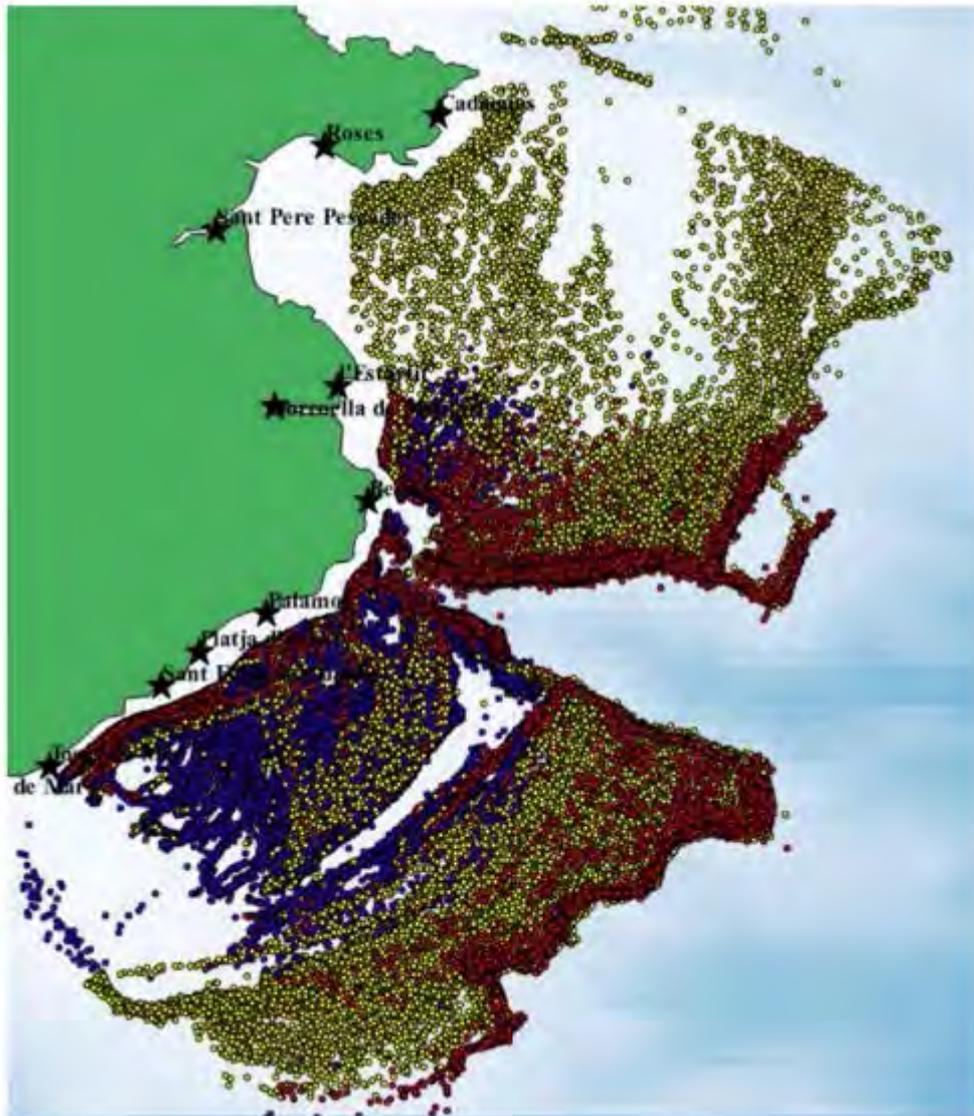


Figura 67. Patrón de pesca de la flota de arrastre de Palamós durante los años 2006-2015. Color rojo: pesquería de gamba rosada. Color azul: pesquería de arrastre costera. Color amarillo: pesquería de cigala. Fuente: Fornós C., 2017.

Las zonas de muestro de ICATMAR se localizan en la siguiente figura:

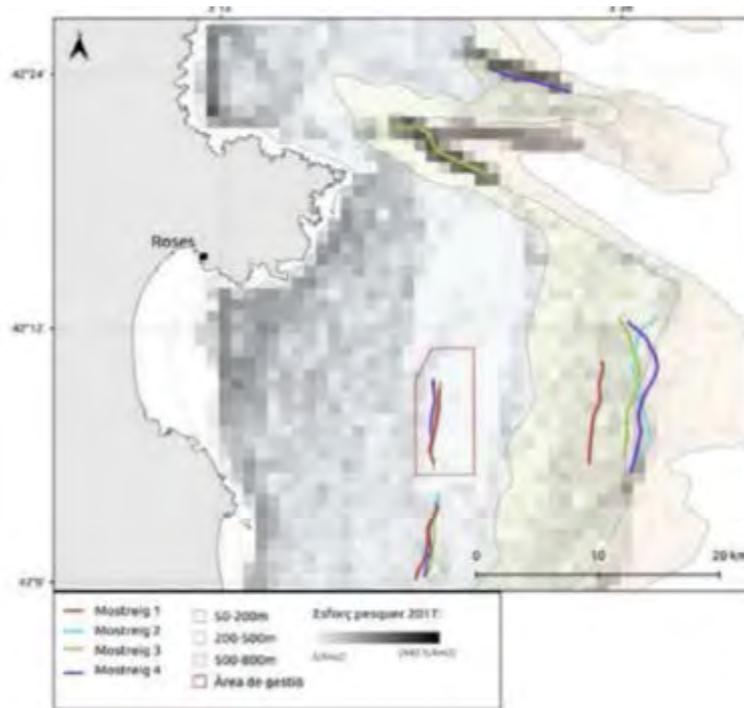


Figura 68. Muestreos pesqueros en la zona de estudio. Fuente: ICATMAR.

La siguiente figura muestra porcentaje en peso de la fracción comercial, rechazo y residuos de las pesquerías del puerto de Roses incluyendo todos los meses de muestreo (noviembre 2018-septiembre 2019) y detalle de las especies o tipos de residuos más abundantes de cada fracción de las pesquerías.

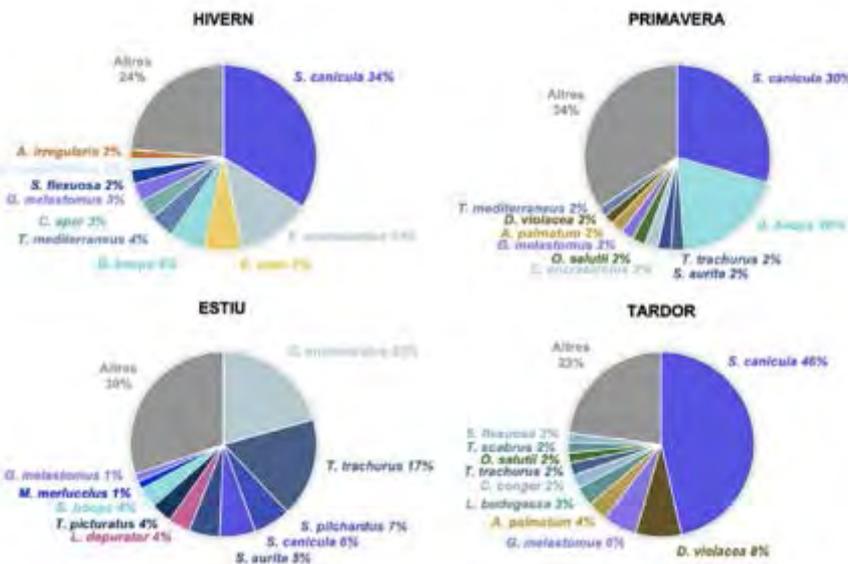


Figura 69. Porcentaje en peso de la fracción comercial, rechazo y residuos de las pesquerías del puerto de Roses. Fuente: ICATMAR.

Como referencia, la serie de merluza del puerto de Roses indica una disminución de las capturas en el periodo estudiado, si bien el patrón de disminución no es tan acusado como para el conjunto de Cataluña.

El año 2009 cuenta con las capturas más altas, en torno a las 400 toneladas, y en 2018 el año con las capturas más bajas, < 150 toneladas. CGPM, 2019 destaca que el aumento de la temperatura del fondo del mar, probablemente, podría ser responsable de la disminución de los criaderos de merluza en los últimos años. Los efectos del cambio climático (i.e. TSM, la salinidad de la superficie del mar y la estratificación del agua) están favoreciendo clases de tamaño más pequeñas en la comunidad de zooplancton (Herrmann et al. 2013) que a su vez tiene un efecto negativo en la biomasa de merluza, que tendría que disminuir con el tiempo debido a la reducción de la calidad/cantidad de los alimentos (Sion et al., 2019).

Además, se detectó una disminución sustancial en la biomasa en 2010 y 2011, probablemente debido al fortalecimiento de la termoclina estacional que había reducido en gran medida la disponibilidad de alimentos (Druon et al., 2015). Sion et al. (2019) han encontrado que los tamaños medianos más pequeños de *M. Merluccius*, probablemente confirmen concentraciones de juveniles y, por lo tanto, zonas de reproducción con un pico de biomasa a 200 m de profundidad.

El rango de profundidad óptimo para la biomasa se observó entre 200 m y 400 m, más allá del cual fue evidente una disminución constante en la biomasa durante todo el período de tiempo. Katsanevakis et al. (2009) también indica que la abundancia de merluza europea aumenta especialmente a profundidades entre 100 m y 400 m, pero disminuye a profundidades superiores a 500 m.

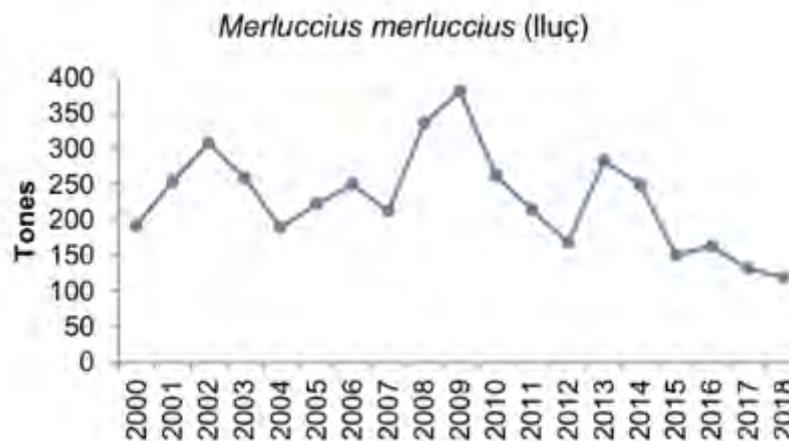


Figura 70. Serie de capturas de *M. Merluccius* en el puerto de Roses. Fuente: ICATMAR.

Las especies que son más abundantes y/o presentan más biomasa dentro del zona de pesca son el muelle de barro (*Mullus barbatus*); el cabracho (*Scorpaena elongata*); los gatos (*Scyllorhinus canicula*); la gallineta (*Helicolenus dactylopterus*); el pescado de plata (*Argentina sphyraena*) y el escamoso (*Lepidotrigla dieuzeidei*). Fuera de la zona de pesca, la única especie que se ha encontrado más abundante y con más biomasa de una manera relevante ha sido el jurel (*Trachurus trachurus*).

Reservas marinas de interés pesquero

En el ámbito de estudio se encuentran dos reservas marinas de interés pesquero, la reserva marina de las Islas Medas y la reserva marina de Cap de Creus. El objetivo principal es la protección regeneración y desarrollo de los recursos de interés pesquero para el mantenimiento de pesquerías sostenibles, de modo que los pescadores artesanales de la zona puedan preservar su tradicional modo de vida (borrador definitivo POEM demarcación levantino-balear).

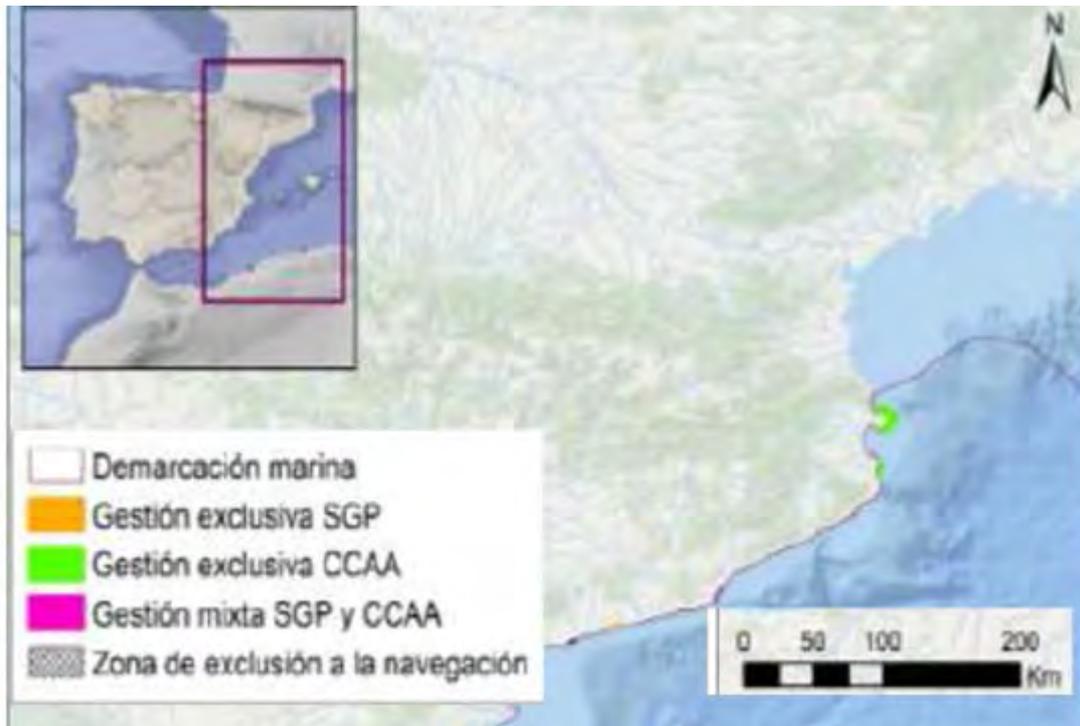


Figura 71. Reservas marinas de interés pesquero en el área de estudio. Fuente: Borrador definitivo POEM demarcación levantino-balear.

Marisqueo

En referencia al marisqueo, entre L'Escala, Roses y Cadaqués, así como al sur del Estartit, se identifica una zona de protección y reproducción de moluscos desde la línea de la costa, hasta la isobata de los 30 m, en jaulas flotantes. También se identifican los siguientes bancos de marisqueo por la producción de bivalvos, equinodermos, gasterópodos, ascidias y otros tunicados (Orden AAM/89/2011 de 17 de mayo):

- CAT1-20: Palanós-cabo Negre
- CAT1-21: L'Estartit
- CAT1-22: L'Escala-Roses-Cadaqués trachurus).

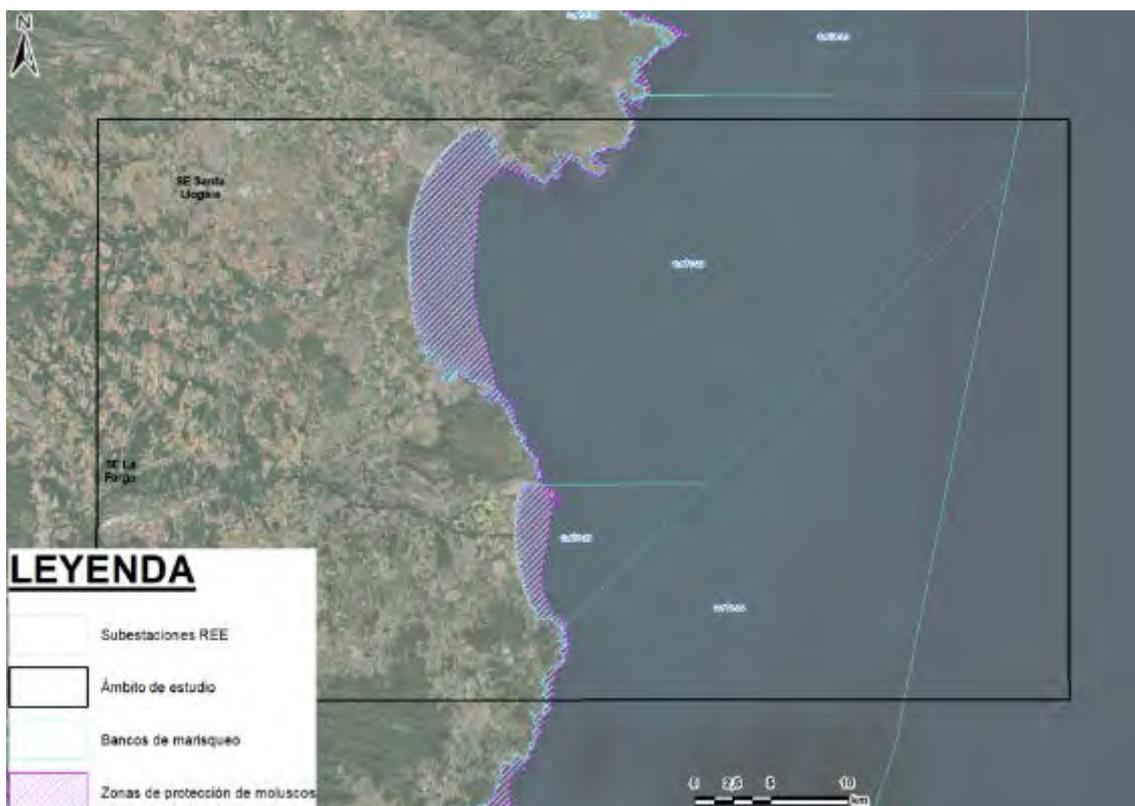


Figura 72. Zona de producción de moluscos en el ámbito de estudio. Fuente: MITECO.

Respecto a todos los recursos pesqueros descritos en este capítulo, en la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5) el área de ubicación de los aerogeneradores ocuparía totalmente la zona de veda de la merluza de Roses, ya objeto de exclusión permanente para los pescadores. Asimismo, no se afectarían las zonas de rendimiento económico medio-alto de la pesca de arrastre, individuadas por ICATMAR. El área de parque eólico invalidaría totalmente el caladero A Fora, dado que queda casi enteramente dentro de esta área.

Los cables submarinos de evacuación de la solución propuesta no afectarían zonas ocupadas por caladeros, pero sí que pasarían por una zona de alto rendimiento económico de la pesca de arrastre.

6.6.4 Infraestructuras y servicios

6.6.4.1 Infraestructuras acuícolas

En el ámbito marino del área de estudio existen instalaciones de acuicultura: (Lubina europea (*Dicentrarchus labrax*) de Base Siva SL; Lubina europea (*Dicentrarchus labrax*) y Dorada (*Sparus aurata*) de SL Aquipex Roses; Lubina europea (*Dicentrarchus labrax*) de Confraria de pescadores, Roses).



Figura 73. Infraestructuras acuícolas en la zona de estudio. Fuente: EMODnet Human Activities

6.6.4.2 Infraestructuras hidráulicas

En el ámbito de estudio se identifican un total de 18 puntos de vertido: 11 localizados en el Golfo de Roses y 7 en l'Estartit.



Figura 74. Emisarios submarinos en la zona de estudio. Fuente: EMODnet Human Activities.

Las infraestructuras de la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5) no interfieren con ninguno de los puntos de vertidos identificados en la zona.

6.6.4.3 Infraestructuras de exploración y explotación de recursos fósiles

En el ámbito de estudio se han realizado varios sondeos de perforación offshore para la evaluación de recursos fósiles, y existen varias áreas de exploración autorizadas. Las actividades offshore próximas son de carácter exploratorio y actualmente las licencias están obsoletas o no se encuentran en desarrollo.



Figura 75. Actividades offshore en el área de estudio. Fuente: EMODnet Human Activities.

La solución propuesta para el proyecto en estudio no tendrá alguna interferencia con infraestructuras de exploración y explotación de recursos fósiles.

6.6.4.4 Infraestructuras portuarias y tráfico marítimo

En referencia al tráfico marítimo, en el ámbito de estudio costero de estudio se identifican varios puertos pesqueros y recreativos.

Al NE del área de interés está situado el Puerto de Cadaqués. Dentro del Golfo de Roses, están los Puertos de Roses y del Escala. Al sur de la zona, se encuentra el Puerto de l'Estartit.

En las figuras siguientes se puede ver como en la parte más costera de la Bahía de Roses la densidad del tráfico marítimo es baja, mientras en correspondencia del Cap de Creus, de aguas más profundas de la Bahía de Roses y de la costa entre L'Escala y L'Estartit la densidad de tráfico es significativamente mayor, estando relacionado principalmente con la actividad pesquera.

En el caso de la zona de las Islas Medas el tráfico está también relacionado con el transporte de los turistas para visitas diarias, sobre todo en verano. Sobre las rutas comerciales, se ve como estas no superan las 200 rutas por km² por mes en el ámbito de estudio. Las principales rutas comerciales que se ven en el mapa son las que unen Barcelona a Marsella; estas rutas quedan offshore y fuera de la zona de estudio.

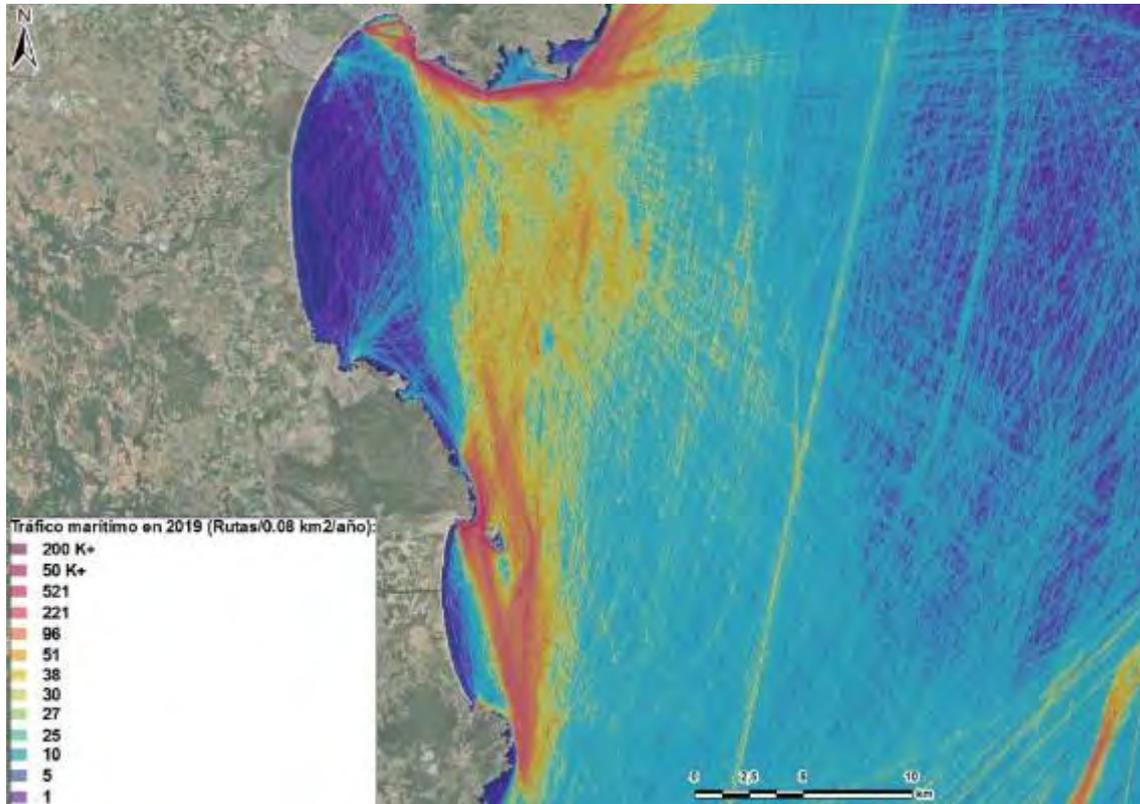


Figura 76. Densidad del tráfico marítimo total en el área de estudio. Fuente: Marinetraffic.

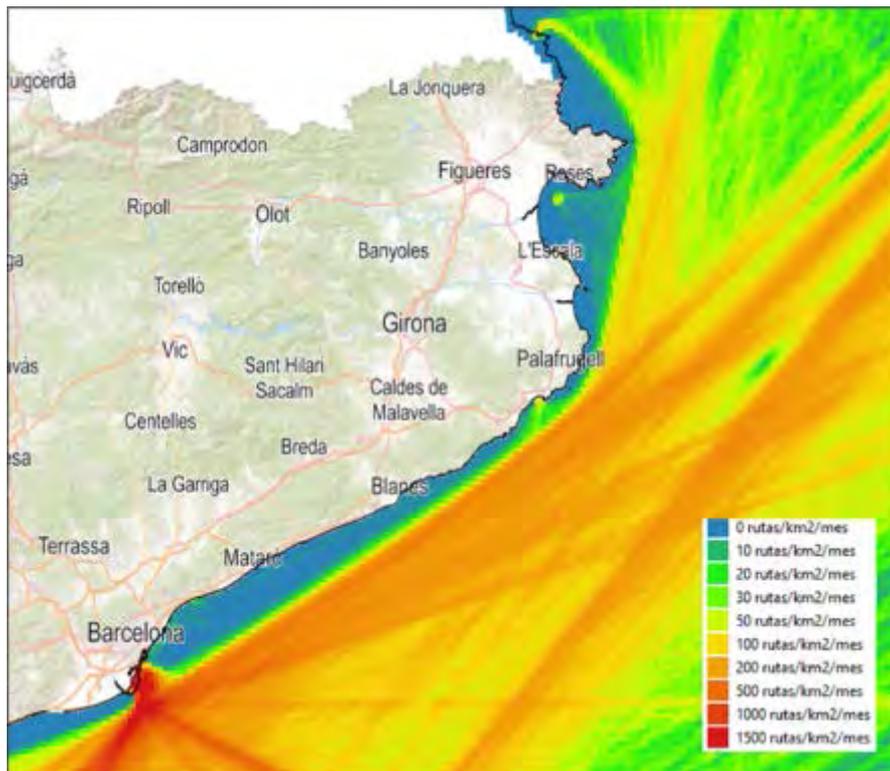


Figura 77. Tráfico marítimo de mercancías en las proximidades de la costa catalana. Fuente: EMODnet Human activities.

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), las infraestructuras marinas del parque eólico se quedan en general fuera de las rutas principales entre Barcelona y otros puertos del Mediterráneo, a excepción de una ruta entre Francia y Barcelona, que cruzaría parcialmente el área del parque.

Respecto al corredor de cables de evacuación propuesto, este ocupará una zona de densidad media de rutas de tráfico marítimo, relacionadas a la actividad pesquera.

6.6.4.5 Infraestructuras para la defensa costera y otras infraestructuras

En la imagen siguiente se puede ver la ubicación de estructuras en defensa de la costa que se han llevado a cabo en el ámbito de estudio.



Figura 78. Infraestructuras para la protección de la costa en el periodo 2011-2017. Fuente: CEDEX.

En la zona más costera del ámbito de estudio, en proximidad de Sant Pere Pescador, se encuentra un yacimiento submarino de arenas explotado para la realimentación de playas después de temporales.



Figura 79. Yacimiento submarino de arenas explotadas en el ámbito de estudio.

Finalmente, otras infraestructuras que se encuentran en el área de estudio son los arrecifes artificiales. Las áreas marcadas en el mapa son zonas de fondeo de arrecifes que no están 100% ocupadas por ellos, indicadas por el IEO.



Figura 80. Arrecifes artificiales en el área de estudio. Fuente: IEO.

Según los datos del DARP, en el ámbito de estudio hay las siguientes zonas de arrecifes artificiales, que están solo parcialmente ocupadas por ellos:

- GRA1. Arrecife artificial del Golfo de Roses, caracterizado por 45 módulos de producción y vigente hasta 2023.
- GRA2: Arrecife artificial del Golfo de Roses, caracterizado por 100 módulos de protección y vigente hasta 2023.
- EMA3: Arrecife artificial de L'Estartit-Medas, caracterizado por 80 módulos de producción, instalado en 1997.
- EMA2: Arrecife artificial de L'Estartit-Medas, caracterizado por 100 módulos de producción, instalado en 1997.
- EMA1: Arrecife artificial de L'Estartit-Medas, caracterizado por 84 módulos de producción, instalado en 1997.
- EM4: Arrecife artificial de L'Estartit-Medas, caracterizado por 84 módulos de protección, instalado en 1997.



Figura 81. Arrecifes artificiales en el Golfo de Roses. Fuente: DARP.



Figura 82. Arrecifes artificiales en la Bahía de Pals. Fuente: DARP.

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), los cables submarinos de evacuación del parque eólico cruzarían dos zonas de arrecifes artificiales, GRA1 y GRA2, vigentes hasta 2023.

6.6.5 Ordenación del espacio litoral (Estrategias marinas, etc.)

La Ordenación del espacio marítimo (OEM) se entiende como el proceso mediante el cual las autoridades competentes analizan y organizan las actividades humanas en las zonas marinas con el fin de alcanzar objetivos ecológicos, económicos y sociales.

En la UE se establece en la Directiva 2014/89/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de julio de 2014, por la que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo. Esta norma fomenta el crecimiento sostenible de las economías marítimas, el desarrollo sostenible de los espacios marinos y el aprovechamiento sostenible de los recursos marinos y también indica que hay que tener en cuenta las interacciones entre tierra y mar y la mejora de la cooperación transfronteriza. La Directiva se traspuso al ordenamiento español a través del Real Decreto 363/2017, de 8 de abril, por el que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo.

Actualmente se encuentran disponibles para consulta los borradores definitivos del POEM de las cinco demarcaciones marinas de España. En el caso del proyecto en estudio, la demarcación que corresponde es la levantino-balear. El borrador definitivo está actualmente en revisión por el Ministerio, junto con los órganos competentes en la Administración General del estado (AGE) y las CCAA.

En la primera parte del borrador definitivo del POEM de la demarcación levantino-balear se define la situación actual y la distribución espacial de los sectores marítimos en la demarcación. Esta información ha sido consultada para la elaboración del diagnóstico ambiental del ámbito de estudio.

En la segunda parte del borrador definitivo del POEM se describen las interacciones espaciales entre usos y actividades para identificar con una primera aproximación potenciales conflictos y sinergias. El desarrollo de la eólica marina en la demarcación levantino-balear podría entrar en conflicto con la presencia de áreas protegidas. Este factor ha sido considerado en el presente documento. Las áreas protegidas presentes en el ámbito de estudio se han detallado en el apartado 1.6.1.

Finalmente, en la parte final del borrador, se describe la distribución espacial de las previsiones de desarrollo futuro y/o potencial. Según la propuesta de planificación espacial marina de la acuicultura, el ámbito de estudio interfiere con una zona potencial de uso de la acuicultura marina. Esta zona está definida solo provisionalmente, dado que el estudio detallado para la definición de las áreas está todavía en curso. Asimismo, se trata básicamente de la definición de zona apta para la acuicultura según algunos condicionantes ambientales, pero se corresponde actualmente con una reserva exclusiva de la zona para un proyecto concreto de acuicultura. No se han encontrado otras actividades marítimas cuyo desarrollo futuro está previsto en el ámbito de estudio y que puedan interferir con el proyecto en examen.

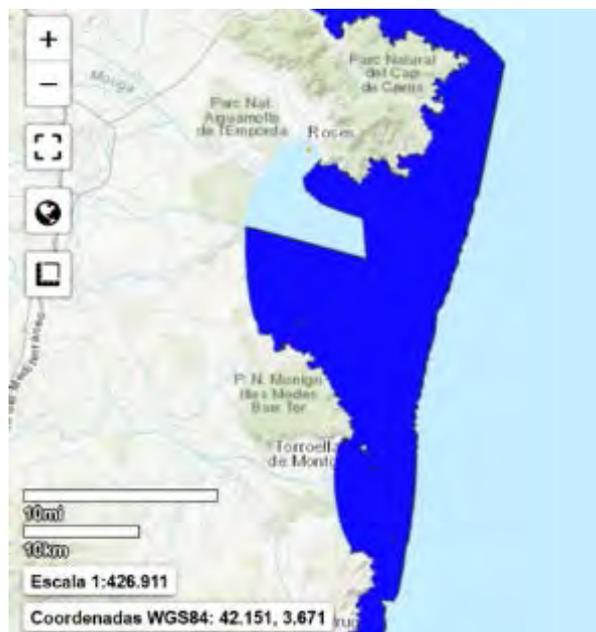


Figura 83. Localización de la zona potencial de uso de la acuicultura en el ámbito de estudio.

La realización del proyecto objeto de este documento debe también resultar compatible con la estrategia marina levantino-balear, una de las 5 Estrategias Marinas que constituyen el instrumento de planificación del medio marino creado al amparo de la Directiva 2008/56/CE, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina). Las estrategias marinas tienen como principal objetivo, la consecución del Buen Estado Ambiental (BEA) de los mares a horizonte 2020.

La directiva marco sobre estrategia marina se modificó mediante la Directiva (UE) 2017/845 de la Comisión de 17 de mayo de 2017 por la que se modifica la Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a las listas indicativas de elementos que deben tomarse en consideración a la hora de elaborar estrategias marinas.

La transposición de dicha directiva al sistema normativo español se recoge en la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino y en el Real Decreto 957/2018, de 27 de julio, por el que se modifica el anexo I de la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino.

El Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero define en el anexo I las actuaciones que deben contar con informe de compatibilidad con las estrategias marinas. En el punto D de dicho anexo se incluyen Instalación de cables submarinos de telecomunicaciones o de electricidad, colocados sobre el lecho marino o enterrados bajo el mismo, mientras que en el punto M se incluyen las energías renovables en el mar.

Los objetivos estratégicos generales de la Estrategia Marina Levantino-Balear con los que interactúa el proyecto son:

- A1. Asegurar la conservación y recuperación de la biodiversidad marina a través de instrumentos y medidas efectivas.
- B1. Adoptar y aplicar las medidas necesarias para que la introducción de materia o energía en el medio marino no produzca efectos negativos significativos sobre los ecosistemas ni los bienes y servicios provistos por el medio marino.
- B2. Adoptar y aplicar las medidas necesarias para lograr que las concentraciones de contaminantes se encuentren en niveles que no produzcan efectos de contaminación.
- B3. Mejorar el conocimiento científico de las causas- efectos e impactos en relación con la introducción de materia o energía en el medio marino.
- C1. Asegurar que las políticas sectoriales y actuaciones administrativas con incidencia en el medio marino se desarrollen de manera compatible con el logro o mantenimiento del buen estado ambiental definido en las estrategias marinas.
- C2. Asegurar que las políticas sectoriales y actuaciones administrativas con incidencia en el medio marino se desarrollen de manera compatible con el logro o mantenimiento del buen estado ambiental definido en las estrategias marinas.
- C3. Promover un mejor grado de conocimiento de los ecosistemas marinos españoles y de su respuesta ante las actividades humanas, así como un mejor acceso a la información ambiental disponible.

El planteamiento del presente proyecto se ha desarrollado teniendo en cuenta la compatibilidad con los objetivos de la Estrategia Marina de la Demarcación levantino-balear. El proyecto será compatible con tal estrategia, siempre y cuando se cumplan las condiciones y medidas concretas que se señalaran en la evaluación de impacto ambiental.

6.7 PAISAJE

Se han consultado las directrices generales y específicas de paisaje por el territorio de las comarcas de Girona (*Pla Territorial Parcial de les Comarques Gironines, Normes d'ordenació territorial. Directrius del paisatge*). Estas directrices tienen una aplicación directa y obligatoria. Los nuevos elementos a construir han de seguir una estrategia de integración en el paisaje que opte por la armonización, la ocultación o la singularización de los nuevos elementos.

Las directrices generales de paisaje que afectan directamente el proyecto son las de las construcciones aisladas (artículo 2.6) y las de las infraestructuras lineales (artículo 2.7).

El primer caso se tiene que considerar por la edificación de la subestación elevadora de potencia que permite transformar la energía eólica producto en energía a alta tensión. Esta construcción tiene que evitar una localización en fondos de valles, puntos focales respecto a carreteras o miradores, zonas a altas pendientes y zonas con un perfil de paisaje elevado.

También se deben respetar estas normas de distancia mínima: 100 m desde zonas fluviales de ríos y rieras; 50 m desde vías locales; 100 m desde vías generales; 150 m desde autopistas y autovías.

En el caso de las infraestructuras lineales (como sería en el caso de la conexión terrestre entre la subestación elevadora y la subestación de distribución de REE), un criterio general a seguir es el de minimizar la fragmentación física del territorio y los cambios de configuración de los terrenos necesarios para su construcción. Asimismo, los proyectos de las infraestructuras lineales deben adoptar las soluciones adecuadas para minimizar y / o amortiguar su presencia en el paisaje rural.

En el caso concreto de las infraestructuras aéreas, las líneas eléctricas deben seguir preferentemente los rastros establecidos por carreteras y ferrocarriles, y cuando no pueda ser así se agruparán en corredores con criterios de minimizar su impacto en el paisaje.

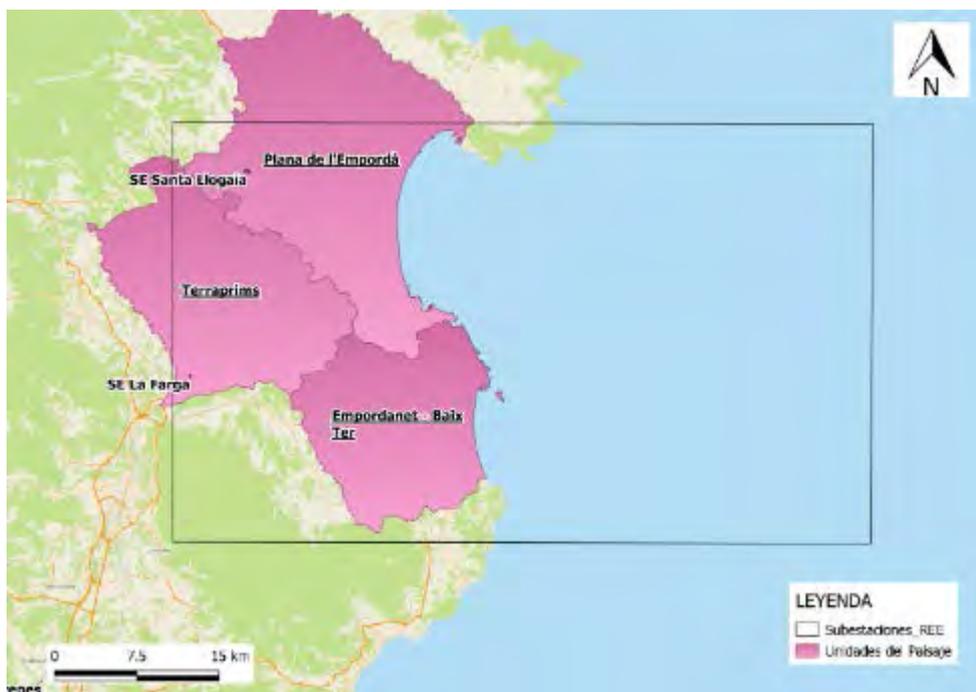


Figura 84. Mapa de unidades de paisaje en el área de estudio. Fuente: GENCAT.

Según el catálogo del paisaje de las Comarcas de Girona, las unidades del paisaje del área de estudio son la Plana de L'Empordà, l'Empordanet-Baix Ter y Terraprimis, como se puede ver en la Figura 84.

La mayoría de municipios del Empordanet tienen la característica de ser pequeños núcleos compactos con morfología orgánica en relación a la topografía, situados normalmente en un sitio de suave elevación del terreno. Muchos de los municipios de la Plana de L'Empordà son generalmente compactos e históricamente bien integrados con la matriz agraria.

Además, hay otros núcleos que no siguen ningún patrón en particular. En el caso de la unidad de paisaje de Terraprimis, se trata de un territorio que mantiene su carácter rural, con sus mosaicos agroforestales de campos de cereales y pinedas de pino blanco con encinas; muchos municipios tienen una estructura compacta, situada alrededor de edificios históricos como iglesias y castillos.

En el *Catálogo del paisaje de las Comarcas de Girona* se citan los siguientes elementos relacionados con el área de estudio:

- Fondos escénicos: Montgrí; Montnegre (al sur de la SE de La Farga)
- Núcleos con fisionomía singular:
- Núcleos encumbrados: Ultramort, Sant iscle d'Empordà, Llabià, Ullastret, Gualta (Baix Empordà)
- Patrón del Empordanet: Jafre, Ultramort, Parlavà, La Pera, Púbol, Ullastret, Serra de Daró, Gualta, Palau-Sator, Fontclara, Llabià, Matajudaica, Casavells, Madremanya, Sant Julià de Boada, Sant Iscle d'Empordà, Rupia, Foixà.
- Patrón de la plana de L'Empordà: Fortià, Vilamalla, Torroella de Fluvià, Sant Miquel de Fluvià, Riumors, Siurana, Ventalló, Garrigàs, l'Armentera, Vilacolum, Viladamat,
- Patrón del litoral: Sant Martí d'Empúries;
- Singularidades geomorfológicas: montaña del Montgrí.
- Castillos: castillo de Montgrí, Castell de San Julià de Ramis
- Miradores: observatori senillosa (Parque Aguamolls Alt Empordà), Castell del Montgrí.

Estos elementos tienen que tenerse en cuenta en el planeamiento de un proyecto, minimizando su posible afección.

Entre los objetivos de calidad del paisaje de las Comarcas de Girona se incluyen los siguientes elementos presentes en la zona que se tienen que preservar para conservar la calidad del paisaje: hileras de cipreses, que actúan como paraviento, canales e infraestructuras del agua, paisajes fluviales, paisajes de zonas de humedales, playas y dunas del litoral, construcciones rurales tradicionales, paisaje agrícola, singularidades geomorfológicas, fondos escénicos, y frente marítimo. Estos elementos tienen que ser preservados.

En el caso del área de estudio se indican específicamente las hileras de cipreses y el paisaje agrícola de la Plana de L'Empordà (Alt Empordà) y en el l'Empordanet-Baix Ter (Baix Empordà), así como los paisajes fluviales del Ter y del Fluvià.

En la solución propuesta para el proyecto en estudio (véase capítulo 5), las infraestructuras terrestres cruzarán una única unidad de paisaje, la Plana de L'Empordà. De los 11 municipios interesados por el proyecto, 6 se citan en el *Catálogo del paisaje de las Comarcas de Girona* en cuanto caracterizados por el patrón de la Plana de l'Empordà.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que el valor del paisaje en la zona de estudio es muy alto. No obstante, se considera que el respecto de las directrices generales para la construcción de nuevos elementos aislados y de infraestructuras lineales, así como la consideración y preservación de los elementos de valor del paisaje y la realización de un estudio paisajístico de detalle que indique la alternativa de cableado terrestre más adecuada, permitirá el desarrollo del proyecto salvaguardando el valor del paisaje.

7 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En esta sección se plantean y valoran las distintas alternativas del proyecto, distinguiendo entre (i) alternativas de emplazamiento del parque eólico marino, (ii) alternativas de trazado del corredor de cable de evacuación entre el parque eólico y la costa y (iii) alternativas de trazado terrestre de la línea de alta tensión entre la subestación transformadora, que permite la elevación del voltaje de la energía recibida, y la subestación de REE. Antes de la valoración de cada alternativa, se presenta la “alternativa cero”, entendida como la opción de no realización del proyecto.

7.1 Alternativa 0

La alternativa cero para este proyecto supone la no realización del mismo, manteniendo la situación actual del sistema energético de Cataluña y las condiciones ambientales actuales existentes en la zona de estudio.

La alternativa 0 no introduce nuevos elementos de afección sobre el medio natural y socioeconómico del territorio, si bien la no ejecución del mismo mantiene un sistema de producción basado en energía nuclear y combustibles fósiles que no favorece las actuales políticas de reducción de emisiones de carbono y lucha contra el cambio climático mediante la transición del sistema hacia las energías renovables.

Actualmente el aumento de la contribución de energías renovables, y en particular la eólica marina, es necesario y prioritario, como se refleja en los diferentes instrumentos de planificación sectorial europea, española y catalana, cuyo desarrollo es vinculante para las diferentes administraciones públicas.

A nivel internacional destaca la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21). La COP21 terminó con la adopción del Acuerdo de París, jurídicamente vinculante, que establece el marco global de lucha contra el cambio climático a partir de 2020 y promueve una transición hacia una economía baja en emisiones y resiliente al cambio climático. Los firmantes están obligados a orientar sus objetivos a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el desarrollo de energías renovables.

A nivel europeo destacan los siguientes instrumentos de planificación, a cuyos objetivos responde el proyecto planteado:

- Estrategia de Crecimiento Azul (Comisión Europea, 2012): considera la energía de origen marino (Energía Azul) como uno de los ámbitos prioritarios para proporcionar un crecimiento sostenible, apuntando que en 2030 la energía eólica marina podría suministrar el 14% de la demanda eléctrica en la Unión Europea, superando a la eólica terrestre en capacidad de instalación anual y estimando un potencial de 300.000 puestos de trabajo asociados en la UE para 2030.
- Pacto Verde Europeo: contiene la visión estratégica europea a largo plazo con el objetivo de alcanzar una economía climáticamente neutra en 2050, incluyendo en sus previsiones de desarrollo explícitamente que “será fundamental aumentar la producción de energía eólica marina”, que “la economía azul sostenible tendrá que desempeñar un papel crucial” y que entre las medidas que propondrá “incluirá cómo gestionar de forma más sostenible el espacio marítimo, especialmente para facilitar el acceso al creciente potencial de las energías renovables marinas”; previendo publicar durante este año 2020 una “Estrategia en materia de energía eólica marina”.

- Hoja de ruta hacia una economía hipocarbónica en 2050, de la hoja de ruta de la energía para 2050 y libro blanco del transporte dentro del marco sobre clima y energía, parte de la estrategia sobre Energía, Cambio Climático y Medio Ambiente de la Comisión Europea.
- Plan Estratégico Europeo en Tecnologías Energéticas (SETPlan): contempla el objetivo de consolidar el liderazgo global de la UE en energía eólica marina, identificando el desarrollo de la eólica flotante como una de las acciones prioritarias para alcanzar dicho objetivo estratégico.
- Directiva (UE) 2018/2001: establece el marco común para el fomento de las energías renovables, contemplando en su artículo 15 que los Estados miembros adopten las medidas adecuadas para que los procedimientos administrativos se simplifiquen y se aceleren en el nivel administrativo adecuado y se fijen plazos para los procedimientos de autorización de las energías renovables marinas, entre otras.

A nivel nacional y autonómico destacan los siguientes instrumentos de planificación:

- Anteproyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética: establece el marco institucional, así como las señales regulatorias y económicas que den estabilidad y marquen la dirección hacia la neutralidad climática en España, impulsando el desarrollo de las energías renovables mediante la convocatoria de subastas, y, a su vez, admitiendo la distinción entre tecnologías, criterios de localización y de madurez tecnológica u otros acuerdos con la normativa comunitaria.
- Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC): contempla que “En el caso de la eólica marina, la reducción de sus costes de generación en instalaciones reales y previstas en el corto plazo en Europa, muestra ya un elevado potencial en España con tecnología flotante en el horizonte 2030, por lo que los mecanismos de apoyo y volúmenes de potencia en las convocatorias de subastas en concurrencia se irán adaptando a sus niveles de competitividad crecientes, con atención a su contribución a la consolidación y competitividad del tejido industrial y a sus sinergias con otros sectores estratégicos (construcción naval, astilleros, ingeniería civil, industrias electrointensivas)”.
- PNIEC 2021-2030 y Estrategia de Transición Justa: marco estratégico estable para la descarbonización de la economía, con una hoja de ruta para la próxima década. El Marco prevé que más del 70% de la generación eléctrica de España en 2030 sea renovable, frente al 40% actual, y que se alcance el 100% el 2050, lo que permitiría cumplir con los compromisos del Acuerdo de París.
- Agenda Sectorial de la Industria Eólica (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2019): identifica a la eólica marina como una de las principales palancas para reforzar la industria eólica española, identificando la mejora y simplificación de los procesos administrativos existentes y la creación de zonas demostrativas como una de las medidas de impulso necesarias.
- Estrategia Marítima de Cataluña 2030, que incluye las energías renovables como una de las estrategias prioritarias: “Diseño de una estrategia específica para el desarrollo de energía eólica marina en Cataluña y la Exploración de oportunidades de cooperación internacional y financiación para proyectos de energía eólica marina”. La Estrategia tiene el objetivo de alcanzar el 100% de energías renovables en 2050.

La alternativa 0 no permite la incorporación de tecnologías renovables, y en particular el desarrollo de la eólica marina, en una de las áreas de mayor viabilidad técnica y calidad del recurso eólico del litoral catalán, y en un ámbito de elevada demanda vinculada al turismo y la industria.

Teniendo en cuenta la posibilidad de compatibilizar el proyecto con los usos del territorio y ordenación del espacio marino, la capacidad de encaje ambiental mediante el procedimiento de tramitación de impacto ambiental, y la posibilidad de compatibilización del proyecto con los objetivos de conservación de los espacios naturales protegidos y la estrategia marina, la no ejecución del proyecto supone, de manera indirecta, el incumplimiento de las principales políticas y estrategias europeas en materia de desarrollo sostenible.

Asimismo, cabe destacar que la implantación de infraestructuras eólicas de producción renovable supone también los siguientes aspectos positivos sobre el territorio, que no tendrían lugar de no ejecutarse:

- Disminución del impacto ambiental ocasionado actualmente por la actividad de generación de electricidad;
- Fomento del desarrollo de nuevas actividades económicas e industriales con efectos positivos sobre la economía.
- Fomenta de la creación de puestos de trabajo en las zonas de implantación. Además de los puestos de trabajo directos del personal que trabajará en el parque eólico, hay que considerar todos aquellos puestos asociados a la construcción y puesta en funcionamiento del mismo.

Teniendo en cuenta todos los aspectos analizados en los párrafos anteriores, no se considera la Alternativa 0 (la no construcción del parque eólico) como una alternativa viable para la consecución de los objetivos ambientales incluidos en la planificación sectorial y energética nacional y europea (reducción de emisiones de carbono y lucha contra el cambio climático).

7.2 Alternativas de implantación del parque eólico marino

Dentro del área óptima para la instalación del parque eólico marino establecida en la sección 4, se proponen cinco alternativas diferentes de implantación del parque eólico. Los condicionantes ambientales de cada una de estas alternativas se discuten en los siguientes apartados.

Para el análisis de alternativas marinas, se evalúan condicionantes ambientales que abarcan el medio físico, el medio biótico y el medio socio-económico.

Los principales aspectos físicos a considerar para la elección de la alternativa más favorable de parque eólico son:

- la ocupación de espacio marino por parte del parque eólico, dado que en este espacio se podrían ver afectado otros usos del medio marino, así como se podría potencialmente afectar la fauna marina (cetáceos, comunidades bentónicas, etc.);
- la batimetría, dado que fondos superiores a 500 m reducen la viabilidad técnico-económica del proyecto, mientras fondos inferiores a 50 m no resultan compatibles con la protección ambiental de determinadas comunidades marinas y la coexistencia de otros usos del espacio marino;
- las pendientes, considerando que pendientes elevadas reducen la viabilidad técnica del proyecto y aumentan la probabilidad de encontrar comunidades bentónicas ricas y de particular interés;

- la geomorfología, dado que a fondos rocosos o de sedimentos gruesos está asociada una mayor biodiversidad y que el anclaje de las plataformas flotantes resulta más favorable en fondos arenosos o de arenas fangosas.

En el caso de los aspectos bióticos, se tienen que considerar:

- las comunidades bentónicas, que resultan ser más ricas en zonas rocosas o de sedimentos gruesos respecto a fangos y arenas, y los posibles hotspot de biodiversidad (sobre todo coralígeno) coincidiendo con zonas de relieve más abrupto;
- la avifauna, que resultaría tanto más afectada cuánto más próximo de la costa y de las zonas de humedales se sitúe el parque eólico, con particular enfoque a la gaviota corsa, cuya zona de alimentación está considerada en un plan de protección;
- los cetáceos y las tortugas marinas, cuya probabilidad de interferencia es baja, al situarse el área de estudio fuera de la ZEPIM “Corredor de migración de cetáceos”, si bien queda relacionada con la superficie total ocupada por el proyecto, así como con la distancia a dicha ZEPIM.

Sobre los aspectos socio-económicos, se tienen que considerar en la zona las afecciones a:

- la pesca, dado que cualquier alternativa planteada en esta zona es susceptible de afectar de algún modo a varios caladeros de pesca distribuidos por las aguas territoriales españolas. Es particularmente importante evaluar la compatibilidad entre el parque eólico y las zonas de veda permanente, al tratarse de una potencial sinergia de usos. Asimismo, se tiene que evaluar la interacción del parque eólico con las zonas de mayor rendimiento económico de la pesca de arrastre identificadas por ICATMAR (2019).
- el tráfico marítimo, considerando la afección a las rutas principales que conectan Barcelona con otros puertos del Mediterráneo, especialmente con Francia. Asimismo, hay que tener en cuenta la presencia de puertos pesqueros importantes como los puertos de Roses, L’Escala, L’Estariu o Palamós;
- el paisaje, teniendo en cuenta que cuanto más alejado de la costa se instale el parque eólico, menor será la afección sobre el paisaje.

Las diferentes alternativas de parque eólico analizadas en los próximos capítulos se representan en la imagen siguiente.

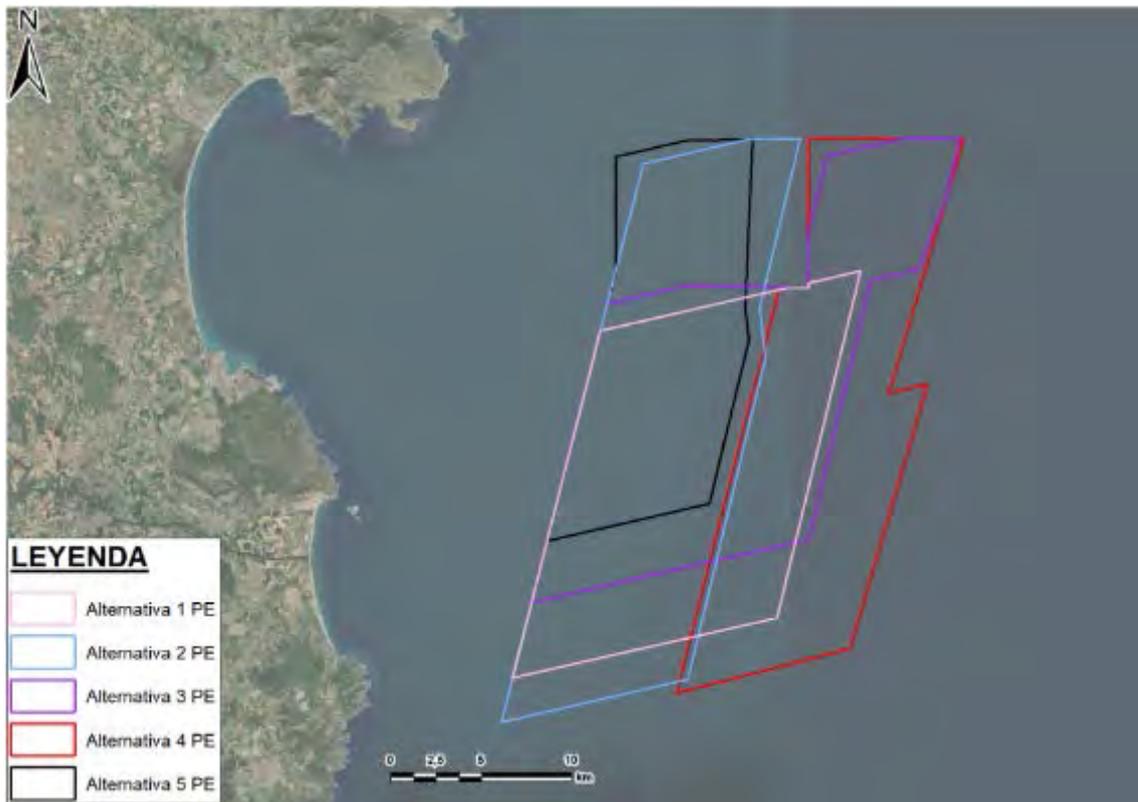


Figura 85. Áreas de ocupación de las alternativas del parque eólico marino.

7.2.1 Alternativa marina 1

Para la alternativa 1 se considera durante la primera fase la instalación de 36 aerogeneradores de 12 MW (6 circuitos de 6 aerogeneradores) en un área de aproximadamente 120 km² en la zona más al oeste. Durante la segunda fase del proyecto se estima la construcción de otros 48 aerogeneradores dispuestos en 6 circuitos de 6 aerogeneradores cada uno al este de la fase 1, más dos circuitos de 6 aerogeneradores localizados al norte del área de implantación, con una ocupación adicional de aproximadamente 145 km² de espacio marino.

En los siguientes párrafos se describen los principales aspectos ambientales del área ocupada por la alternativa 1.

Medio físico

- OCUPACIÓN ESPACIO MARINO: El área ocupada por el parque eólico sería de 262 km².
- BATIMETRÍA: La profundidad del fondo marino varía entre 125 y 350 m.
- PENDIENTES: Las pendientes son entre 0,9° y 3,1° en la mayoría del polígono. En la parte más oriental las pendientes son mayoritariamente entre 3,1 y 6,0° con pequeñas áreas en el norte de 6,0-9,1°.
- GEOMORFOLOGÍA: Zona no rocosa. Prevalen los fangos, seguidos por una amplia área a fangos arenosos en la zona noroeste. En esta zona se encuentra también una banda de sedimentos gruesos y/o mixtos y un área muy limitada de arenas en el límite norte. (sedimentos gruesos/mixtos = 8,26 km²; arenas = 1,94 km²; fangos arenosos = 78,2 km²; fangos = 174,9 km²).

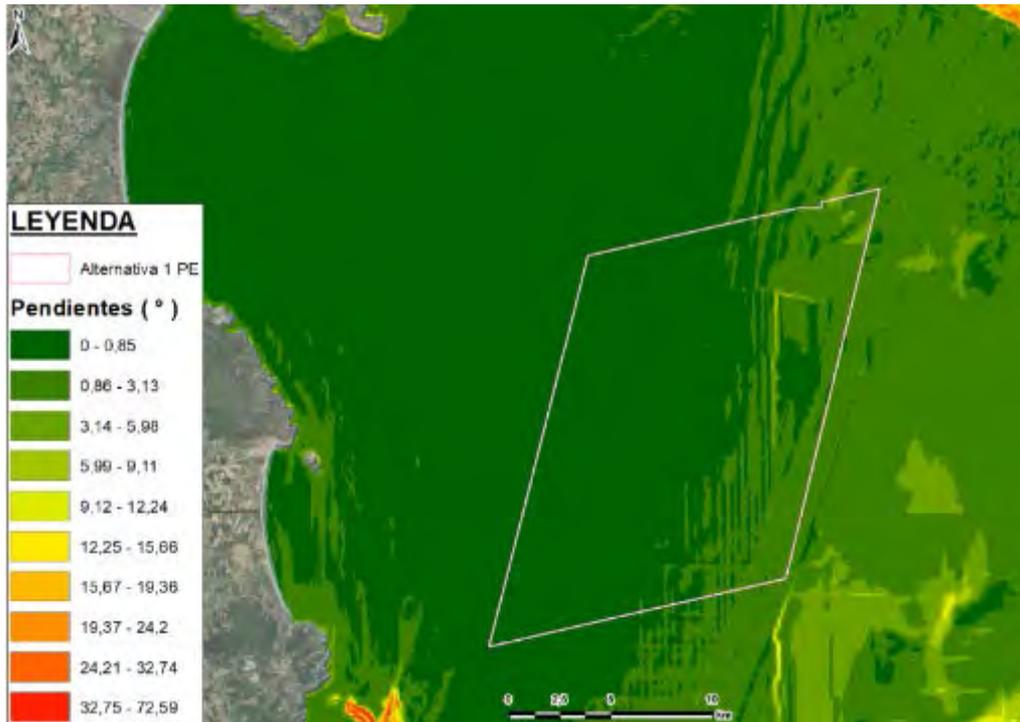


Figura 86. Condicionantes físicos para la alternativa 1 del parque eólico: distribución de pendientes.

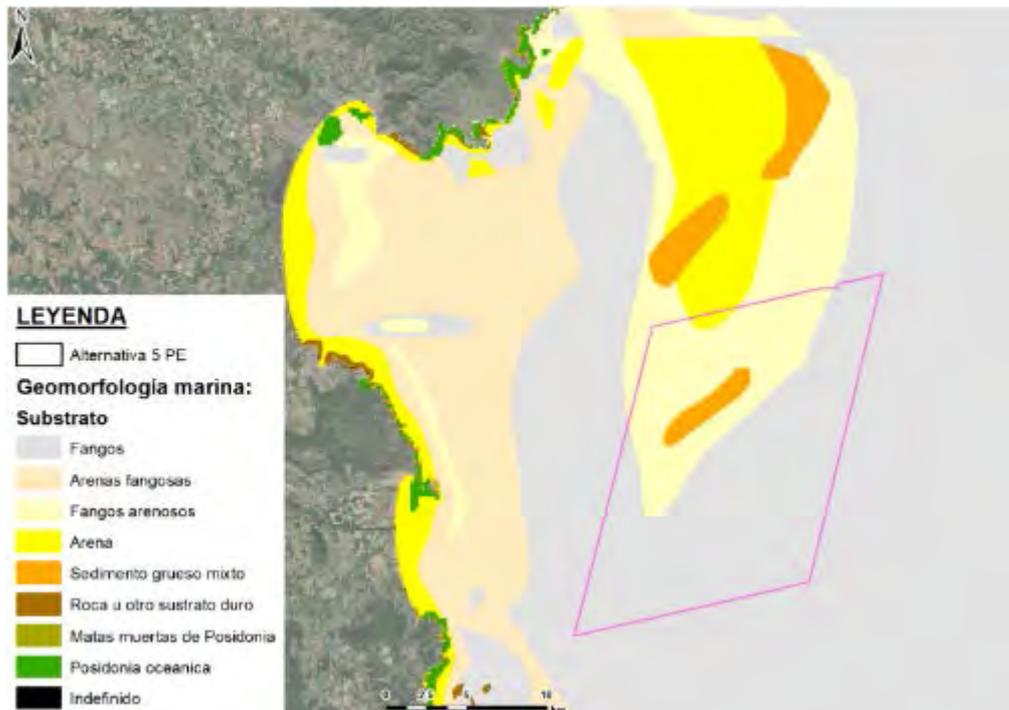


Figura 87. Condicionantes físicos para la alternativa 1 del parque eólico: geomorfología del fondo marino.

Medio biótico

- **COMUNIDADES BENTÓNICAS:** posibles comunidades de interés asociadas a sedimentos gruesos y/o mixtos.
- **AVIFAUNA:** Distancia mínima de costa de aproximadamente 7,8 km. Una parte del parque eólico (~176,9 km²) se encuentra dentro de la zona de alimentación de la gaviota corsa o gaviota de Audouin (Plan de Conservación de la *Larus audouinii*).
- **CETÁCEOS:** No hay interferencia con el corredor de migración de cetáceos que se encuentra a una distancia mínima de 7,2 km. Área total de ocupación de espacio marino: ~262 km².



Figura 88. Condicionantes bióticos para la alternativa 1 del parque eólico.

Medio socio-económico

- **PESCA:** Se cruzan 5 caladeros, ocupando un porcentaje específico de cada uno: A Fora (21,5%), El Darrer (51,9%), Montcal (49,5%), La Gamba (27,2%) y Pedrera (1,3%). Por tanto, dos de los caladeros se quedarían con aproximadamente la mitad del espacio invalidado, mientras para los otros la ocupación sería inferior al 30% y en un caso, mínima, afectando menos del 2% de la superficie del caladero. El área total de caladeros ocupada es 25,85 km². Se ocupa parcialmente un área de veda permanente (35,8 km²) correspondiente al área de interés pesquero de la merluza de Roses. La alternativa se queda fuera de las zonas de mayor rendimiento económico de la pesca de arrastre.
- **TRÁFICO MARITIMO:** La alternativa se queda en general fuera de las rutas principales entre Barcelona y otros puertos del Mediterráneo, a excepción de una ruta entre Francia y Barcelona, que cruza el área del parque durante 19,5 km. La distancia mínima desde la alternativa es de 21,7 km al puerto de Roses, 20,1 al puerto de L'Escala, 14,5 km al puerto de L'Estartit y 21,4 km al puerto de Palamós.

- PAISAJE: La distancia mínima es de 7,8 km desde la costa (distancia del parque eólico al Cap de Begur). La longitud de distribución de los aerogeneradores en la parte más occidental de la alternativa (es decir, el lado del área ocupada por el parque eólico que estaría más cerca de la costa y por tanto podría afectar el paisaje) es de 19,9 km.

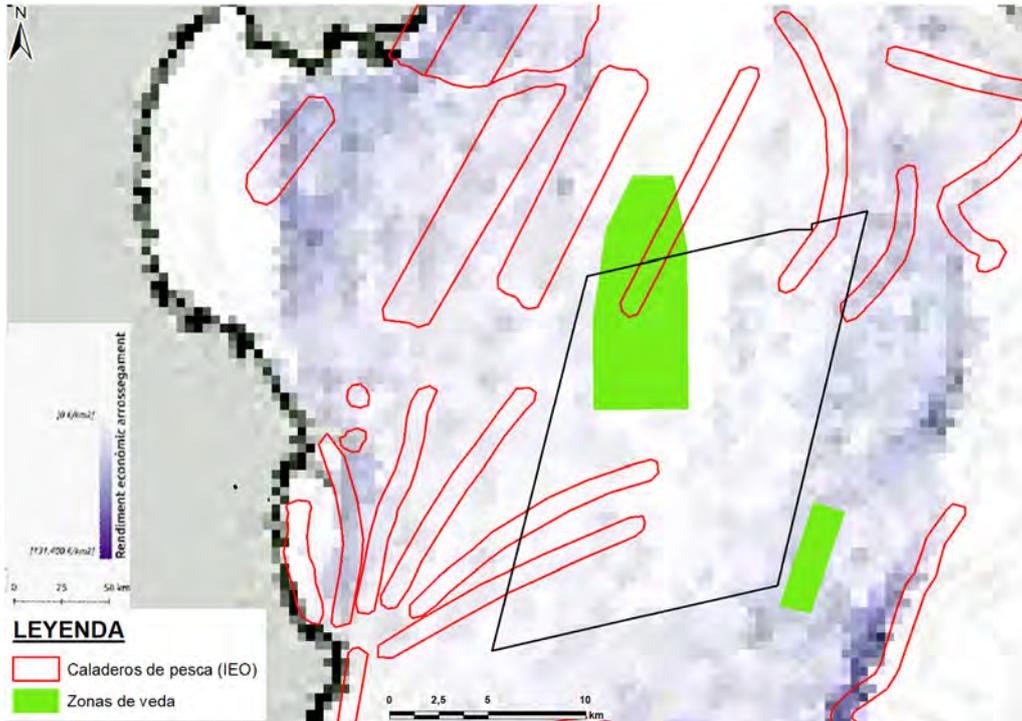


Figura 89. Condicionantes socio-económicos para la alternativa 1 del parque eólico: pesca.

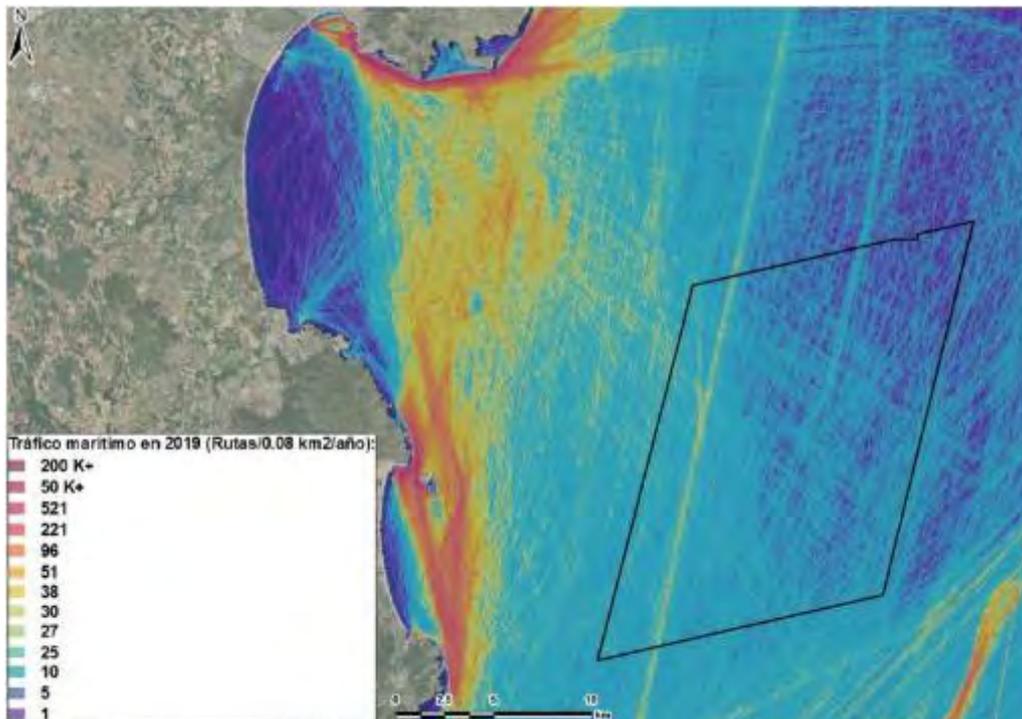


Figura 90. Condicionantes socio-económicos para la alternativa 1 del parque eólico: tráfico marítimo.

7.2.2 Alternativa marina 2

Para la alternativa 2 se considera durante la primera fase la instalación de 36 aerogeneradores de 12 MW (6 circuitos de 6 aerogeneradores) en un área de aproximadamente 117 km² en la zona más al norte. Durante la segunda fase del proyecto se estima la construcción de otros 48 aerogeneradores en 8 circuitos de 6 aerogeneradores cada uno, con una ocupación adicional de aproximadamente 167 km² de espacio marino.

El principal objetivo de esta variante con respecto a la anterior es maximizar el aprovechamiento del recurso eólico (que es mayor en el sector norte que en el sur), manteniendo la misma distancia a la costa e incrementando la distancia al corredor de cetáceos del Mediterráneo.

Esta alternativa ocuparía una zona designada como zona de exclusión en la zonificación del litoral realizada en el Estudio Estratégico del Litoral Español para la Instalación de Parques Eólicos Marinos”, del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2009). De acuerdo con el borrador definitivo del POEM de la demarcación levantino-balear, este documento se quedará en breve obsoleto. Consecuentemente, considerando que esta zona indicada previamente como zona de exclusión se encuentra en realidad fuera de espacios naturales protegidos, se considera en el presente documento la posibilidad de desarrollar el proyecto del parque eólico en ella.

En los siguientes párrafos se describen los principales aspectos ambientales del área ocupada por la alternativa 2.

Medio físico

- OCUPACIÓN ESPACIO MARINO: El área ocupada por el parque eólico sería de 282 km².
- BATIMETRIA: La profundidad del fondo marino varía entre 120 y 225 m.
- PENDIENTES: Las pendientes son inferiores a 3,1° en la mayoría del área ocupada por el proyecto y entre 3,1° y 6,0° en algunas zonas limitadas en la parte más oriental.
- GEOMORFOLOGÍA: Zona no rocosa. En la mitad norte del área ocupada por el parque eólico prevalecen fangos arenosos, seguidas por arenas. Se encuentran también bandas de sedimentos gruesos/mixtos. En la mitad sur del área de ocupación del proyecto prevalecen los fangos. (sedimentos gruesos/mixtos = 20,1 km²; arenas = 30,1 km²; fangos arenosos = 101,0 km²; fangos = 123,8 km²).

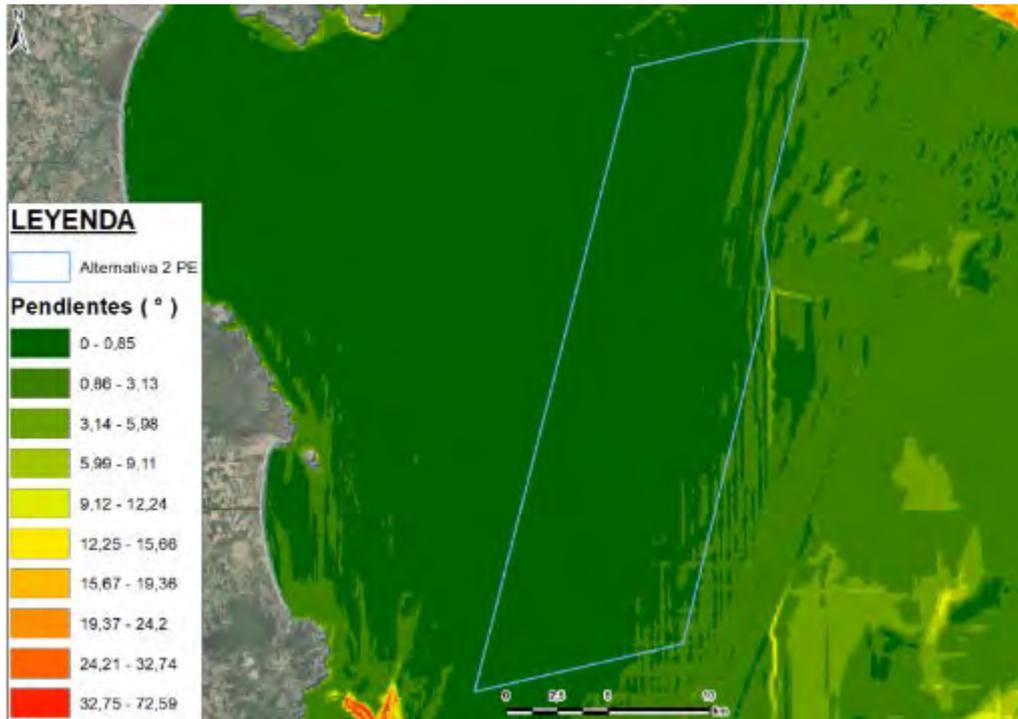


Figura 91. Condicionantes físicos para la alternativa 2 del parque eólico: distribución de pendientes.

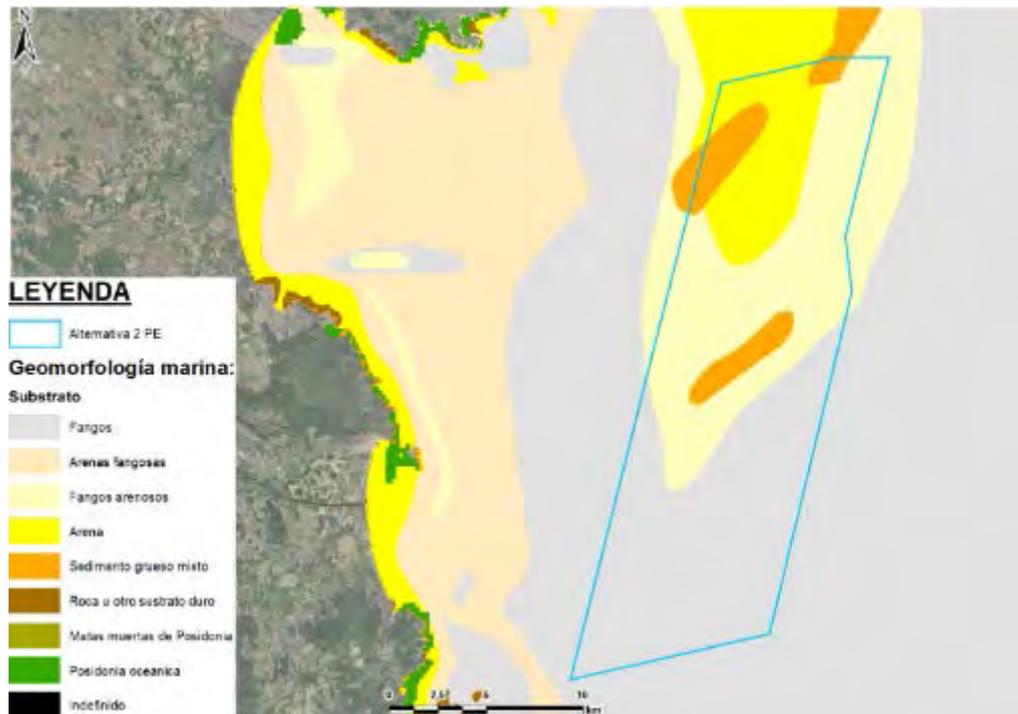


Figura 92. Condicionantes físicos para la alternativa 2 del parque eólico: geomorfología del fondo marino.

Medio biótico

- **COMUNIDADES BENTÓNICAS:** posibles comunidades de interés asociadas a sedimentos gruesos y/o mixtos.
- **AVIFAUNA:** Distancia mínima de costa de aproximadamente 7,3 km. Casi todo el parque eólico (~272,5 km²) se encuentra dentro de la zona designada en el Plan de Conservación de la *Larus audouinii* como área de alimentación de dicha especie.
- **CETÁCEOS:** No hay interferencia con el corredor de migración de cetáceos que se encuentra a una distancia mínima de 10,5 km. Área total de ocupación de dominio marino: ~282 km².



Figura 93. Condicionantes bióticos para la alternativa 2 del parque eólico.

Medio socio-económico

- **PESCA:** Se cruzan 4 caladeros, ocupando un porcentaje específico de cada uno: A Fora (99,5%), El Rader (2,2%), El Darrer (51,9%) y Montcal (49,5%). Por tanto, uno de los caladeros se quedaría totalmente invalidado, dos se quedarían con aproximadamente la mitad del espacio invalidado, y el último tendría una afectación mínima. El área total de caladeros ocupada es de 30,80 km². Se ocupa también un área de veda permanente (51,3 km²) correspondiente al área de interés pesquero de la merluza de Roses. La alternativa se queda fuera de las zonas de mayor rendimiento económico de la pesca de arrastre.
- **TRÁFICO MARITIMO:** La alternativa se queda en general fuera de las rutas principales entre Barcelona y otros puertos del Mediterráneo, a excepción de una ruta entre Francia y Barcelona, que cruza el área del parque durante 31,5 km. La distancia mínima desde la alternativa es de 20,0 km al puerto de Roses, 24,5 km al puerto de L'Escala, 15,9 km al puerto de L'Estartit y 19,5 km al puerto de Palamós.

- PAISAJE: Distancia mínima de 7,3 km desde la costa (distancia al Cap de Begur). La longitud de distribución de los aerogeneradores en la parte más occidental de la alternativa (es decir el lado del área ocupada por el parque eólico que estaría más cerca de la costa y por tanto podría afectar el paisaje) es de 32 km.



Figura 94. Condicionantes socio-económicos para la alternativa 2 del parque eólico: pesca.

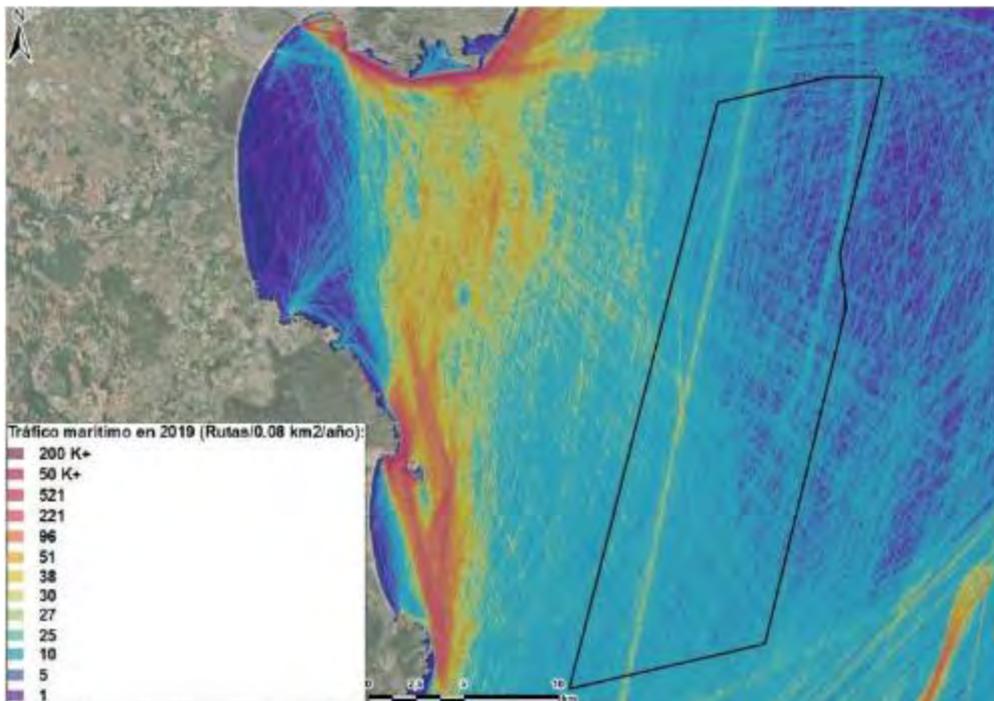


Figura 95. Condicionantes socio-económicos para la alternativa 2 del parque eólico: tráfico marítimo.

7.2.3 Alternativa marina 3

Para la alternativa 3 se considera durante la primera fase la instalación de 36 aerogeneradores de 12 MW (6 circuitos de 6 aerogeneradores) en un área de aproximadamente 119 km² en la zona más al oeste. Durante la segunda fase del proyecto se estima la construcción de otros 48 aerogeneradores dispuestos en 8 circuitos de 6 aerogeneradores cada uno, con una ocupación total de aproximadamente 175 km² de espacio marino.

El objetivo principal de esta alternativa con respecto a las anteriores es maximizar nuevamente el aprovechamiento del recurso eólico, si bien manteniendo como área de exclusión la contemplada en la zonificación marítima de 2009.

En los siguientes párrafos se describen los principales aspectos ambientales del área ocupada por la alternativa 3.

Medio físico

- OCUPACIÓN ESPACIO MARINO: El área ocupada por el parque eólico sería de 294 km².
- BATIMETRIA: La profundidad del fondo marino varía entre 125 y 468 m.
- PENDIENTES: Las pendientes son entre 0,9° y 3,1° en toda la zona más occidental. En la parte más oriental las pendientes son mayoritariamente 3,1° y 6,0°, con pequeñas áreas de 6,0-9,1°.
- GEOMORFOLOGÍA: Zona no rocosa. En la parte occidental prevalen los fangos arenosos, con una banda a sedimentos gruesos/mixtos en la parte central, una pequeña zona a arenas en el límite norte y un área extensas de fangos en el sur. En la parte oriental de la zona de ocupación del parque eólico prevalen los fangos. (sedimentos gruesos/mixtos = 8,3 km²; arenas = 7,0 km²; fangos arenosos = 86,2 km²; fangos = 176,0 km²).

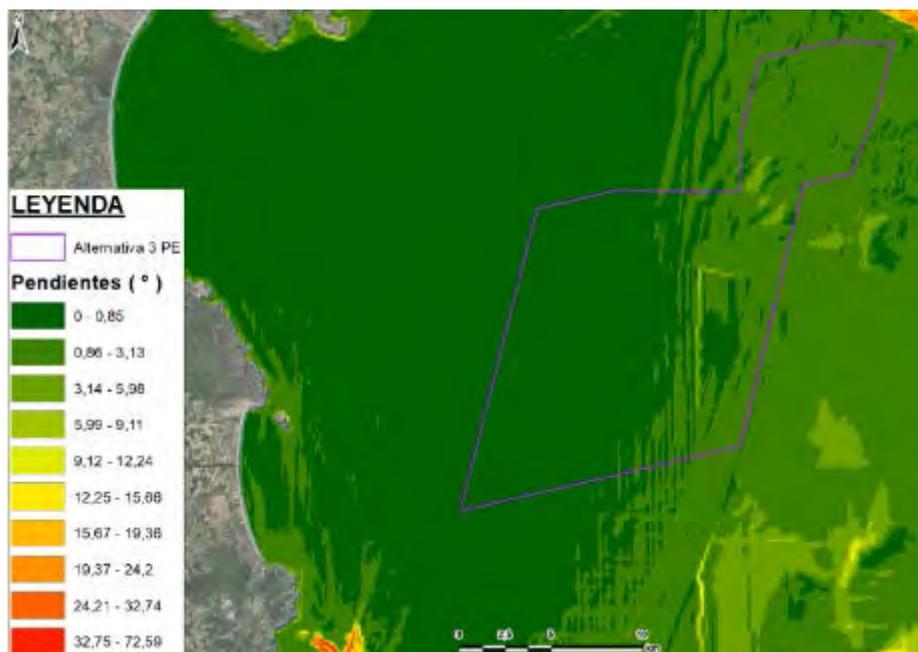


Figura 96. Condicionantes físicos para la alternativa 3 del parque eólico: distribución de pendientes.

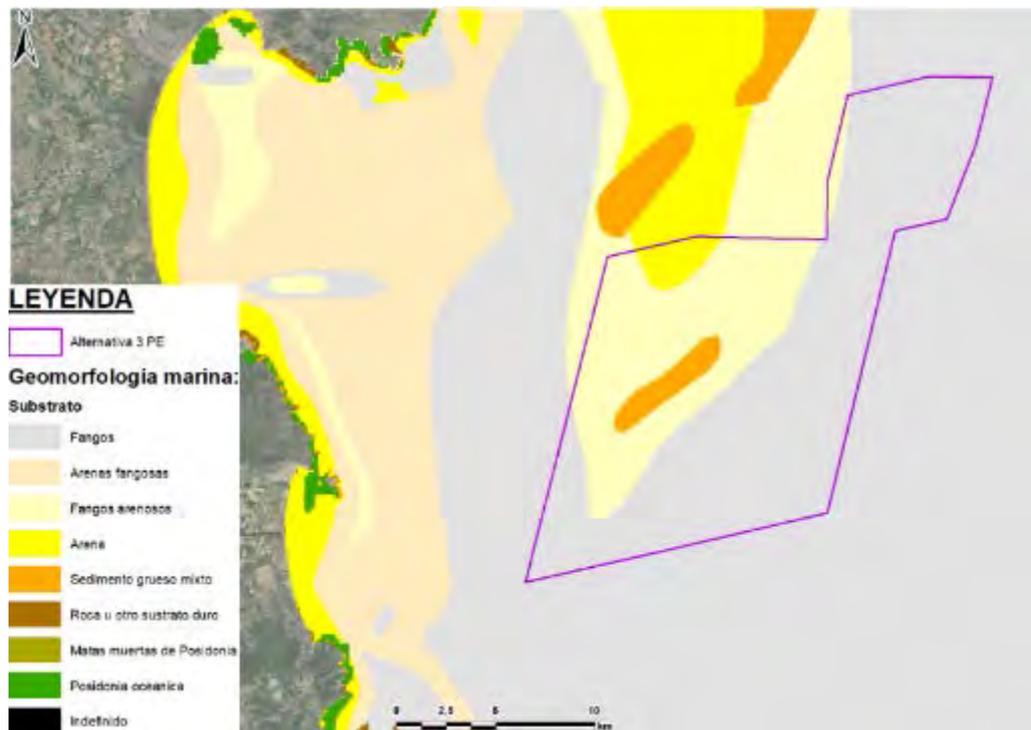


Figura 97. Condicionantes físicos para la alternativa 3 del parque eólico: geomorfología del fondo marino.

Medio biótico

- **COMUNIDADES BENTÓNICAS:** posibles comunidades de interés asociadas a sedimentos gruesos y/o mixtos.
- **AVIFAUNA:** Distancia mínima de costa de aproximadamente 11,8 km. Una parte del parque eólico (~149,5 km²) se encuentra dentro de la zona designada en el Plan de Conservación de la *Larus audouinii* como área de alimentación de dicha especie.
- **CETÁCEOS:** No hay interferencia con el corredor de migración de cetáceos que se encuentra a una distancia mínima de 1,6 km. Área total de ocupación de dominio marino: ~ 294 km².



Figura 98. Condicionantes bióticos para la alternativa 3 del parque eólico.

Medio socio-económico

- PESCA: Se cruzan 6 caladeros, ocupando un porcentaje específico de cada uno: A Fora (34,1%), El Darrer (51,9%), Montcal (30,6%), La Gamba (66,6%), Pedrera (42,2%) y La Creu (9,9%). Por tanto, todos los seis caladeros se verían parcialmente afectados, pero ninguno de ellos quedaría totalmente invalidado. El Área total de caladeros ocupada es de 33,87 km². Se ocupa parcialmente un área de veda permanente (41,7 km²) correspondiente al área de interés pesquero de la merluza de Roses. La zona más oriental de la alternativa afectaría potencialmente un área de rendimiento económico medio de la pesca de arrastre.
- TRÁFICO MARITIMO: La alternativa se queda en general fuera de las rutas principales entre Barcelona y otros puertos del Mediterráneo, a excepción de una ruta entre Francia y Barcelona, que cruza el área del parque durante 16,8 km. La distancia mínima desde la alternativa es de 21,1 km al puerto de Roses, 20,7 km al puerto de L'Escala, 12,9 km al puerto de L'Estartit y 25,0 km al puerto de Palamós.
- PAISAJE: Distancia mínima de 11,8 km desde la costa (distancia a la bahía de Pals). La longitud de distribución de los aerogeneradores en la parte más occidental de la alternativa (es decir el lado del área ocupada por el parque eólico que estaría más cerca de la costa y por tanto podría afectar el paisaje) es de 17 km.

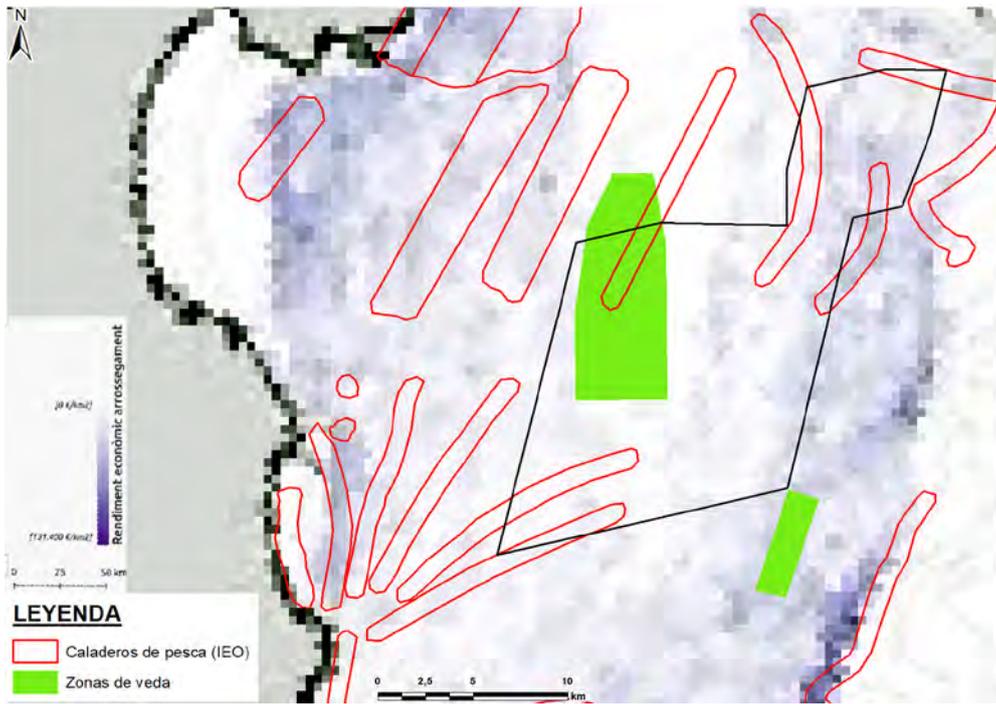


Figura 99. Condicionantes socio-económicos para la alternativa 3 del parque eólico: pesca.

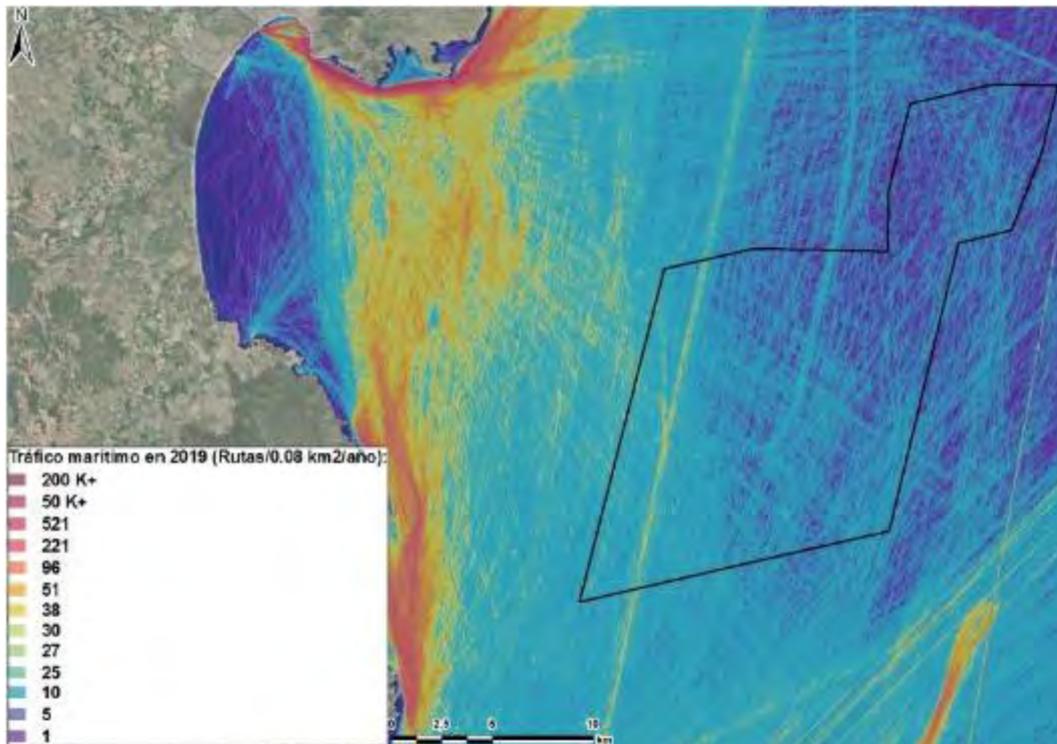


Figura 100. Condicionantes socio-económicos para la alternativa 3 del parque eólico: tráfico marítimo.

7.2.4 Alternativa marina 4

Para la alternativa 4 se considera durante la primera fase la instalación de 36 aerogeneradores de 12 MW (6 circuitos de 6 aerogeneradores) en un área de aproximadamente 114 km² en la zona más al norte. Durante la segunda fase del proyecto se estima la construcción de otros 48 aerogeneradores dispuestos en 8 circuitos de 6 aerogeneradores cada uno, con una ocupación total de aproximadamente 134 km² de espacio marino.

Esta alternativa responde fundamentalmente al objetivo de situar el parque eólico fuera del área designada como de alimentación para la gaviota corsa en el Plan de Conservación de esta especie publicado en 2004.

En los siguientes párrafos se describen los principales aspectos ambientales del área ocupada por la alternativa 4.

Medio físico

- **OCUPACIÓN ESPACIO MARINO:** El área ocupada por el parque eólico sería de 248 km².
- **BATIMETRIA:** La profundidad del fondo marino varía entre 195 y 640 m.
- **PENDIENTES:** Las pendientes son entre 3,1° y 6,0° en la mayoría del área ocupada por el proyecto. En algunas zonas de la parte norte y sureste las pendientes son mayores, entre 6,0 y 9,1°, mientras que en la parte más occidental hay algunas áreas a pendientes inferiores a 3,1°.
- **GEOMORFOLOGÍA:** Zona no rocosa. El fondo marino está ocupado casi enteramente por fangos. En la zona noroeste hay una banda limitada de fangos arenosos. (fangos arenosos = 10,8 km²; fangos = 237,3 km²).

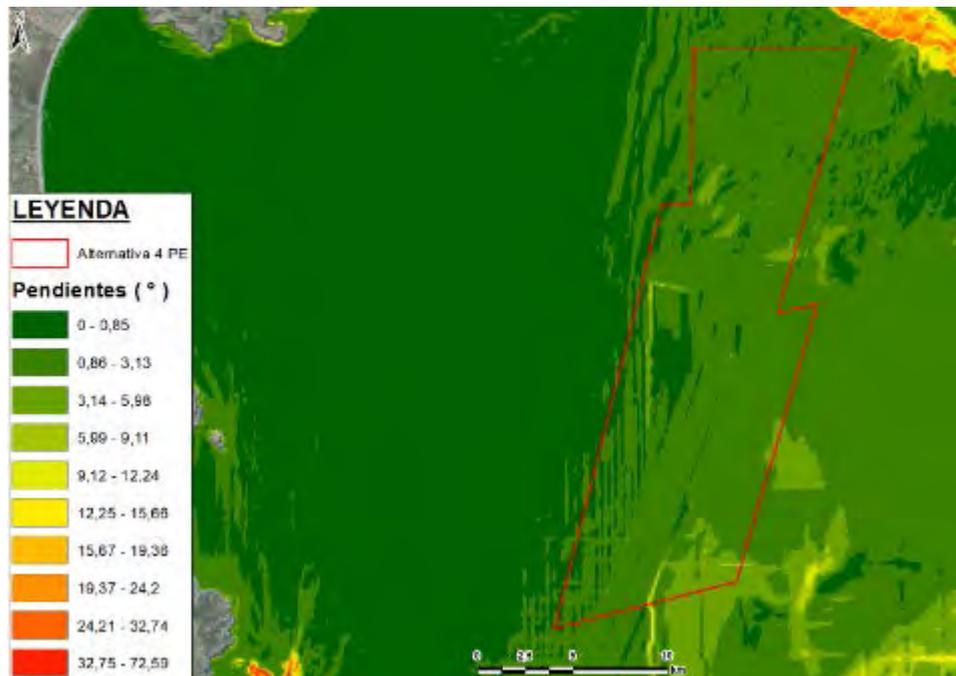


Figura 101. Condicionantes físicos para la alternativa 4 del parque eólico: distribución de pendientes.

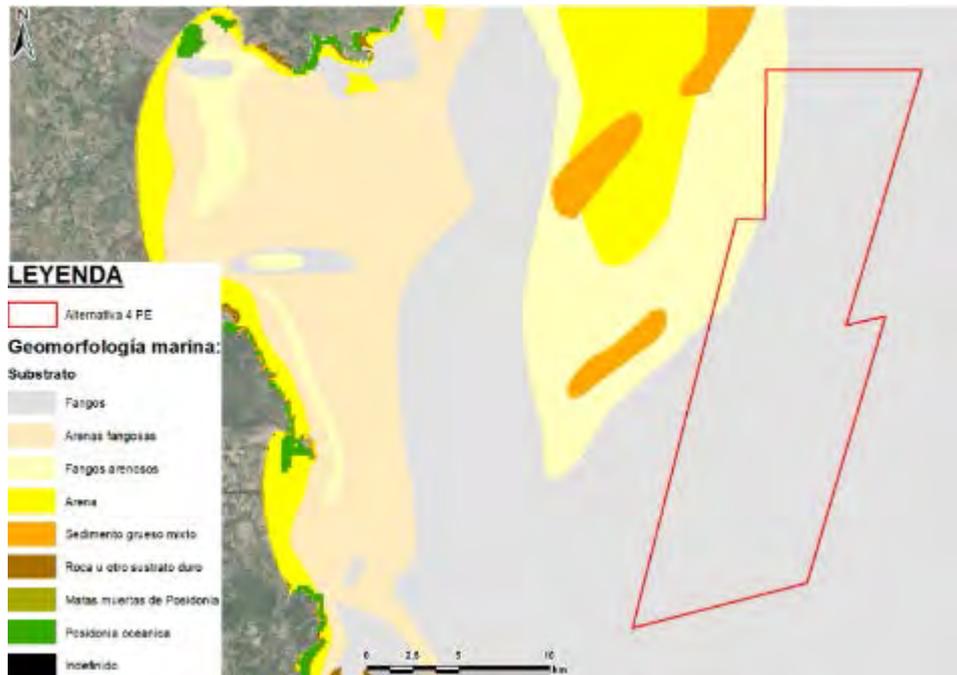


Figura 102. Condicionantes físicos para la alternativa 4 del parque eólico: geomorfología del fondo marino.

Medio biótico

- **COMUNIDADES BENTÓNICAS:** posibles comunidades de interés asociadas a sedimentos gruesos y/o mixtos.
- **AVIFAUNA:** Distancia mínima de costa de aproximadamente 17,0 km. El parque eólico se encuentra casi totalmente fuera de la zona de alimentación de la gaviota de Audouin, ocupando solo 0,8 km² (Plan de Conservación de la *Larus audouinii*).
- **CETÁCEOS:** No hay interferencia con el corredor de migración de cetáceos que se encuentra a una distancia mínima de 1,6 km. Área total de ocupación de dominio marino: ~ 248 km².



Figura 103. Condicionantes bióticos para la alternativa 4 del parque eólico.

Medio socio-económico

- **PESCA:** Se cruzan 3 caladeros, ocupando un porcentaje específico de cada uno: La Gamba (77,2%), Pedrera (100%) y La Creu (10,8%). Por tanto, uno de los caladeros se quedaría totalmente invalidado, otro se quedaría con más del 75% del espacio invalidado, y el último tendría una afectación mínima. El área total de caladeros ocupada es 23,45 km². Se ocupa un área de veda permanente (9,1 km²) correspondiente al área de interés pesquero Rosas-Palamós, cuya especie objetivo es la cigala (*Nephrops norvegicus*). La alternativa afectaría potencialmente un área de rendimiento económico medio-alto de la pesca de arrastre, en particular si se considera la parte oriental del parque. El extremo sureste del parque eólico estaría muy próximo a una zona de rendimiento económico muy alto de la pesca de arrastre.
- **TRÁFICO MARITIMO:** La alternativa se queda en general fuera de las rutas principales entre Barcelona y otros puertos del Mediterráneo, a excepción de la esquina derecha del área de ocupación del parque eólico, donde pasa una ruta entre Francia y Barcelona, que cruza el área del parque durante 4,1 km. La parte meridional del parque eólico quedaría próxima a una de las rutas pesqueras de Palomos, sin afectarla directamente. La distancia mínima desde la alternativa es de 29,2 km al puerto de Roses, 30,2 km al puerto de L'Escala, 22,3 km al puerto de L'Estartit y 28,7 km al puerto de Palamós.
- **PAISAJE:** Distancia mínima de 17,0 km desde la costa (distancia al Cap de Begur). La longitud de distribución de los aerogeneradores en la parte más occidental de la alternativa (es decir el lado del área ocupada por el parque eólico que estaría más cerca de la costa y por tanto podría afectar el paisaje) es de 32 km.

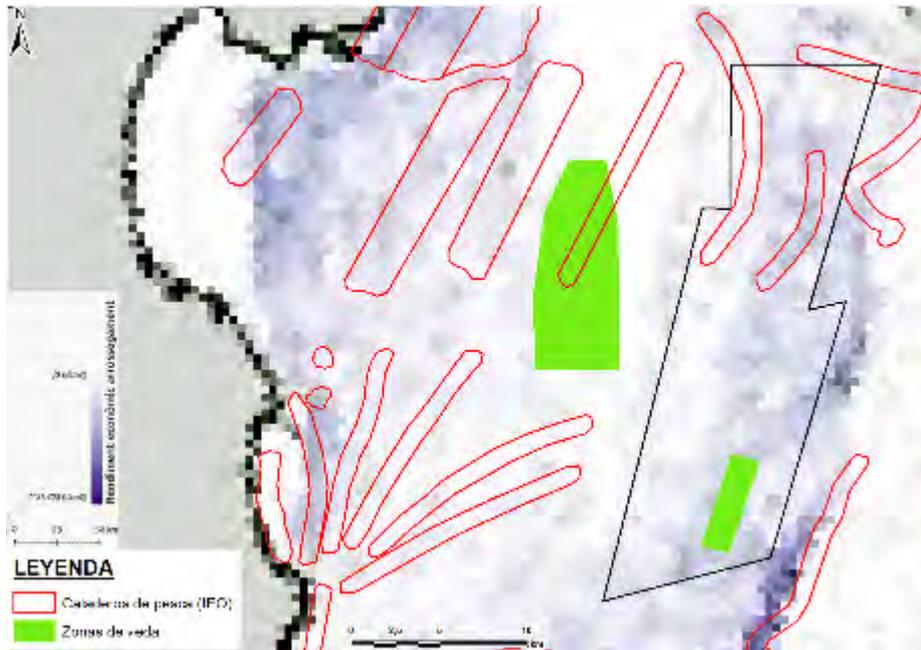


Figura 104. Condicionantes socio-económicos para la alternativa 4 del parque eólico: pesca.

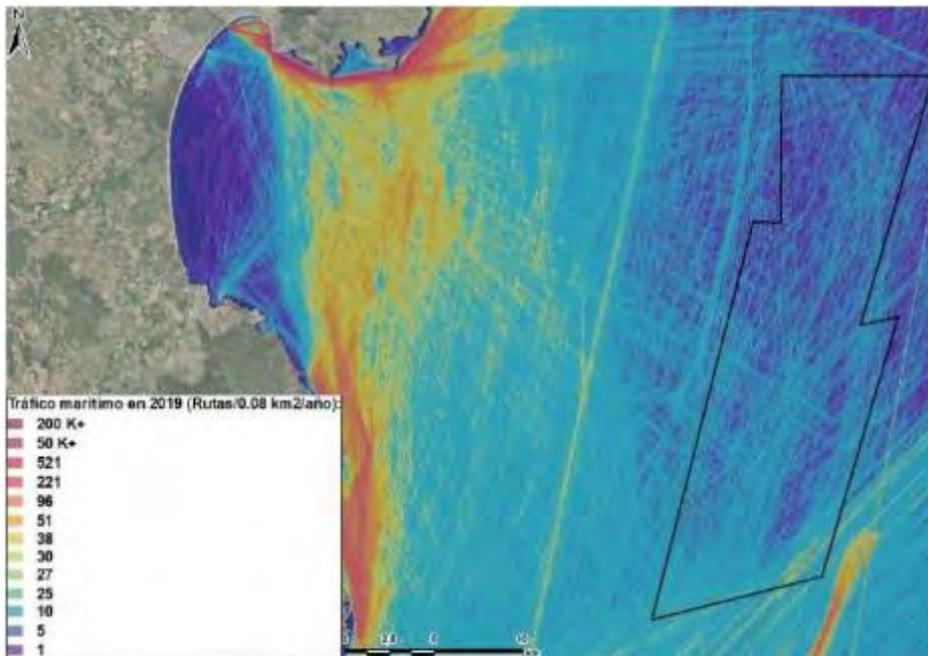


Figura 105. Condicionantes socio-económicos para la alternativa 4 del parque eólico: tráfico marítimo.

7.2.5 Alternativa marina 5

Para la alternativa 5 se considera durante la primera fase la instalación de 30 aerogeneradores de 15 MW (6 circuitos de 5 aerogeneradores) en un área de aproximadamente 75 km² en la zona situada más al norte. Durante la segunda fase del proyecto se estima la construcción de otros 35 aerogeneradores dispuestos en 7 circuitos de 5 aerogeneradores cada uno, con una ocupación adicional de aproximadamente 85 km² de dominio marino. El espacio marino ocupado por este parque en su totalidad no excedería los 160 km².

El objetivo de esta última alternativa es minimizar la ocupación de superficie marina por del parque eólico, reduciendo el número y la distancia entre aerogeneradores a instalar, incrementando a cambio la capacidad unitaria, así como ubicar dicho parque de manera que tenga la mayor coincidencia espacial posible con las áreas de veda permanente designadas en la zona.

En los siguientes párrafos se describen los principales aspectos ambientales del área ocupada por la alternativa 5.

Medio físico

- OCUPACIÓN ESPACIO MARINO: El área ocupada por el parque eólico sería de 159 km².
- BATIMETRIA: La profundidad del fondo marino varía entre 119 y 182 m.
- PENDIENTES: Las pendientes son entre 0° y 0,85° en la mayoría del área ocupada por el proyecto. En la parte más oriental las pendientes son un poco mayores, mayoritariamente entre 0,86 y 3,1°.
- GEOMORFOLOGÍA: Zona no rocosa. El fondo marino está ocupado casi prevalentemente por fangos arenosos, seguidos por una amplia área de arenas en la zona norte. Asimismo, hay unas bandas de sedimentos gruesos y/o mixtos y un área limitada de fangos a sur (sedimentos gruesos/mixtos = 20,6 km²; arenas = 43,8 km²; fangos arenosos = 81,1 km²; fangos = 20,8 km²).

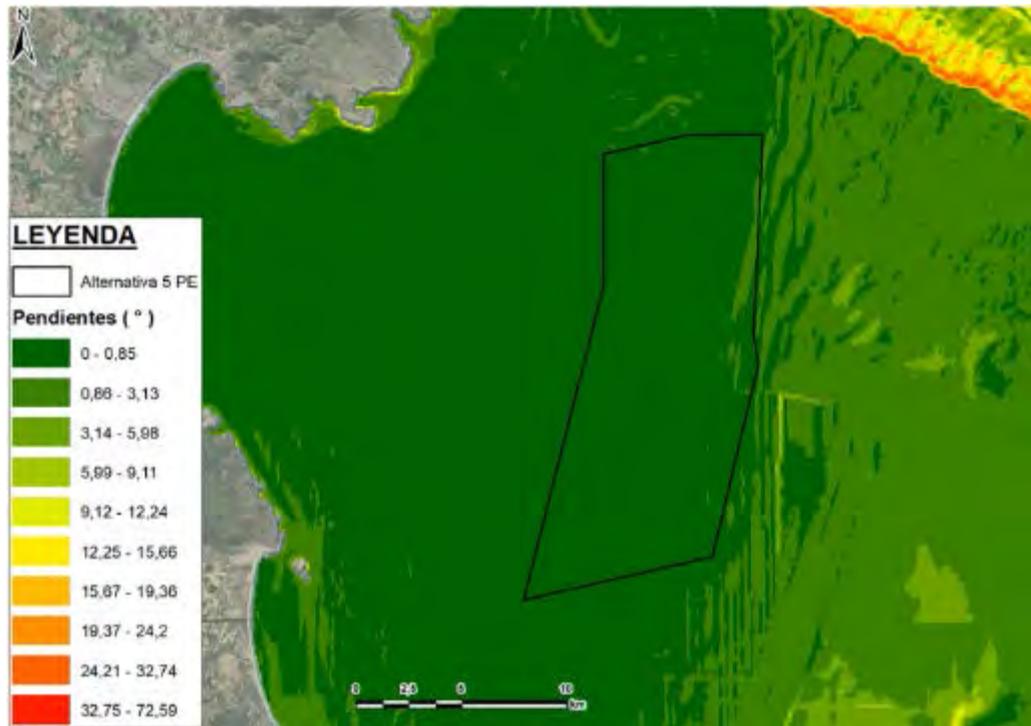


Figura 106. Condicionantes físicos para la alternativa 5 del parque eólico: distribución de pendientes.

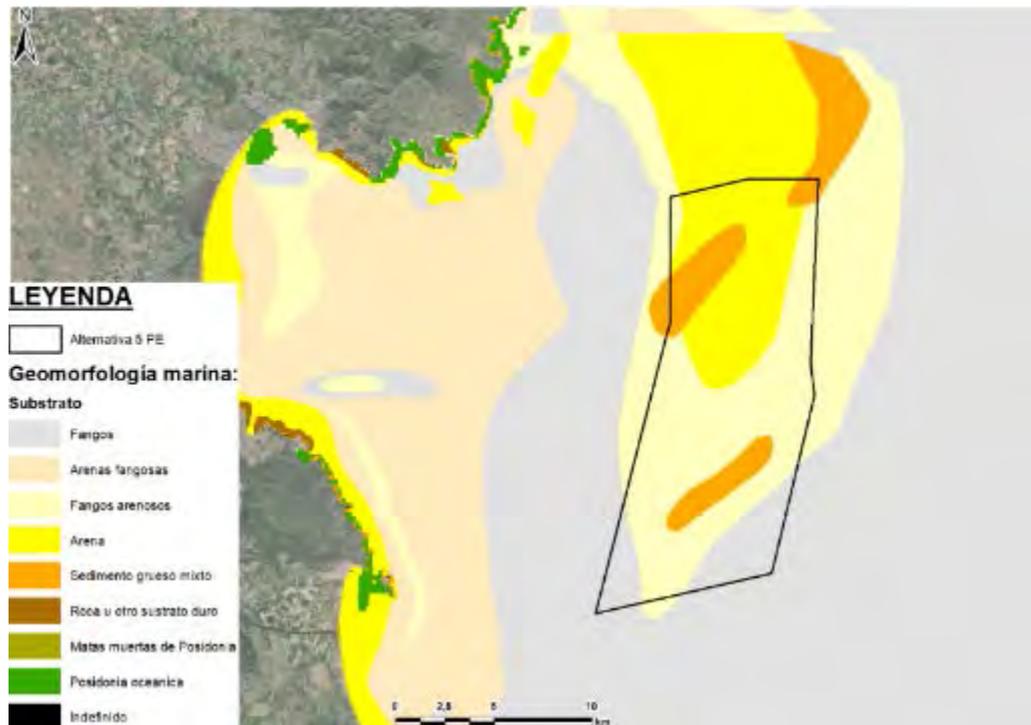


Figura 107. Condicionantes físicos para la alternativa 5 del parque eólico: geomorfología del fondo marino.

Medio biótico

- **COMUNIDADES BENTÓNICAS:** posibles comunidades de interés asociadas a sedimentos gruesos y/o mixtos.
- **AVIFAUNA:** Distancia mínima de costa de aproximadamente 10,2 km. El parque eólico se encuentra enteramente dentro de la zona designada en el Plan de Conservación de la *Larus audouinii* como área de alimentación de dicha especie.
- **CETÁCEOS:** No hay interferencia con el corredor de migración de cetáceos que se encuentra a una distancia mínima de 13,1 km. Área total de ocupación de dominio marino: ~ 159 km².



Figura 108. Condicionantes bióticos para la alternativa 5 del parque eólico.

Medio socio-económico

- **PESCA:** Se cruzan 3 caladeros, ocupando un porcentaje específico de cada uno: A Fora (97,3%), El Darrer (18,5%) y El Rader (17,3%). Por tanto, uno de los caladeros se quedaría totalmente invalidado, mientras los otros dos tendrían una afectación baja. El área total de caladeros ocupada es de 23,0 km². Se ocupa un área de veda permanente (51,3 km²) correspondiente al área de interés pesquero de la merluza de Roses. La alternativa se queda fuera de las zonas de mayor rendimiento económico de la pesca de arrastre.
- **TRÁFICO MARITIMO:** La alternativa se queda en general fuera de las rutas principales entre Barcelona y otros puertos del Mediterráneo, a excepción de una ruta entre Francia y Barcelona, que cruza el área del parque durante 21,9 km. La distancia mínima desde la alternativa es de 18,4 km al puerto de Roses, 19,6 km al puerto de L'Escala, 12,5 km al puerto de L'Estartit y 28,1 km al puerto de Palamós.

- PAISAJE: Distancia mínima de 10,2 km desde la costa (distancia al Cap de Creus). La longitud de distribución de los aerogeneradores en la parte más occidental de la alternativa (es decir el lado del área ocupada por el parque eólico que estaría más cerca de la costa y por tanto podría afectar el paisaje) es de 22 km.

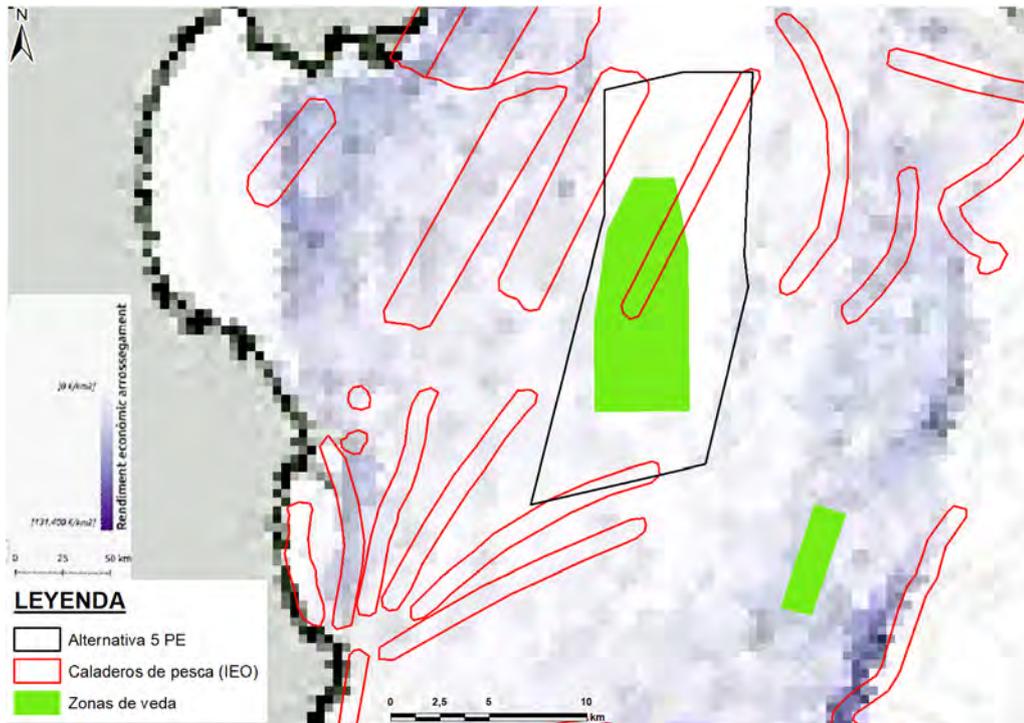


Figura 109. Condicionantes socio-económicos para la alternativa 5 del parque eólico: pesca.

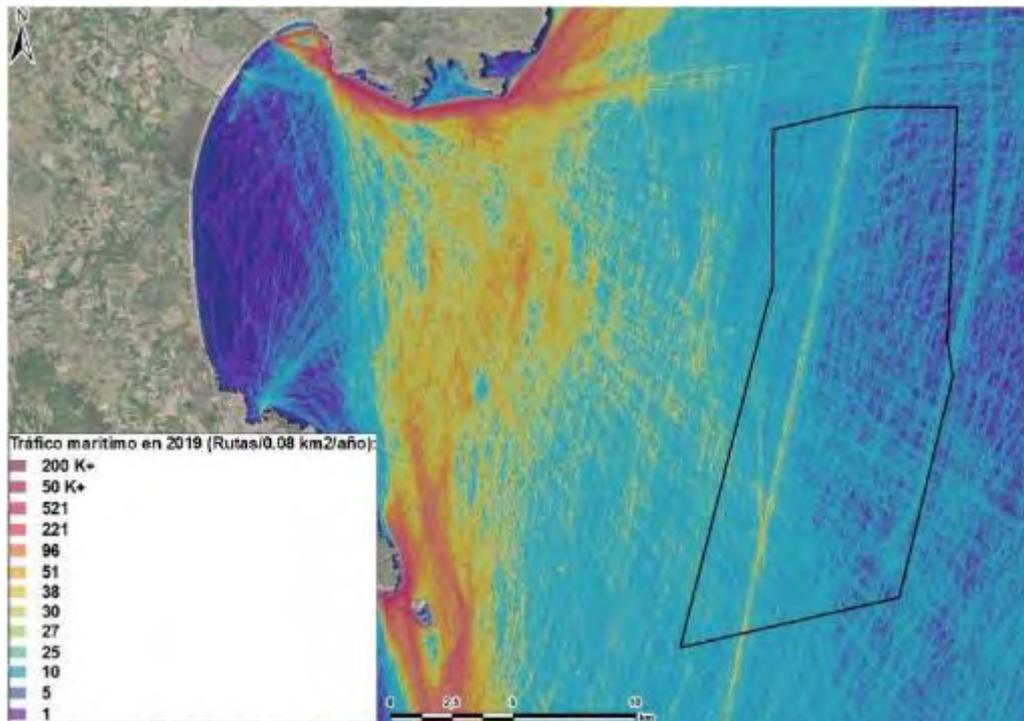


Figura 110. Condicionantes socio-económicos para la alternativa 5 del parque eólico: tráfico marítimo.

7.2.6 Comparación entre las alternativas para el parque eólico marino

En la tabla siguiente se comparan los condicionantes ambientales de cada alternativa de parque eólico marino propuesta en este documento.

Comparando los valores de las alternativas, a cada uno de las alternativas se asigna un color verde, amarillo o naranja a según si el condicionante sea más favorable, mediamente favorable o menos favorable.

En el caso de la geomorfología del fondo marino, se considera como factor más importante la extensión de áreas de sedimentos gruesos o mixtos que pueden estar asociados a una mayor biodiversidad.

Condiciones		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5	
Medio físico	Ocupación espacio marino	Área parque eólico (km ²)	262	282	294	248	159
	Batimetría	Rango (m)	125-340	125-225	125-465	195-645	119-182
	Pendientes	Área 0-0,9° (km ²)	193,9	260,8	165,8	27,9	162,5
		Área 0,9-3,1° (km ²)	66,1	22,2	107,6	204,8	3,8
		Área 3,1-6,0° (km ²)	2,9	/	3,8	14,5	/
		Área 6,0-9,1° (km ²)	0,4	/	0,4	0,8	/
		Área 9,1-12,2° (km ²)	/	/	/	0,06	/
	Geomorfología	G (km ²)	8,26	20,1	8,3	/	20,6
		A (km ²)	1,96	30,1	7,0	/	43,8
		AF (km ²)	/	/	/	/	/
FA (km ²)		78,2	101,1	86,2	10,8	81,1	
F (km ²)		174,9	123,8	176,0	237,3	20,8	
Medio biótico	Comunidades Bentónicas	Áreas sedimentos gruesos (km ²)	8,26	20,1	8,3	/	20,6
	Avifauna	Distancia mínima costa (km)	7,8	7,3	11,8	17,0	10,2
		Plan gaviota corsa (km ²) (((km ²)8km ²)	176,9	272,5	149,5	0,8	166,3
	Cetáceos	Área ocupación proyecto (km ²)	262	282	294	248	159
		Distancia mínima del corredor de cetáceos (km)	7,2	10,5	1,6	1,6	13,1
Medio socio-económico	Pesca	Ocupación de Caladeros (km ²)	25,85	30,80	33,87	23,45	23
		Caladeros totalmente invalidados	0	1	0	1	1
		Zonas de veda (km ²)	35,8	51,3	41,7	9,1	51,3
		Afección a zonas rendimiento económico pesca de arrastre	no	no	+	++	no
	Tráfico marítimo	Afección a rutas principales Barcelona-Francia (km)	19,5	31,5	16,8	4,1	21,9
	Paisaje	Distancia mínima costa (km)	7,8	7,3	11,8	17,0	10,2
		Longitud de afección a paisaje (km)	19,9	32,0	17,1	31,7	21,7

En los apartados siguientes se evalúan los aspectos más y menos favorables de cada alternativa de parque eólico.

En la alternativa 1, los aspectos más favorables incluyen la minimización de la afección a la pesca, dado que no se afectaría completamente ningún caladero de pesca ni la zona de alto rendimiento económico indicada por ICATMAR según los datos de 2017. Asimismo, el área total de caladeros afectados sería inferior respecto a otras alternativas. El aspecto más desfavorable de esta alternativa sería la distancia mínima a la costa, quedando el parque eólico a una distancia de 7,8 km respecto al Cap de Begur. Este condicionante es importante, por un lado, por la posible afección a la avifauna, que es tendencialmente mayor cuanto más próxima es la costa, y por el otro, por la posible afección al paisaje, dado que los aerogeneradores pueden quedar o no visibles desde la costa según la distancia. En la afección al paisaje hay que considerar también la ocupación máxima lineal paralela a costa de los aerogeneradores. En el caso de la alternativa 1, esta longitud sería menor que en otras alternativas.

Como en la alternativa 1, en el caso de la alternativa 2, uno de los aspectos más favorables es la minimización de la afección a la pesca. Por un lado, no se verían afectadas zonas de alto rendimiento económico de la pesca de arrastre, y por otro se ocuparía completamente la zona de veda de la merluza de Roses, que ya representa una zona de exclusión permanente para los pescadores. Sin embargo, a diferencia de la alternativa 1, la alternativa 2 ocuparía completamente uno de los caladeros de pesca existentes. Respecto a los aspectos menos favorables, en primer lugar, hay que destacar la posible afección al paisaje, teniendo en cuenta que esta opción de parque eólico sería, entre todas, la que tendría una distancia mínima a la costa menor, así como un mayor impacto visual debido a la mayor longitud del parque en su dimensión paralela a costa. En segundo lugar, la afección al tráfico marítimo sería mayor respecto a las otras alternativas, dado que el parque eólico ocuparía un tramo significativo de una de las rutas principales entre Barcelona y Francia. Asimismo, la afección a la fauna podría ser mayor respecto a otras alternativas, considerando la mayor ocupación de zonas con sedimentos gruesos posiblemente asociados a comunidad bentónicas de interés, la proximidad a la costa y consecuente afección a la avifauna, así como la ocupación de la mayor extensión de zona designada en el Plan de Conservación de la *Larus audouinii* como área de alimentación de dicha especie. Por otro lado, esta alternativa es, junto con la alternativa 5, la que más distancia tiene al Corredor de Migración de Cetáceos. Por último, hay que considerar que la alternativa 2 del parque eólico es una de las dos opciones que tienen una mayor ocupación del espacio marino entre las propuestas.

La alternativa 3 minimiza la afección a los caladeros y supone una menor afección a la cuenca visual costera al alejarse parte del parque de la costa. El aspecto más desfavorable sería la alta ocupación de espacio marino, así como la proximidad al Corredor de Migración de Cetáceos (distancia mínima de 1,6 km), con un aumento de probabilidad de la molestia potencial a estos mamíferos. El resto de aspectos tienen una valoración intermedia en comparación a las otras opciones de parque eólico. Cabe destacar en particular la afección a zonas de rendimiento económico medio de la pesca de arrastre, que, aunque sin ser la más elevada, es significativa en comparación con las alternativas previas.

En el caso de la alternativa 4, los aspectos más favorables abarcan la baja afección a paisaje, tráfico marítimo, avifauna y comunidades bentónicas. Respecto al paisaje, esta opción es, entre todas, la que presenta una mayor distancia a costa, así que, aun presentando una elevada ocupación lineal paralela a costa de los aerogeneradores, la visión del paisaje desde la costa no se vería afectada. Esta alternativa tendría una afección mínima al tráfico marítimo, ya que la interferencia con las rutas principales entre Barcelona y Francia es mínima, aunque por otro lado hay que considerar la proximidad con las rutas pesqueras de la flota de Palamós. Esta alternativa es también la opción que se localiza más distante a todos los puertos pesqueros de la zona (Roses, L'Escala, L'Estartit y Palamós). Respecto a la avifauna, el parque se encontraría más lejano a la costa y casi totalmente fuera de la zona designada en el Plan de Conservación de la *Larus audouinii* como área de alimentación de dicha especie. Además, no se afectarían comunidades bentónicas de interés, dado que la ocupación de fondo marino caracterizado por sedimentos gruesos sería nula. Los aspectos más desfavorables de la alternativa 4 abarcan la afección a la pesca y la potencial molestia a cetáceos. El parque eólico afectaría un área amplia de rendimiento económico medio-alto de la pesca de arrastre, y afectaría completamente a uno de los caladeros existentes. Asimismo, el parque eólico se localizaría muy próximo al Corredor de Migración de Cetáceos, siendo la distancia mínima 1,6 km, y aumentando por tanto potencialmente la afección a estos mamíferos. Por último, hay que tener en cuenta que, con la alternativa 4 del parque eólico, la máxima profundidad de fondo marino sería la más elevada, llegando hasta 645 m, y reduciendo la viabilidad técnico-económica del proyecto respecto a las otras alternativas.

Los aspectos más favorables de la alternativa 5 están relacionados con la minimización de la ocupación de superficie marina, siendo esta muy inferior que el resto de alternativas, y con la menor afección a la pesca, dado que se ocuparía totalmente la zona de veda de la merluza de Roses, ya objeto de exclusión permanente para los pescadores, y no se afectarían zonas de rendimiento económico medio-alto de la pesca de arrastre, aunque se ocupe completamente uno de los caladeros indicados por el IEO. Además, la alternativa 5 resulta ser la más favorable desde el punto de vista de la afección a cetáceos, siendo el área ocupada inferior a las otras opciones, así como más distante del Corredor de Migración de Cetáceos. El aspecto más desfavorable de esta alternativa se asocia a la presencia del área más extensa de sedimentos gruesos en comparación con otras opciones, y consecuentemente la posible afección a comunidades bentónicas de interés. En cualquier caso, hay que considerar que esta área representa igualmente solo un porcentaje menor de la extensión total del parque eólico. Por último, comparada con las demás alternativas, la alternativa 5 tendría una afección intermedia a la avifauna, el tráfico marítimo y el paisaje, estando a una distancia mínima a la costa de 10,2 km (la costa del Cap de Creus sería la más próxima en el caso de esta alternativa) y afectando unos 22 km de una ruta principal entre Barcelona y Francia.

Considerando el análisis comparativo presentado arriba, la alternativa más favorable parece ser a priori la alternativa 5. Esta supondría una ocupación definitivamente inferior del espacio marino, así como una menor afección a la pesca, teniendo en cuenta que en área el rendimiento económico de la pesca de arrastre es actualmente bajo y es presente una amplia zona de veda permanente, y, por último, una menor influencia potencial a los cetáceos que puedan encontrarse en el ámbito del proyecto.

7.3 Alternativas marinas para los cables de evacuación

El punto de arribada a costa de los cables submarinos de evacuación del parque se ha determinado valorando principalmente los siguientes factores:

- Máxima proximidad posible al nodo de conexión con la red eléctrica de transporte, en este caso a las subestaciones de Santa Llogaia o La Farga.
- Mínima distancia al parque eólico marino, para minimizar la longitud del cable submarino y la ocupación del mismo sobre el fondo marino.
- Disponibilidad de terrenos próximos a la costa en los que instalar las infraestructuras terrestres, principalmente la subestación transformadora.
- Impacto mínimo del trazado del cable submarino sobre hábitats o comunidades de elevado valor ambiental (por ejemplo, praderas de fanerógamas marinas o arrecifes coralinos).
- Impacto mínimo del trazado del tendido terrestre desde la subestación hasta la conexión con el nodo de la red de transporte sobre zonas urbanas, espacios protegidos o hábitats de elevado valor ambiental.

Valorando estos criterios, se plantean dos posibles alternativas para la zona de aterraje de los cables submarinos a la costa, ubicadas en el sector sur del Golfo de Roses y en el sector norte de la Bahía de Pals (véase localización en la Figura 109).

Considerando todos los condicionantes generales expuestos en la sección 7.1 del documento, así como las diferentes alternativas marinas para el emplazamiento del parque eólico offshore y las dos alternativas posibles para la ubicación del punto de aterraje en costa, se han establecido cuatro alternativas de corredor para los cables de evacuación, desde el parque eólico hasta la costa.

Para el análisis de estas alternativas, el primer factor a considerar es la longitud del corredor de los cables de evacuación, ya que una mayor longitud implica una mayor área de ocupación y más tiempo de ejecución de las obras para el tendido de los cables.

Aparte de este factor, se han de tener en cuenta los distintos condicionantes ambientales que abarcan el medio físico, el medio biótico y el medio socio-económico.

El principal aspecto físico a considerar para la elección de la alternativa más favorable del corredor de cable de evacuación submarino es la geomorfología, dado que se prevé enterrar los cables para una mayor protección y compatibilidad con otros usos, y fondos rocosos o de sedimentos gruesos impiden esta medida de protección.

Respecto a los aspectos bióticos, se tienen que considerar:

- la presencia de fanerógamas en la zona, ya que tienen un valor especial y la interferencia tiene que ser evitada o reducida lo más posible; las praderas submarinas pueden ser evitadas mediante una transición tierra-mar con una perforación horizontal dirigida, pero este método constructivo tiene limitada la longitud máxima que puede ejecutarse a unos 2000 m, por lo que debe evitarse el paso de los cables por secciones de pradera que, por su anchura, no puedan ser evitadas en su totalidad.
- la fauna marina (especialmente cetáceos y tortugas marinas), que podría resultar tanto más afectada cuanto mayor sea la longitud de los cables y en consecuencia la duración de la obra requerida para el tendido de los cables (la única posible afección a la fauna marina estaría relacionada con el buque para el tendido de los cables).

Sobre los aspectos socio-económicos, se tienen que considerar en la zona las afecciones a:

- espacios naturales protegidos, dado que hay algunas áreas de la Red Natura 2000 que podrían verse cruzadas por los cables;

- la pesca, considerando la presencia de numerosos caladeros en el área, así como zonas de veda. Se ha que evaluar la interacción del parque eólico con las zonas de mayor rendimiento económico de la pesca de arrastre identificadas por ICATMAR;
- las infraestructuras preexistentes como arrecifes artificiales, otras conducciones submarinas u otros elementos antrópicos;
- el tráfico marítimo, considerando la afección a las rutas principales pesqueras;
- el patrimonio cultural, dado que la zona costera próxima está caracterizada por varios yacimientos arqueológicos importantes y se tiene que considerar la posibilidad de encontrar patrimonio cultural sumergido.

En todas las alternativas de corredor submarino de cables de evacuación se considera una anchura máxima de aproximadamente 1,6 km. Tal anchura tiene en cuenta un buffer de 500 m a cada lado del sistema de cables de evacuación que conectarán el parque eólico con la arqueta, para permitir una cierta flexibilidad en el trazado en caso de detectarse durante la campaña de prospección marina elementos que dificulten puntualmente el tendido.

En la imagen siguiente se muestran las alternativas de corredor de cables de evacuación analizadas en los capítulos sucesivos.



Figura 111. Alternativas de corredor de cables de evacuación. Corredor norte (en negro opción 1, en rojo opción 2 y en azul opción 3) y corredor sur (en rosa).

7.3.1 Corredor norte

El corredor norte de los cables de evacuación conecta la arqueta de conexión situada en el municipio de Sant Pere Pescador con el parque eólico marino.

Se consideran tres posibles opciones, en función de las alternativas de localización del parque eólico marino.

En el caso de las alternativas de parque eólico marino 1 y 3 plantea la opción 1 del corredor norte. En el caso de las alternativas de parque eólico 2 y 5 se consideran dos posibles opciones de corredor norte, la opción 1 y la opción 3. En el caso de la alternativa de parque eólico 4, situada a una mayor distancia de la costa, se contempla la opción 2 del corredor norte. La principal diferencia de la opción 2 respecto a las otras dos es la longitud del corredor mismo.

El trazado propuesto en las opciones 1 y 2 permite evitar los principales caladeros identificados por el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en esta zona, en el supuesto conservador de que el tendido del cable y la pesca no se consideren actividades compatibles. Adicionalmente, se plantea la opción 3, que supone un trazado más directo (y por tanto de menor longitud) entre el parque eólico y el punto de aterraje, minimizando así el área de ocupación del corredor marítimo. Tal opción es válida si se confirmara la compatibilidad entre tendido del cable y la pesca.

7.3.1.1 Opción 1

La opción 1 del corredor norte de los cables de evacuación tiene una longitud aproximada de 22,9 km y una afectación total máxima del fondo marino de unos 38,3 km².

En los siguientes párrafos se describen los principales condicionantes ambientales de esta alternativa.

Medio físico

- GEOMORFOLOGÍA:** Zona no rocosa. El fondo marino está ocupado prevalentemente por arenas fangosas y fangos, con zonas limitadas de fangos arenosos y arenas. Estas últimas se encuentran en el primer kilómetro desde la costa. (sedimentos gruesos/mixtos = 0,006 km²; arenas = 0,742 km²; arenas fangosas = 18,9 km²; fangos arenosos = 4,9 km²; fangos = 13,8 km²).

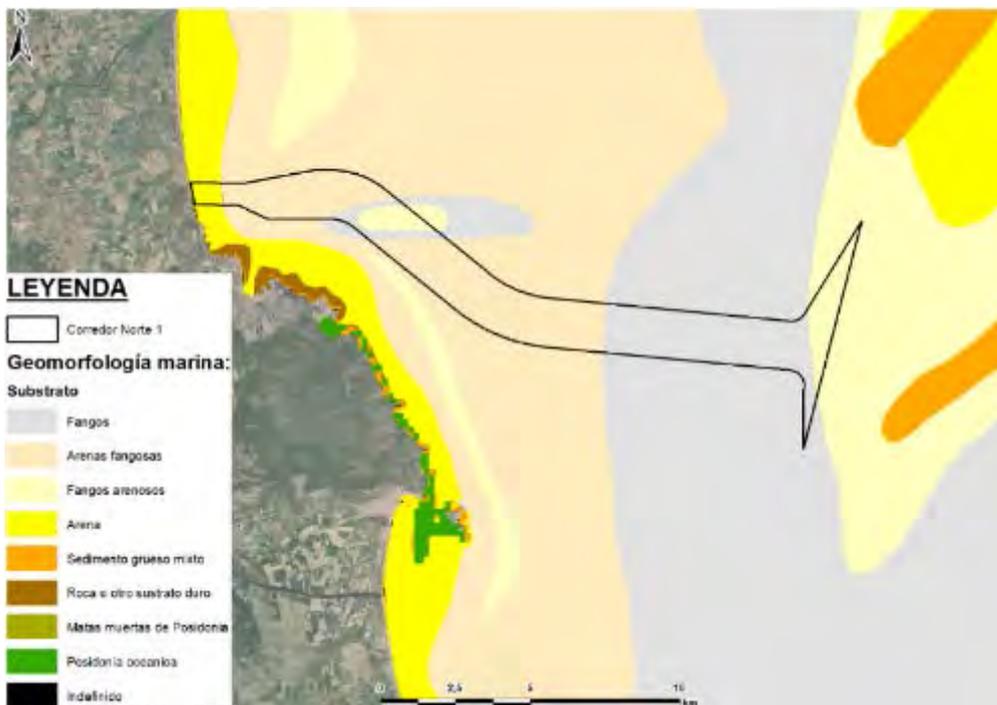


Figura 112. Condicionantes físicos para la opción 1 del corredor norte de los cables de evacuación: geomorfología del fondo marino.

Medio biótico

- **FANERÓGAMAS:** El corredor cruza una pradera de *Cymodocea nodosa* situada en proximidad de la costa. El área de intersección entre la pradera y el corredor es de 0,656 km². Se prevé ejecutar la transición tierra-mar por medio de una perforación horizontal dirigida en este tramo del corredor, para evitar la interferencia con esta pradera de fanerógamas.
- **FAUNA:** No se prevén interacciones importantes con la fauna ya que los cables de evacuación serán enterrados en todo su recorrido. Se considera exclusivamente una posible interacción con tortugas marinas o cetáceos durante las obras de posicionamiento de los cables. La probabilidad de interacción aumenta con la longitud de los cables ya que mayor longitud significa mayor tiempo de obras. Los cables de evacuación de este corredor tendrían una longitud aproximada de 23 km.



Figura 113. Condicionantes bióticos para la opción 1 del corredor norte de los cables de evacuación.

Medio socio-económico

- **ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS:** Interferencia con ZEC y ZEPA ES0000019 “Aiguamolls de l’Alt Empordà”, perteneciente a Red Natura 2000 en el primer kilómetro desde costa (área afectada = 0,30 km²). Aunque el corredor propuesto afecta esta zona (considerando el buffer de 500 m adicional), se prevé posicionar los cables de evacuación fuera de esta área de afectación. Interferencia con ZEPA ES0000514 “Espacio marino de l’Empordà”, perteneciente a Red Natura 2000, así como a la RAMPE (área afectada = 34,6 km²).
- **PESCA:** el corredor no afecta caladeros. No obstante, el corredor pasa por una zona de alto rendimiento económico de la pesca de arrastre.
- **INFRAESTRUCTURAS:** el corredor cruza un área caracterizada por la posible presencia de arrecifes artificiales (área máxima afectada = 0,54 km²).

- TRÁFICO MARITIMO: el corredor pasa por una zona de densidad media de rutas de tráfico marítimo, relacionadas a la actividad pesquera.
- PATRIMONIO CULTURAL: la zona costera al sur del corredor está caracterizada por la presencia de yacimientos arqueológicos importantes. Aunque en el área ocupada por el corredor no constan pecios catalogados en las fuentes consultadas, no se descarta la posible presencia de restos arqueológicos en el fondo marino, eventualidad que habría de ser confirmada durante las campañas previas al posicionamiento de los cables.

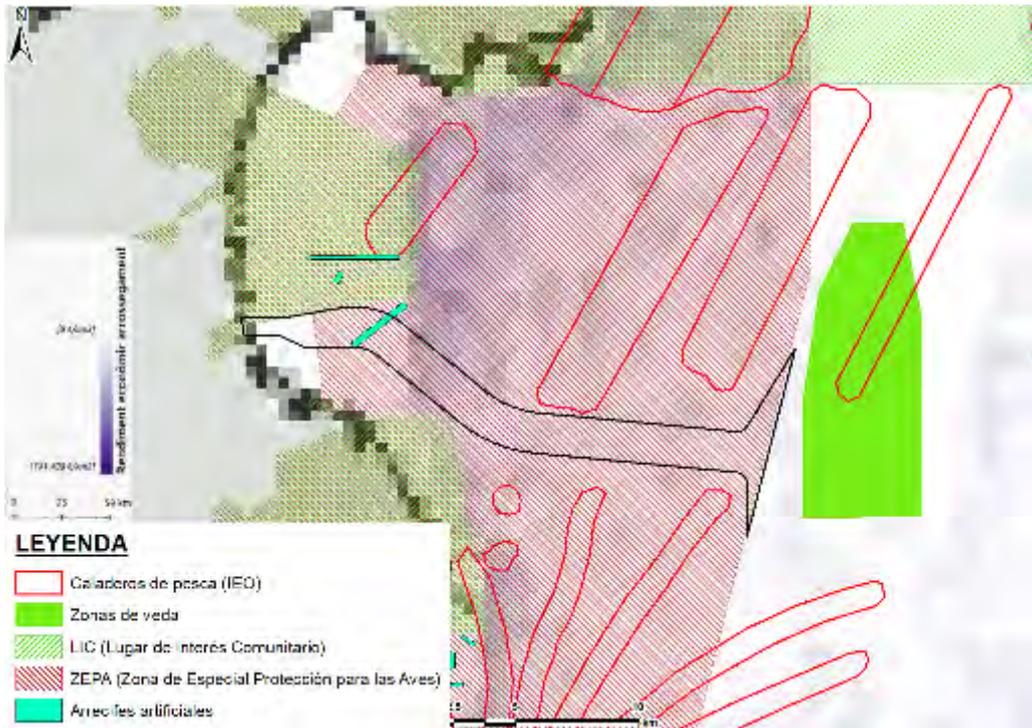


Figura 114. Condicionantes socio-económicos para la opción 1 del corredor norte de los cables de evacuación: pesca.

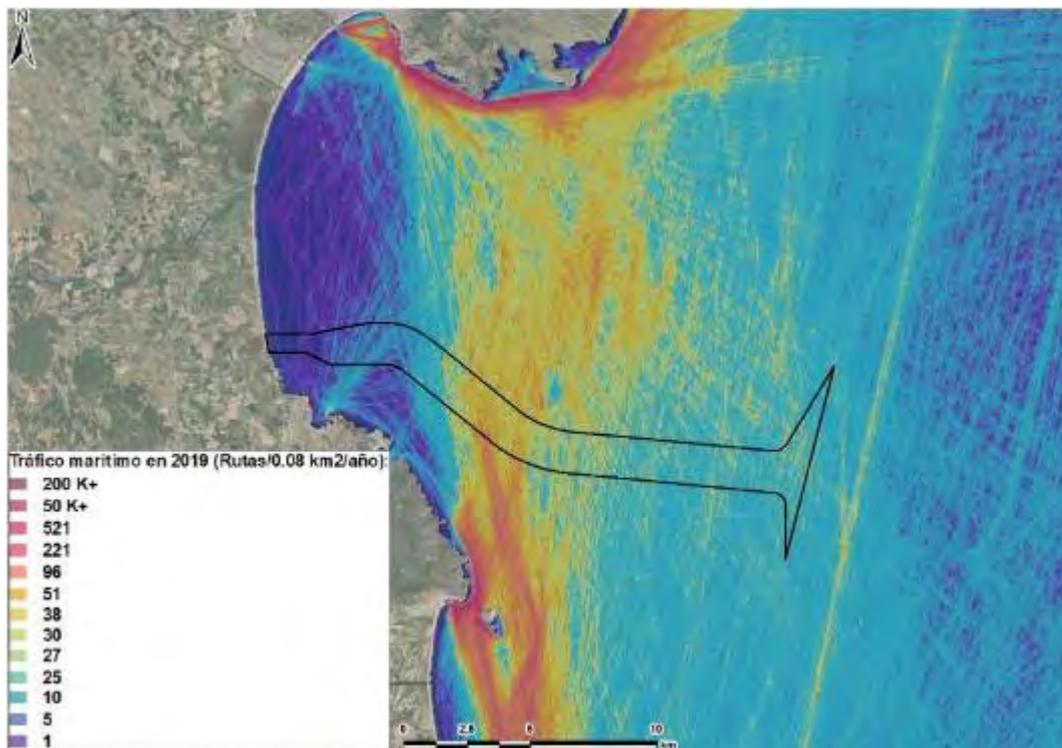


Figura 115. Condicionantes socio-económicos para la opción 1 del corredor norte de los cables de evacuación: tráfico marítimo.

7.3.1.2 Opción 2

La opción 2 del corredor norte de los cables de evacuación tiene una longitud aproximada de 32 km y una afectación total máxima del fondo marino de unos 55 km².

En los siguientes párrafos se describen los principales condicionantes ambientales de esta alternativa.

Medio físico

- **GEOMORFOLOGÍA:** Zona no rocosa. El fondo marino está ocupado prevalentemente por arenas fangosas en el primer tramo desde costa, fangos en el tramo central y fangos arenosos en el tramo más cerca al parque eólico marino. Se reconocen también una zona de arenas en el primer kilómetro desde costa y una zona de sedimentos gruesos/mixtos en la parte final del trazado. (sedimentos gruesos/mixtos = 2,2 km²; arenas = 0,74 km²; arenas fangosas = 19,0 km²; fangos arenosos = 16,9 km²; fangos = 14,1 km²).

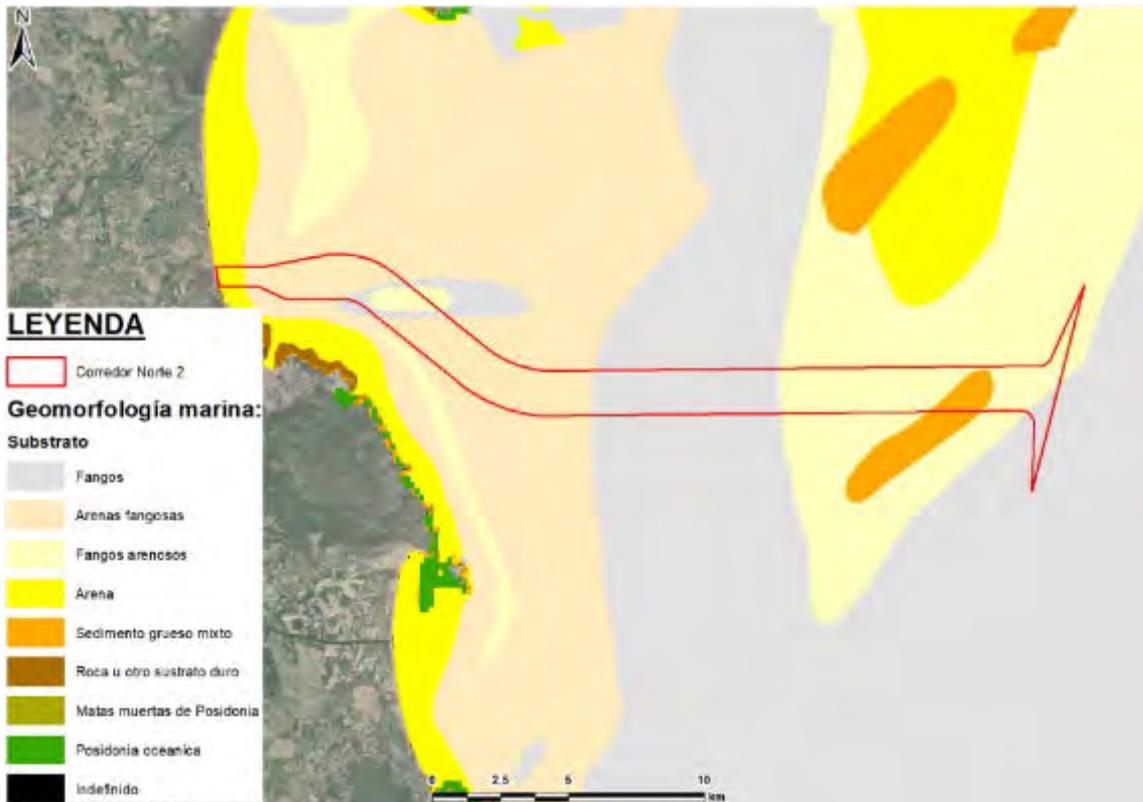


Figura 116. Condicionantes físicos para la opción 2 del corredor norte de los cables de evacuación.

Medio biótico

- **FANERÓGAMAS:** El corredor cruza una pradera de *Cymodocea nodosa* situada en proximidad de la costa. El área de intersección entre la pradera y el corredor es de 0,656 km². Se prevé ejecutar la transición tierra-mar por medio de una perforación horizontal dirigida en este tramo del corredor, para evitar la interferencia con esta pradera de fanerógamas.
- **FAUNA:** No se prevén interacciones importantes con la fauna ya que los cables de evacuación serán enterrados en todo su recorrido. Se considera exclusivamente una posible interacción con tortugas marinas o cetáceos durante las obras de posicionamiento de los cables. La probabilidad de interacción aumenta con la longitud de los cables ya que mayor longitud significa mayor tiempo de obras. Los cables de evacuación de este corredor tendrían una longitud aproximada de 32 km.

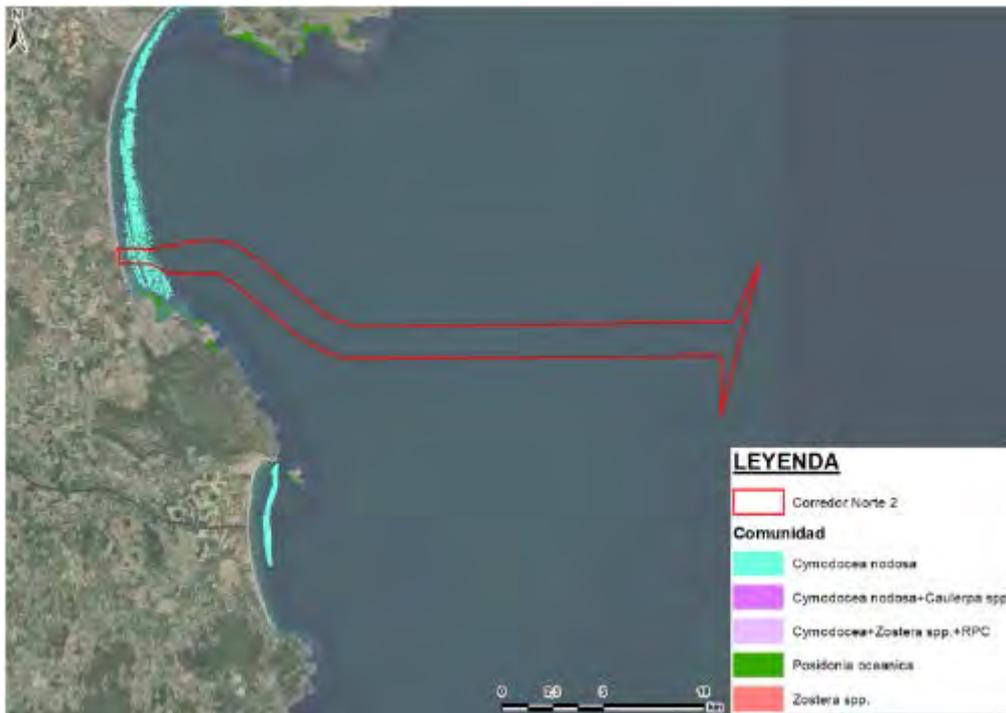


Figura 117. Condicionantes bióticos para la opción 2 del corredor norte de los cables de evacuación.

Medio socio-económico

- **ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS:** Interferencia con ZEC y ZEPA ES0000019 “Aiguamolls de l’Alt Empordà”, perteneciente a Red Natura 2000 en el primer kilómetro desde costa (área afectada = 0,30 km²). Aunque el corredor afecta esta zona, se prevé posicionar los cables de evacuación fuera de esta área de afección. Interferencia con ZEPA ES0000514 “Espacio marino de l’Empordà”, perteneciente a Red Natura 2000, así como a la RAMPE (área afectada = 32,6 km²).
- **PESCA:** el corredor no afecta caladeros. No obstante, el corredor pasa por una zona de alto rendimiento económico de la pesca de arrastre.
- **INFRAESTRUCTURAS:** el corredor cruza un área caracterizada por la posible presencia de arrecifes artificiales (área máxima afectada = 0,54 km²)
- **TRÁFICO MARITIMO:** el corredor pasa por una zona de densidad media de rutas de tráfico marítimo, relacionadas a la actividad pesquera.
- **PATRIMONIO CULTURAL:** la zona costera al sur del corredor está caracterizada por la presencia de yacimientos arqueológicos importantes. Aunque en el área ocupada por el corredor no consten pecios catalogados en las fuentes consultadas, no se descarta la posible presencia de restos arqueológicos en el fondo marino, eventualidad que habría que de ser confirmada durante las campañas previas al posicionamiento de los cables.

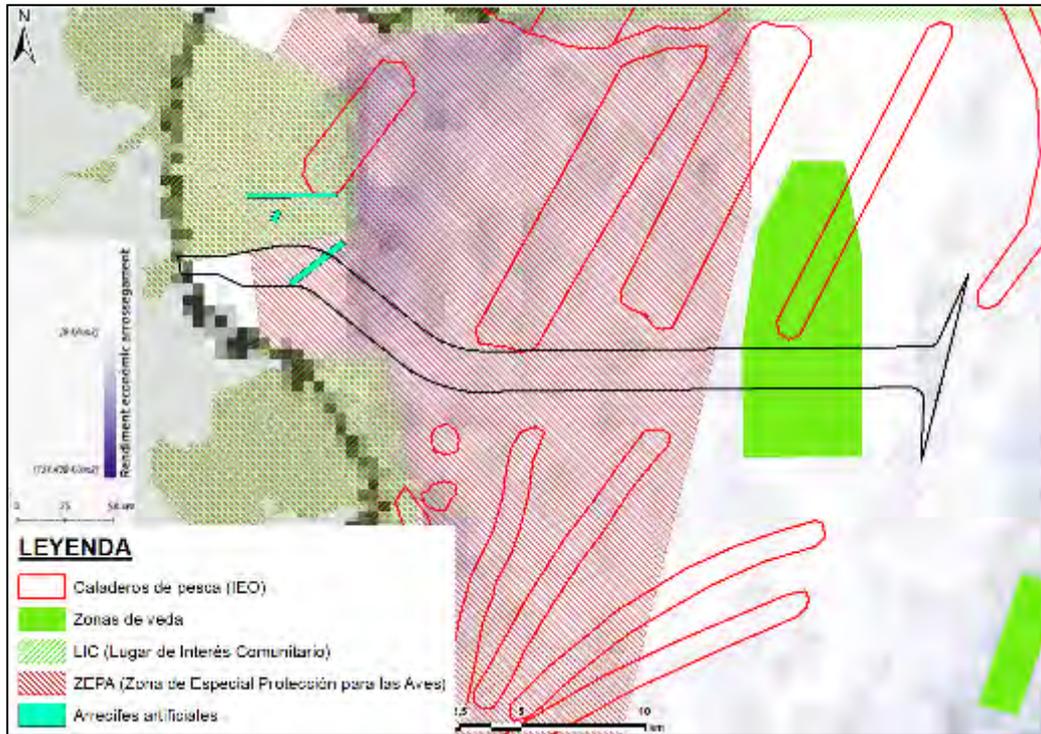


Figura 118. Condicionantes socio-económicos para la opción 2 del corredor norte de los cables de evacuación: pesca.

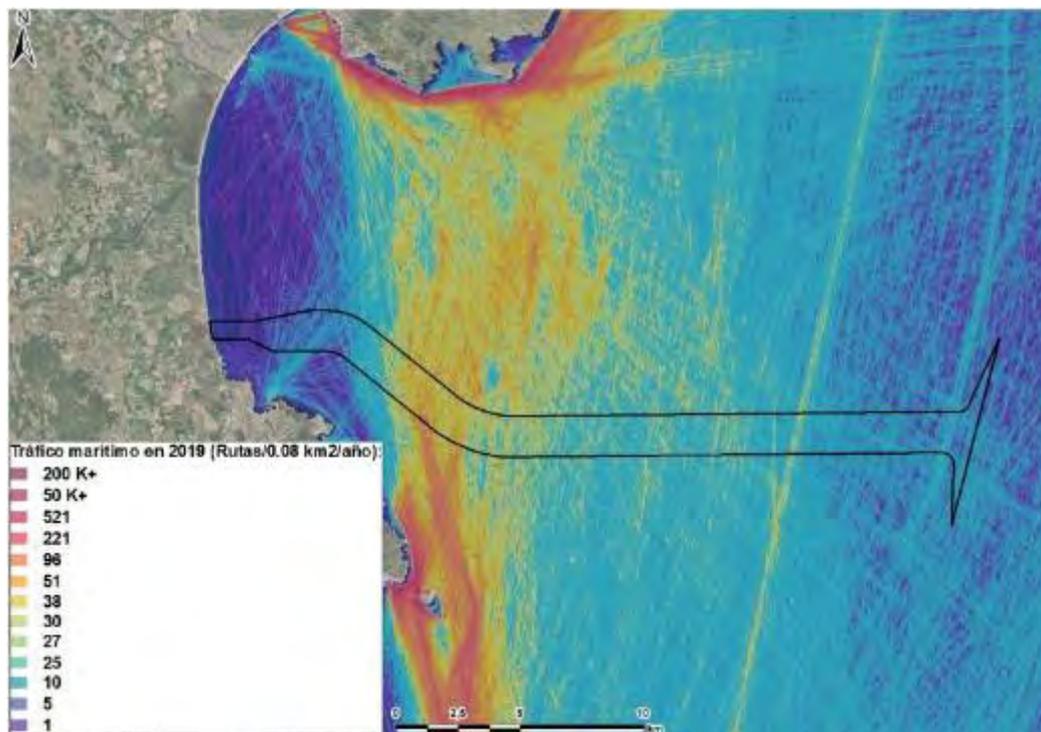


Figura 119. Condicionantes socio-económicos para la opción 2 del corredor norte de los cables de evacuación: tráfico marítimo.

7.3.1.3 Opción 3

La opción 3 del corredor norte de los cables de evacuación tiene una longitud aproximada de 22,7 km y una afectación total máxima del fondo marino de unos 36,6 km².

En los siguientes párrafos se describen los principales condicionantes ambientales de esta alternativa.

Medio físico

- GEOMORFOLOGÍA:** Zona no rocosa. El fondo marino está ocupado prevalentemente por arenas fangosas y fangos, con zonas limitadas de fangos arenosos y arenas. Estas últimas se encuentran en el primer kilómetro desde la costa. (sedimentos gruesos/mixtos = 0,085 km²; arenas = 0,743 km²; arenas fangosas = 19,0 km²; fangos arenosos = 5,1 km²; fangos = 11,7 km²).

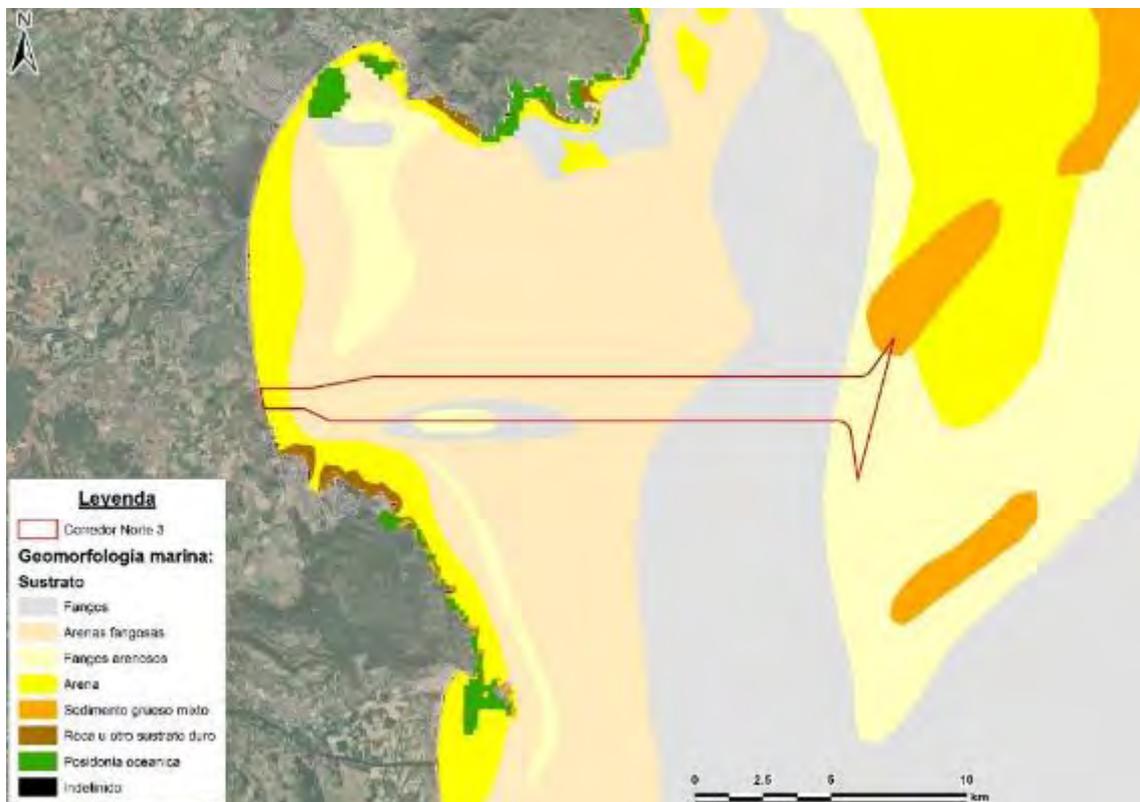


Figura 120. Condicionantes físicos para la opción 3 del corredor norte de los cables de evacuación.

Medio biótico

- FANERÓGAMAS:** El corredor cruza una pradera de *Cymodocea nodosa* situada en las proximidades de la costa. El área de intersección entre la pradera y el corredor es de 0,656 km². Se prevé ejecutar la transición tierra-mar por medio de una perforación horizontal dirigida en este tramo del corredor, para evitar la interferencia con esta pradera de fanerógamas.

- **FAUNA:** No se prevén interacciones importantes con la fauna, ya que los cables de evacuación serán enterrados en todo su recorrido. Se considera exclusivamente una posible interacción con tortugas marinas o cetáceos durante las obras de posicionamiento de los cables. La probabilidad de interacción aumenta con la longitud de los cables, ya que mayor longitud significa mayor tiempo de obras. Los cables de evacuación de este corredor tendrían una longitud aproximada de 23 km.



Figura 121. Condicionantes bióticos para la opción 3 del corredor norte de los cables de evacuación.

Medio socio-económico

- **ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS:** Interferencia con ZEC y ZEPA ES000019 “Aiguamolls de l’Alt Empordà”, perteneciente a Red Natura 2000 en el primer kilómetro desde costa (área afectada = 0,30 km²). Aunque el corredor afecta esta zona, se prevé posicionar los cables de evacuación fuera de esta área de afección. Interferencia con ZEPA ES0000514 “Espacio marino de l’Empordà”, perteneciente a Red Natura 2000, así como a la RAMPE (área afectada = 33,0 km²).
- **PESCA:** el corredor afecta dos caladeros, El Segon (4,8 km²) y El Rader (4,7 km²). El corredor pasa también por una zona de alto rendimiento económico de la pesca de arrastre.
- **INFRAESTRUCTURAS:** el corredor cruza un área caracterizada por la posible presencia de arrecifes artificiales (área máxima afectada = 0,70 km²)
- **TRÁFICO MARITIMO:** el corredor pasa por una zona de densidad media de rutas de tráfico marítimo, relacionadas a la actividad pesquera.

- **PATRIMONIO CULTURAL:** la zona costera al sur del corredor está caracterizada por la presencia de yacimientos arqueológicos importantes. Aunque en el área ocupada por el corredor no consten pecios catalogados en las fuentes consultadas, no se descarta la posible presencia de restos arqueológicos en el fondo marino, eventualidad que habría que de ser confirmada durante las campañas previas al posicionamiento de los cables.

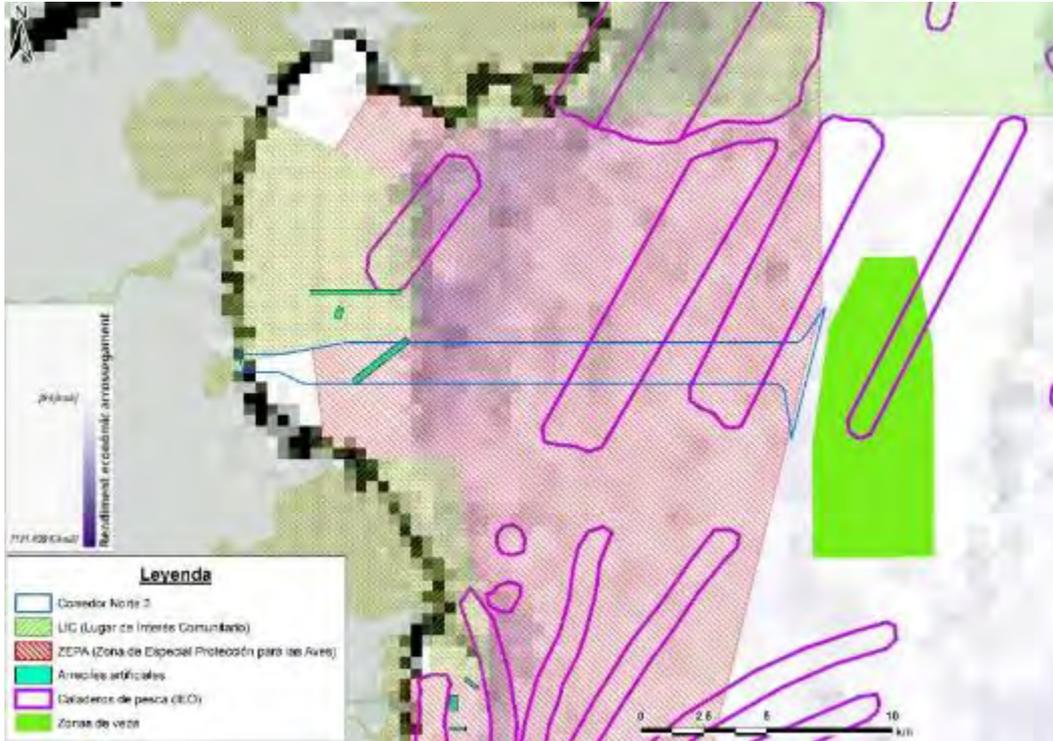


Figura 122. Condicionantes socio-económicos para la opción 3 del corredor norte de los cables de evacuación: pesca.

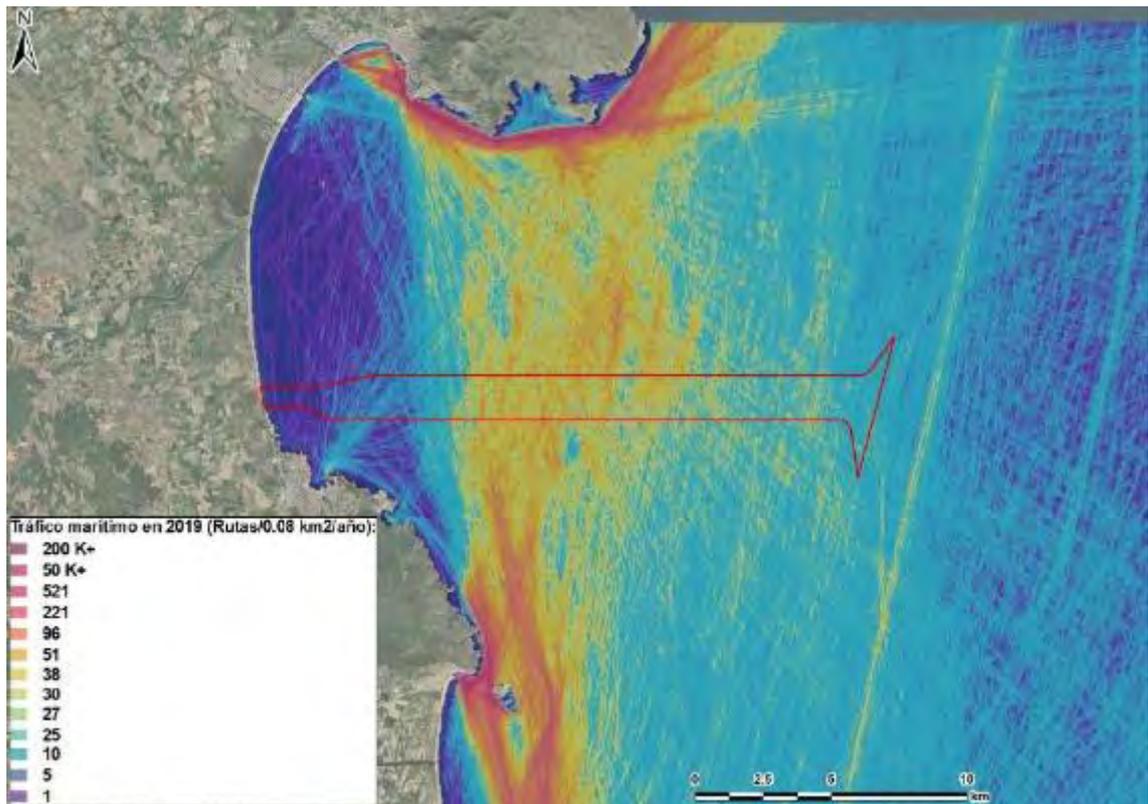


Figura 123. Condicionantes socio-económicos para la opción 3 del corredor norte de los cables de evacuación: tráfico marítimo.

7.3.2 Corredor sur

El corredor sur de los cables de evacuación conecta la arqueta de conexión situada en el municipio de Torroella de Montgrí con el parque eólico marino. Este corredor sur tiene una longitud aproximada de 13 km y una afectación total máxima del fondo marino de unos 22,2 km².

En los siguientes párrafos se describen los principales condicionantes ambientales de esta alternativa.

Medio físico

- **GEOMORFOLOGÍA:** Zona no rocosa. El fondo marino está ocupado prevalentemente por arenas fangosas y fangos, con una zona de arenas en los primeros 2,4 km desde costa y una pequeña área de fangos arenosos en el tramo central. (arenas = 2,2 km²; arenas fangosas = 8,5 km²; fangos arenosos = 0,94 km²; fangos = 9,7 km²).

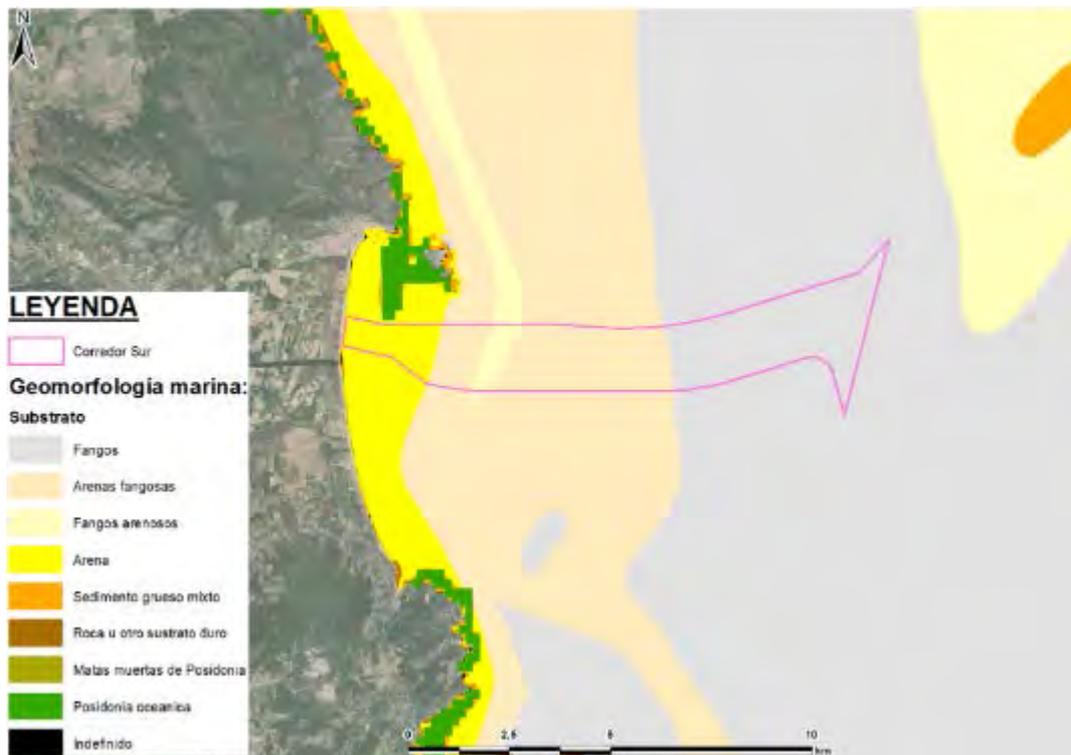


Figura 124. Condicionantes físicos para el corredor sur de los cables de evacuación.

Medio biótico

- **FANERÓGAMAS:** El corredor cruza una pradera de *Cymodocea nodosa* situada en proximidad de la costa. El área de intersección entre la pradera y el corredor es de 0,230 km². Se prevé ejecutar la transición tierra-mar por medio de una perforación horizontal dirigida en este tramo del corredor, para evitar la interferencia con esta pradera de fanerógamas.
- **FAUNA:** No se prevén interacciones importantes con la fauna ya que los cables de evacuación serán enterrados en todo su recorrido. Se considera exclusivamente una posible interacción con tortugas marinas o cetáceos durante las obras de posicionamiento de los cables. La probabilidad de interacción aumenta con la longitud de los cables ya que mayor longitud significa mayor tiempo de obras. Los cables de evacuación de este corredor tendrían una longitud aproximada de 13 km.

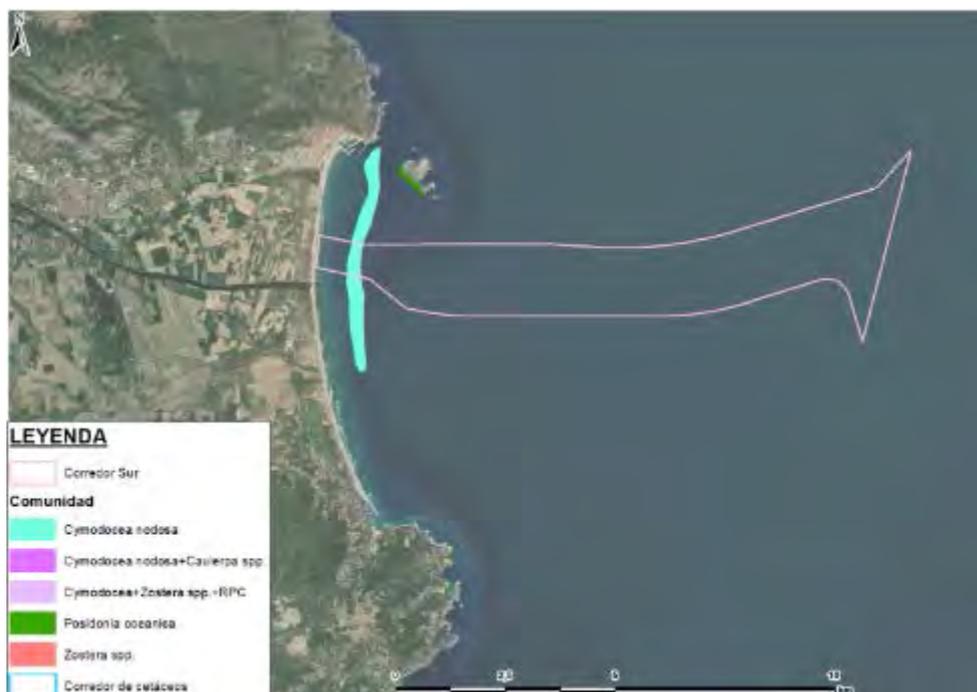


Figura 125. Condicionantes bióticos para el corredor de los cables de evacuación.

Medio socio-económico

- **ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS:** Interferencia con ZEPA ES0000514 “Espacio marino de l’Empordà”, perteneciente a Red Natura 2000, así como a la RAMPE (área afectada = 20,9 km²).
- **PESCA:** el corredor atraviesa 5 caladeros, ocupando un porcentaje específico de cada caladero: El Golf (13,3%), L’Estartit (17,4%), Primera Somera (14,5%), Segona Somera (15,8%) y El Darrer (4,2%). El área total ocupada por caladeros es de 7,2 km². Además, el corredor pasa por una zona de alto rendimiento económico de la pesca de arrastre.
- **INFRAESTRUCTURAS:** el corredor cruza dos áreas caracterizadas por la posible presencia de arrecifes artificiales (área máxima afectada = 0,28 km²).
- **TRÁFICO MARITIMO:** el corredor pasa por una zona de alta densidad de rutas de tráfico marítimo, relacionadas a la actividad pesquera.
- **PATRIMONIO CULTURAL:** El corredor se mantiene alejado de yacimientos arqueológicos en la costa. En el área ocupada por el corredor no constan pecios catalogados en las fuentes consultadas. No obstante, no se puede descartar la posible presencia de restos arqueológicos en el fondo marino, eventualidad que habría de ser confirmada durante las campañas previas al posicionamiento de los cables.

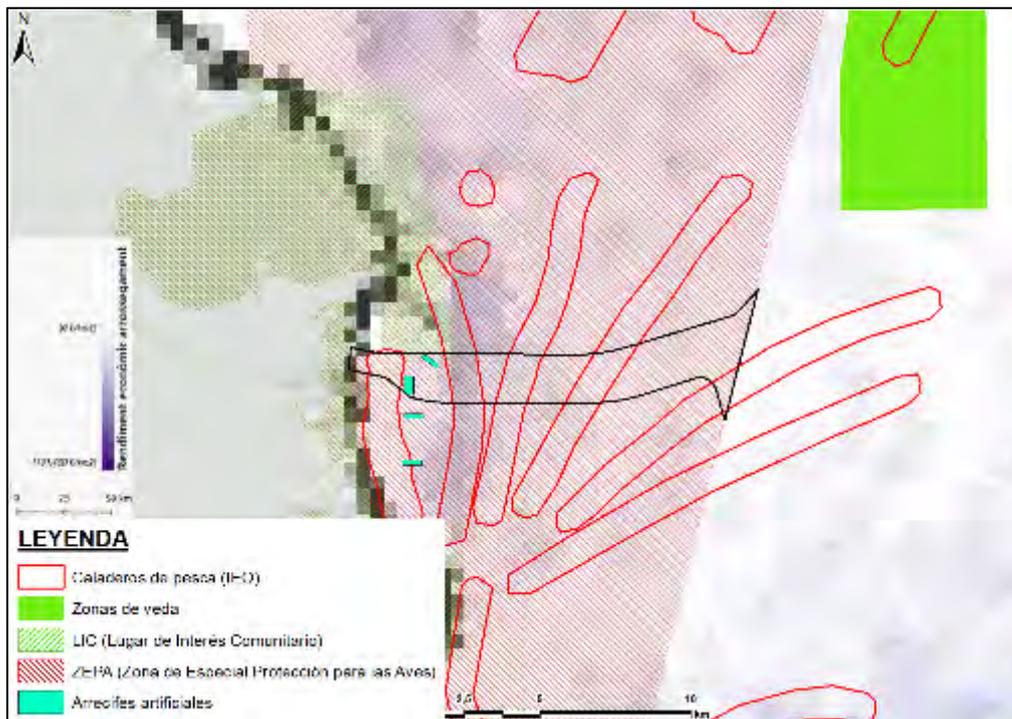


Figura 126. Condicionantes socio-económicos para el corredor sur de los cables de evacuación: pesca.

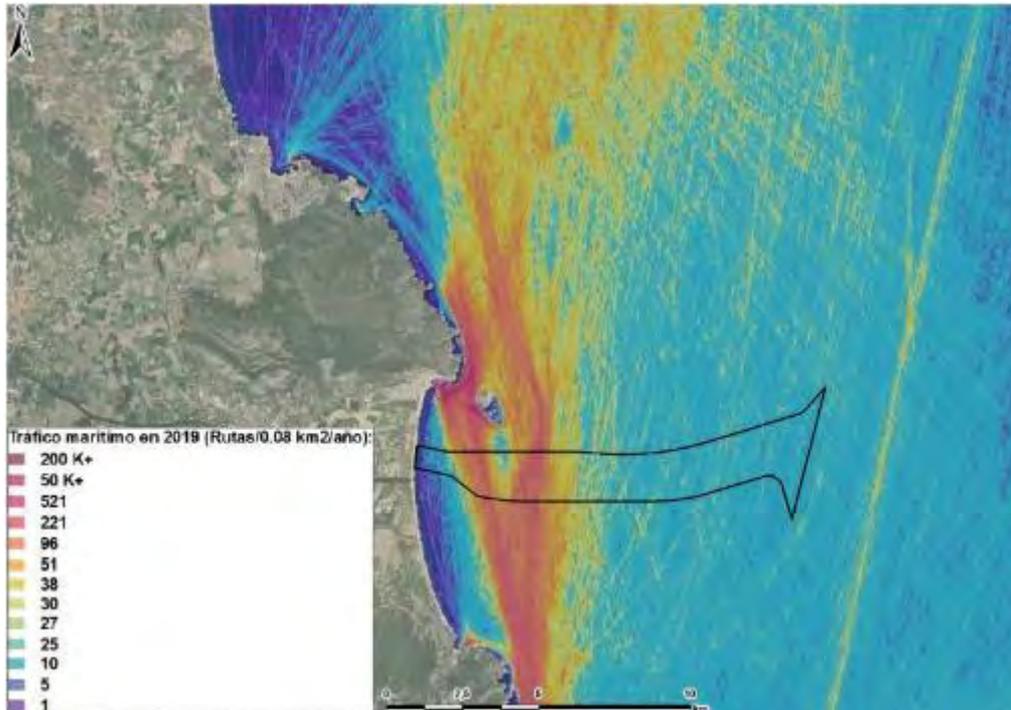


Figura 127. Condicionantes socio-económicos para el corredor sur de los cables de evacuación: tráfico marítimo.

7.3.3 Comparación entre las alternativas para el corredor de cables de evacuación

En la tabla siguiente se comparan los condicionantes ambientales de cada alternativa de corredor de cables de evacuación propuesta en este documento.

Comparando los valores de las alternativas, a cada uno de las alternativas se asigna un color verde, amarillo o naranja a según si el condicionante sea más favorable, mediamente favorable o menos favorable.

En el caso de la geomorfología del fondo marino, se considera como factor más importante la extensión de áreas de sedimentos gruesos o mixtos que pueden estar asociados a una mayor biodiversidad.

Condicionantes		Corredor norte Opción 1	Corredor norte opción 2	Corredor norte opción 3	Corredor sur	
Medio físico	Geomorfología	G (km ²)	0,006	2,2	0,08	/
		A (km ²)	0,74	0,74	0,74	2,2
		AF (km ²)	18,9	19,0	19,0	8,5
		FA (km ²)	4,9	16,9	5,1	0,94
		F (km ²)	13,8	14,1	11,7	9,7
Medio biótico	Fanerógamas	Áreas Cymodocea (km ²)	0,656	0,656	0,656	0,230
	Cetáceos	Longitud corredor evacuación	22,9	32	22,7	13
Medio socio-económico	Afectación del espacio marítimo	Área total afectada (km ²)	38,3	55	36,6	22,2
	Natura 2000	Área total ocupada (km ²)	34,9	32,9	33,3	20,9
	IBAS	Área total ocupada (km ²)	37,4	35,4	35,7	21,0
	Pesca	Caladeros (km ²)	0	0	9,5	7,2
	Infraestructuras	Área máxima arrecifes (km ²)	0,54	0,54	0,70	0,28
	Tráfico marítimo	Densidad de rutas	media	media	media	alta
	Patrimonio cultural	Distancia a yacimientos arqueológicos costa	<	<	<	>

El estudio de alternativas no ha detectado en esta fase ningún elemento excluyente para ninguna de las opciones propuestas. La alternativa del corredor sur parece ser la que tiene el mayor número de condicionantes más favorables, mientras que las opciones 1 y 2 del corredor norte destacan por evitar totalmente la afección a los caladeros designados en la zona.

En esta fase, para la evaluación de la mejor alternativa entre las propuestas, se consideran como factores claves la afección al medio biótico, así como la interacción con áreas naturales protegidas y la afección a la pesca.

En general y desde un punto de vista independiente del emplazamiento del parque eólico, la alternativa más favorable parece ser el corredor sur, influenciado por la menor longitud del trazado, aunque se tenga que considerar que es la que más afecta los caladeros de pesca. Esta alternativa sería válida para las alternativas de parque eólico 1, 2 y 3. Para la alternativa 4 se contemplaría el corredor norte 2, y para la alternativa 5 los corredores norte 1 y 3 serían válidos, siendo la opción 1 ligeramente más favorable al evitar caladeros y tener una menor ocupación de áreas con presencia de arrecifes artificiales, aunque su superficie de ocupación total sea superior que la de la opción 3.

7.4 Alternativas terrestres para la conexión a la red eléctrica

7.4.1 Localización del punto de aterraje y las instalaciones de recepción del cable submarino

Como se ha descrito previamente, los cables submarinos de evacuación llegarán por medio de perforación horizontal dirigida a una arqueta de conexión en la costa para la conexión marítimo-terrestre. Se consideran dos posibles ubicaciones para el punto de aterraje del cable submarino en la costa (véase apartado 7.2.3 y Figura 11), en cuyas inmediaciones habrán de ubicarse la arqueta de transición y la subestación elevadora, con equipos de transformación de voltaje que permitirían el transporte de la energía recibida hasta el nodo de REE mediante líneas de alta tensión.

Para la selección de la selección de posibles ubicaciones de la subestación transformadora, así como posibles de las posibles ubicaciones para la arqueta de conexión, se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Distancia máxima de PHD de 1500 m;
- Subestación fuera de espacios protegidos;
- Subestación alejada de núcleos poblacionales, bosques y zonas urbanizadas;
- Disponibilidad de terreno agrícola o industrial para la construcción de arquetas y subestación;
- Disponibilidad de espacio no edificado para el tendido de las conducciones subterráneas;
- Minimización del impacto visual.

Teniendo en cuenta estos condicionantes expuestos, se han seleccionado parcelas de uso agrícola o industrial a una cierta distancia de la línea de costa y disponibles para la construcción de la subestación elevadora, así como posibles ubicaciones para la arqueta de conexión.

La primera opción está localizada en el municipio de Sant Pere Pescador y conectaría cualquier alternativa de parque eólico marino expuesta en el apartado 7.2 con el corredor norte de cable de evacuación (apartado 7.3.1, opción 1, 2 o 3). La subestación estaría localizada fuera de espacios de interés natural y de zonas de inundación de alta probabilidad (T = 10 años). Por el contrario, podría verse parcialmente o totalmente afectada por inundaciones de media o baja probabilidad, respectivamente.



Figura 128. Primera opción para la localización de la arqueta de conexión en la costa para la conexión marítimo-terrestre y de la subestación elevadora, en el municipio de Sant Pere Pescador.

La segunda opción está localizada en el municipio de Torroella de Montgrí y conectaría cualquier alternativa de parque eólico marino expuesta en el apartado 7.2 con el corredor sur de cable de evacuación (apartado 7.3.2). La subestación estaría localizada fuera de espacios de interés natural y de zonas de inundación de alta, media y baja probabilidad.



Figura 129. Segunda opción para la localización de la arqueta de conexión en la costa para la conexión marítimo-terrestre y de la subestación elevadora, en el municipio de Torroella de Montgrí.

En ambas opciones, la arqueta de conexión se encontraría en espacios protegidos de la Red Natura 2000, ya que estos ocupan la mayoría de la zona de dominio público marítimo-terrestre a lo largo de la zona costera seleccionada por el proyecto de parque eólico.

Sin embargo, se prevé que el aterraje de los cables marinos se haga por perforación horizontal dirigida, minimizando así los efectos ambientales y que los cables de evacuación terrestre que conectarían la arqueta con la subestación elevadora trascurren también mediante una conducción subterránea. Asimismo, cabe destacar que la subestación transformadora quedaría fuera de espacios naturales protegidos en ambas opciones.

7.4.2 Alternativas de trazado de la línea de alta tensión

Sobre las líneas de alta tensión que conectan la subestación elevadora próxima a costa con una de las subestaciones de la red de transporte más próximas, propiedad de REE (Santa Llogaia o La Farga), dentro del ámbito de estudio se han evaluado cinco alternativas de trazados de cableado terrestre. Los condicionantes ambientales de cada una de estas alternativas se discuten en los siguientes apartados.

Para el análisis de alternativas terrestres, se discuten condicionantes ambientales que abarcan el medio físico, el medio biótico y el medio socio-económico. El principal aspecto físico a considerar para la elección de la alternativa más favorable es la hidrología, considerando por un lado los cruces con los principales ríos de la zona y por el otro lado la extensión de las áreas a baja, media y alta probabilidad de inundación fluvial. Estos aspectos no representan factores exclusivos en el caso de un cableado aéreo, pero sí que son limitantes en el planeamiento de soluciones en conducción subterránea. Por otro lado, el cruce de ríos puede interferir también con algún aspecto biótico o socio-económico que se describe a continuación.

En el caso de los aspectos bióticos, se tienen que considerar:

- la distribución de hábitats de interés comunitario (HICs) prioritarios o no prioritarios, intentando evitar la afección en el primer caso y por lo menos minimizándola en el segundo caso;
- la flora y la fauna, considerando la distribución de las especies protegidas y la presencia de planes de conservación específicos (flora y fauna amenazada, avifauna, nutria europea).

Respecto a los aspectos socio-económicos, se tienen que considerar en la zona las afecciones a:

- espacios naturales protegidos, evitando la interferencia cuando posible o por lo menos minimizándola;
- red ferroviaria y red viaria, considerando que las obras podrían afectar temporalmente estas zonas;
- patrimonio cultural, dado que el ámbito de estudio se caracteriza por un valor cultural muy elevado, con una abundancia de yacimientos arqueológicos que tienen que ser evitados durante el desarrollo del proyecto (la presencia de yacimientos arqueológicos es particularmente limitante para conducciones en subterránea);
- cobertura del suelo, considerando que se tiene que privilegiar suelos no urbanizables y áreas industriales a núcleos urbanos, así como zonas de campos cultivados a zonas arboladas densas. Otro aspecto fundamental a tener en cuenta en la selección del trazado terrestre de los cables de conexión entre la subestación elevadora y la subestación de REE es el paisaje.

En esta etapa del proyecto no se dispone aún de los elementos necesarios para hacer un análisis detallado del paisaje y de la afección del cableado terrestre al mismo, y por tanto este elemento no se ha incluido en el análisis preliminar de alternativas y su comparativa, que se detallan en los siguientes apartados. De manera general y a falta de estudios particularizados, se puede caracterizar la calidad del paisaje como muy alta en todo el ámbito de estudio, con un marcado carácter rural, así como pequeños núcleos poblacionales muy característicos y bien integrados con la matriz agrícola. Se evidencia también la presencia de paisajes fluviales y humedales de alto valor paisajístico.

Para el cableado terrestre se han considerado cinco posibles alternativas diferentes. Dos de estas alternativas unen la subestación transformadora del parque en Sant Pere Pescador con la subestación de REE de Santa Llogaia, en la parte norte del ámbito de estudio. Otras dos alternativas consideran la conexión entre la subestación transformadora del parque en Torroella de Montgrí y la subestación de REE de La Farga. Finalmente, se ha considerado una última alternativa de conexión de la subestación en Sant Pere Pescador con La Farga.

Por cada alternativa, se ha definido un trazado ideal teniendo en cuenta un buffer de 500 m de distancia mínima a cualquier núcleo urbano, así como un buffer de 100 m a cada casa aislada. Adicionalmente, para el análisis de alternativas, se ha tenido en cuenta un buffer de 50 m (25 m a cada lado) respecto a esta ruta ideal, ya que el proyecto del cableado terrestre contempla un ancho de 5 m en el caso de conducción subterránea (más 2,5-3 m a cada lado de la zanja donde no se permitiría la presencia de árboles ni edificaciones), o la presencia de unos apoyos con unas dimensiones en planta entre 13 y 15 m de lado en el caso del tendido aéreo.

En la siguiente figura se muestran las cinco alternativas terrestres analizadas en este documento.

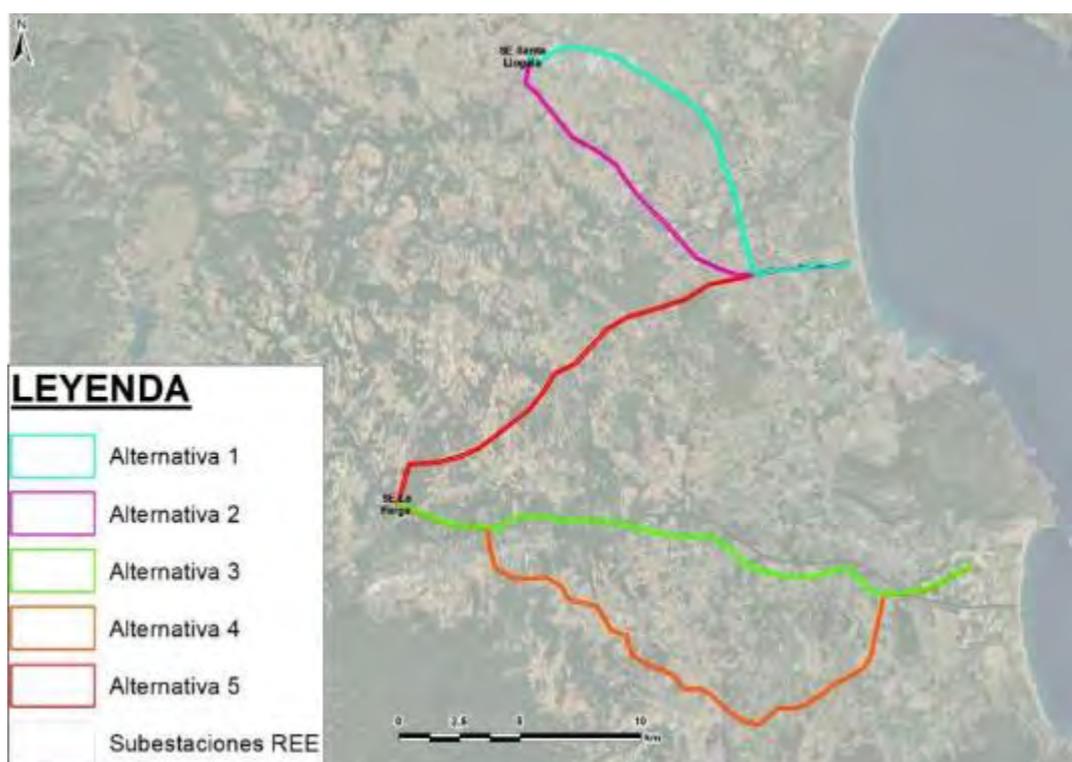


Figura 130. Alternativas para el cableado terrestre.

A continuación, se detallan los condicionantes de las cinco alternativas terrestres propuestas, así como una comparativa entre ellas.

7.4.2.1 Alternativa Terrestre 1

Esta alternativa conectaría el corredor norte de los cables de evacuación del parque eólico marino, con la subestación de REE de Santa Llogaia. La longitud total del trazado sería aproximadamente de 19,4 km. La ruta partiría de la subestación en Sant Pere con orientación OSO, y a la altura de los núcleos de Montiró y Pelacalç adoptaría una dirección general hacia el NNO hasta el municipio de Vilamacolum y después el trazado promedio discurriría hacia el NO con una trayectoria curvilínea, hasta llegar a la SE de Santa Llogaia. En la parte inicial la ruta pasaría en proximidad de los núcleos urbanos de Torroella de Fluvià y Vilamacolum.

En los siguientes párrafos se describen los principales condicionantes ambientales del trazado.

Medio físico

- **HIDROLOGÍA:**
- **Ríos:** Cruce del río Fluvià en el municipio de Torroella de Fluvià.
- **Inundación:** Zonas de inundación fluvial con periodo de retorno de 10 y 100 años relativas sobre todo al río Fluvià. La ruta no parece particularmente afectada por probabilidad de inundación, a exclusión de la zona de intersección con el río Fluvià, la zona del Rec Sirvent en Torroella de Fluvià, el área del polígono industrial de Vilamalla y la zona al principio de la ruta entre L'Escala y Sant Pere Pescador (en estos últimos dos casos con T100). Si se considera un periodo de inundación de 500 años (probabilidad baja), la zona potencialmente afectada por este fenómeno es bastante extensa, sobre todo en la primera mitad del trazado.

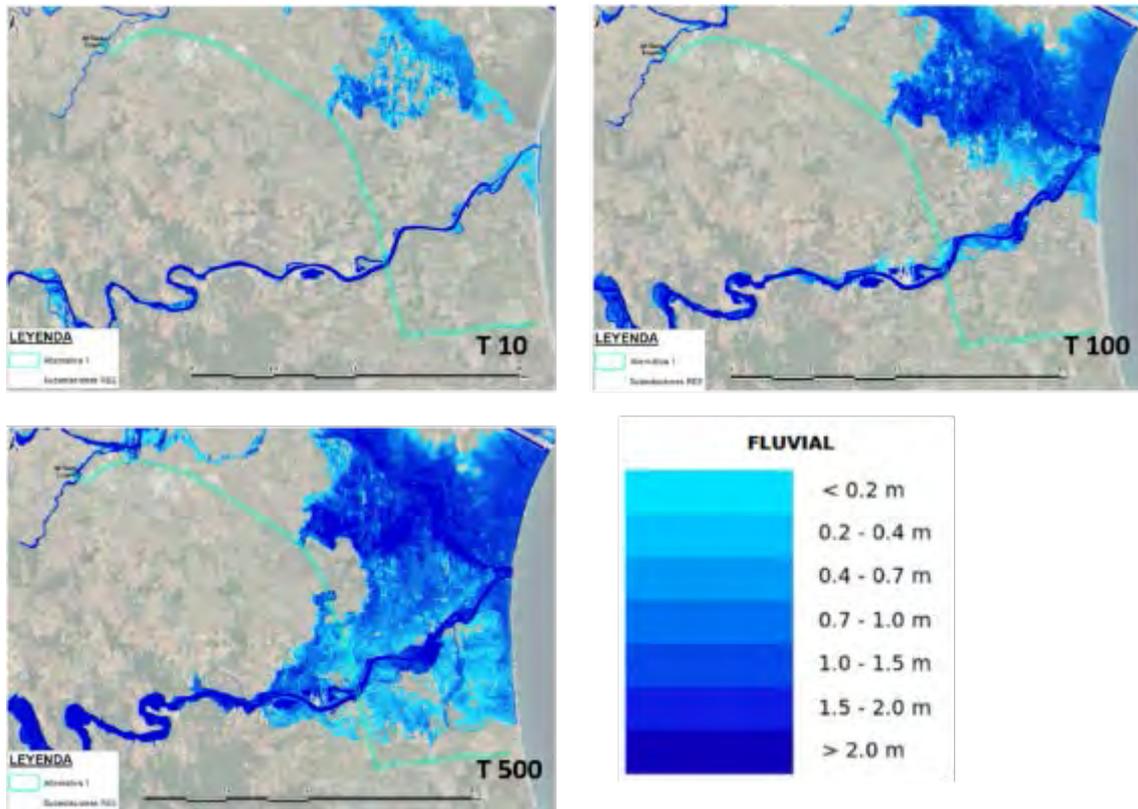


Figura 131. Condicionantes físicos para la alternativa terrestre 1: inundación fluvial con periodo 10, 100 y 500 años.

Medio biótico

- HICs: Interferencia con HICs no prioritarios 3250, 3260, 3270 y 92A0², coincidiendo con la intersección con el río Fluvià. Interferencia muy limitada con HIC 9340 en proximidad de la intersección del Río Fluvià. El HIC 92A0 se encuentra también asociado a la riera d'Àlguema, en proximidad de la SE de Santa Llogaia. El área total ocupada por HICs no prioritarios es de 0,04 km².
- FLORA: 51 especies protegidas por cuadrícula utm 10x10 km que atraviesa la alternativa.
- FAUNA: Ámbito de aplicación de planes de conservación de especies amenazadas.
- Plan de Conservación de la Avifauna: en la zona sureste de la ruta (área de interferencia = 0,399 km²).
- Plan de Conservación de la nutria europea: en correspondencia con las intersecciones del río Vell, el Fluvià, del Rec Servent y de la riera d'Àlguema (longitud de interferencia = 687 m).

² HIC 3250: Ríos mediterráneos con vegetación del *Glaucon flavi*;
HIC 3260: Ríos de tierra baja y de la montaña mediana con vegetación submergida o parcialmente flotante (*Ranunculion fluitantis* y *Callitricho-Batrachion*);
HIC 3270: Ríos con bordes cenagosos colonizados por herbazales nitrófilos del *Chenopodium rubri* (p.p.) y del *Bidention* (p.p.);
HIC 92A0: Alamedas, salgueros y otros bosques de ribera.

- Área de interés faunístico y florístico: en la parte sureste de la ruta, en los municipios de L'Escala, l'Armentera, Ventalló y Torroella de Fluvià (área de interferencia = 0,493 km²).

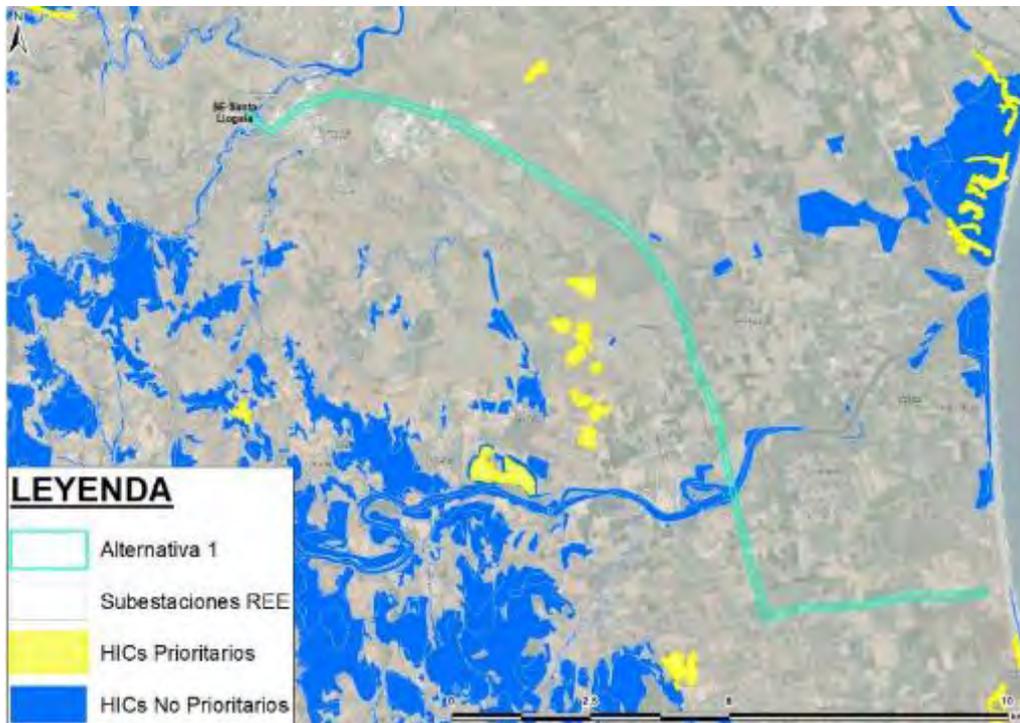


Figura 132. Condicionantes bióticos para la alternativa terrestre 1: hábitats de interés comunitario.

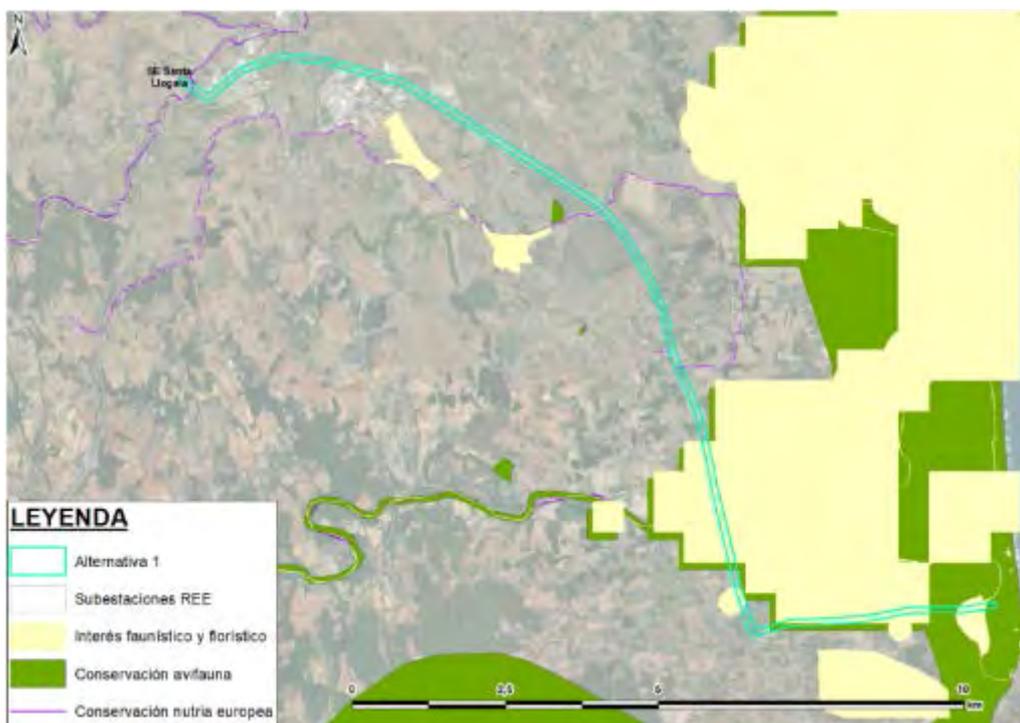


Figura 133. Condicionantes bióticos para la alternativa terrestre 1: planes de conservación.

Medio socio-económico

- **ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS:** Interferencia con ZEC ES5120021 “Riu Fluvià”, perteneciente a la Red NATURA 2000, así como al PEIN de Cataluña, en correspondencia con los cruces con el Río Fluvià (área de interferencia con Natura 2000 y PEIN = 0,027 km²).
- **RED FERROVIARIA:** Cruce de la vía ferroviaria en el municipio de Santa Llogaia, en proximidad de la subestación de REE y en el municipio de Vilamalla (3 cruces en total).
- **RED VIARIA:** Cruce con la carretera C31 en Torroella de Fluvià y seguimiento de la misma carretera por un largo tramo, hasta la zona industrial de Vilamalla (aproximadamente 5,5 km).
- **PATRIMONIO CULTURAL:** Proximidad a yacimientos arqueológicos sobre todo en la extremidad norte de Torroella de Fluvià y en Siurana, aunque se evita el cruce con los yacimientos de la zona.
- **COBERTURA DEL SUELO:** el trazado discurre mayoritariamente por zonas de cultivos (área de interferencia = 1,84 km²). Proximidad a zonas industriales en Vilamalla y Santa Llogaia.



Figura 134. Condicionantes socio-económicos para la alternativa terrestre 1.

7.4.2.2 Alternativa Terrestre 2

Esta alternativa conectaría el corredor norte de los cables de evacuación del parque eólico marino, con la subestación de REE de Santa Llogaia. La longitud total del trazado sería aproximadamente de 17,9 km. El inicio de este trazado se mantiene idéntico al de la Alternativa 1 hasta las inmediaciones de los núcleos de Montiró y Pelacalç, adoptando a partir de este punto una dirección general hacia el ONO, hasta Vilamorel, desde donde se dirigiría hacia NNE, para alcanzar la SE de Santa Llogaia.

En los siguientes párrafos se describen los principales condicionantes ambientales del trazado.

Medio físico

- **HIDROLOGÍA:**
- **Ríos:** Cruce del río Fluvià al límite entre los municipios de Ventalló y Torroella de Fluvià.
- **Inundación:** Zonas inundables con periodo de retorno de 10 años solo en correspondencia con el cruce del río Fluvià y de la riera d'Àlguema. Considerando un periodo de retorno de 100 años hay también un pequeño tramo entre Sant Pere Pescador y L'Escala. Si se considera un T de 500 años, las zonas potencialmente afectadas son más extensas.

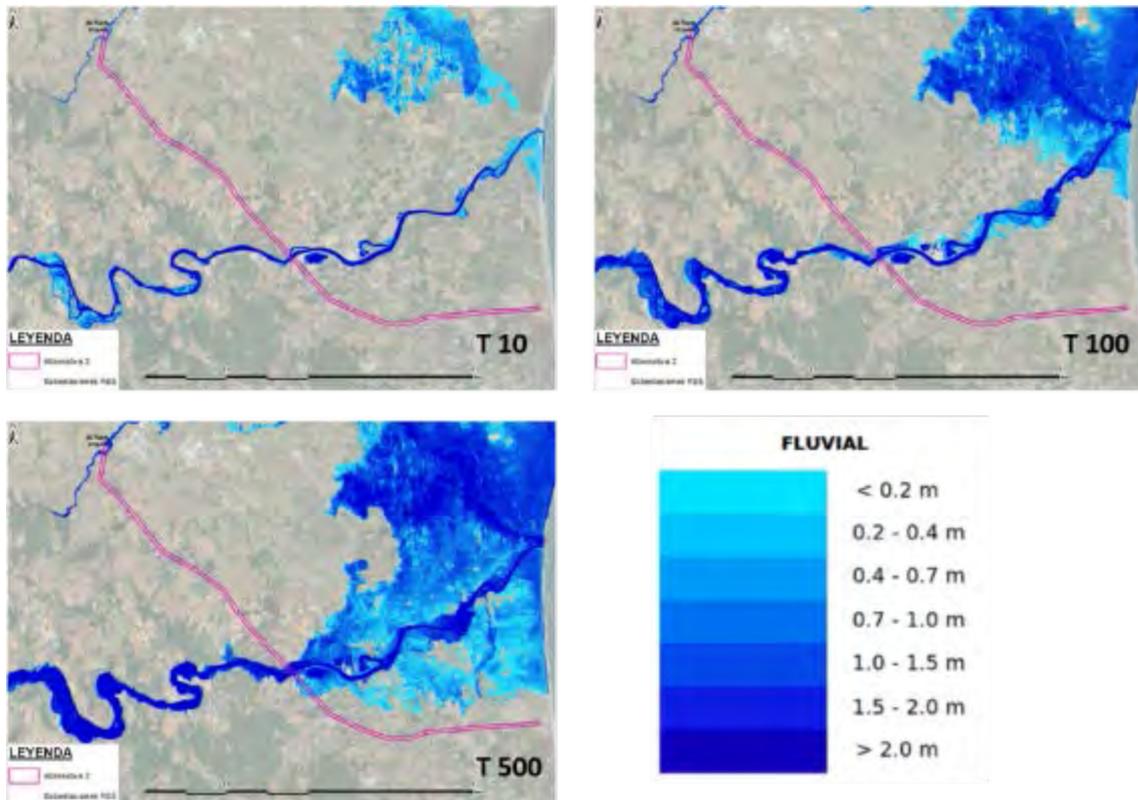


Figura 135. Condicionantes físicos para la alternativa terrestre 2: inundación fluvial con periodo 10, 100 y 500 años.

Medio biótico

- **HICs:** Interferencia con HICs no prioritarios 3150, 3250, 3260, 3270 y 92A0³, coincidiendo con la intersección con el río Fluvià. Interferencia con HICs no prioritarios 9340 y 6420 en áreas limitadas de la parte central de la ruta. Proximidad con HIC de interés comunitario 6220 en un punto de la ruta en el municipio de Sant Miquel de Fluvià. El área total ocupada por HICs no prioritarios es de 0,10 km².

³ HIC 3150: Estaños naturales eutróficos con vegetación nadante (Hydrocharition) o poblamientos sumergidos de espigas de agua (Potamion);
HIC 3250: Ríos mediterráneos con vegetación del *Glaucion flavi*;

- FLORA: 22 especies protegidas por cuadrícula utm 10x10 km que atraviesa la alternativa.
- FAUNA: Ámbito de aplicación de planes de conservación de especies amenazadas:
 - Plan de Conservación de la Avifauna: en la zona sureste de la ruta (área de interferencia = 0,274 km²).
 - Plan de Conservación de la nutria europea (longitud de interferencia = 534 m).
 - Área de interés faunístico y florístico: en la parte sureste de la ruta, en los municipios de Sant Pere Pescador, L'Escala, l'Armentera, y Ventalló (área de interferencia = 0,274 km²).

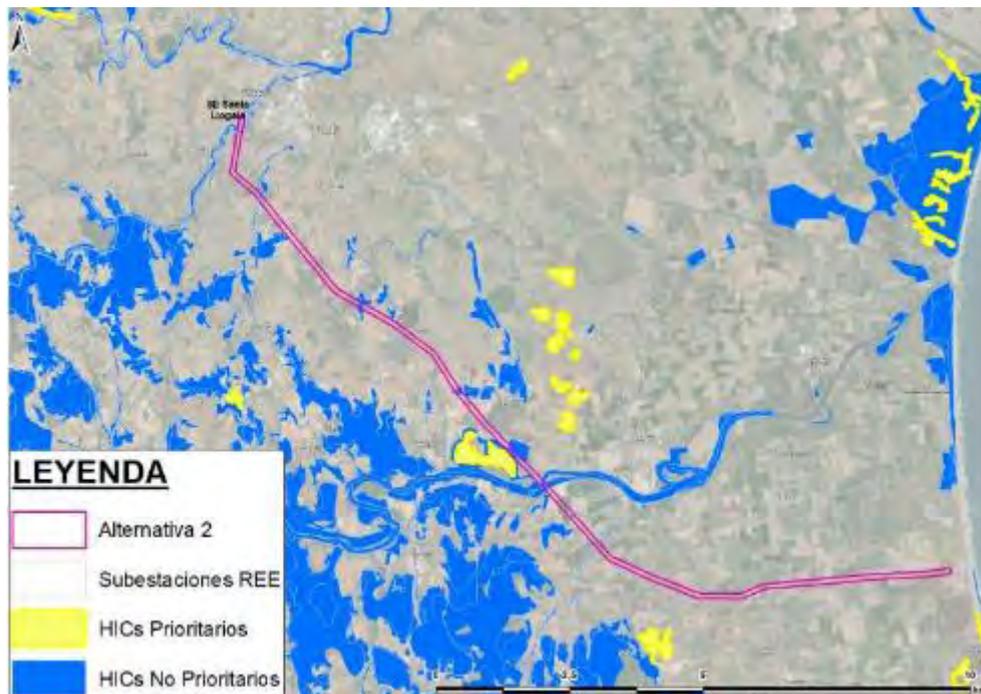


Figura 136. Condicionantes bióticos para la alternativa terrestre 2: hábitats de interés comunitario.

HIC 3260: Ríos de tierra baja y de la montaña mediana con vegetación submergida o parcialmente flotante (*Ranunculon fluitantis* y *Callitricho-Batrachion*);
 HIC 3270: Ríos con bordes cenagosos colonizados por herbazales nitrófilos del *Chenopodium rubri* (p.p.) y del *Bidention* (p.p.);
 HIC 92A0: Alamedas, salgueros y otros bosques de ribera.

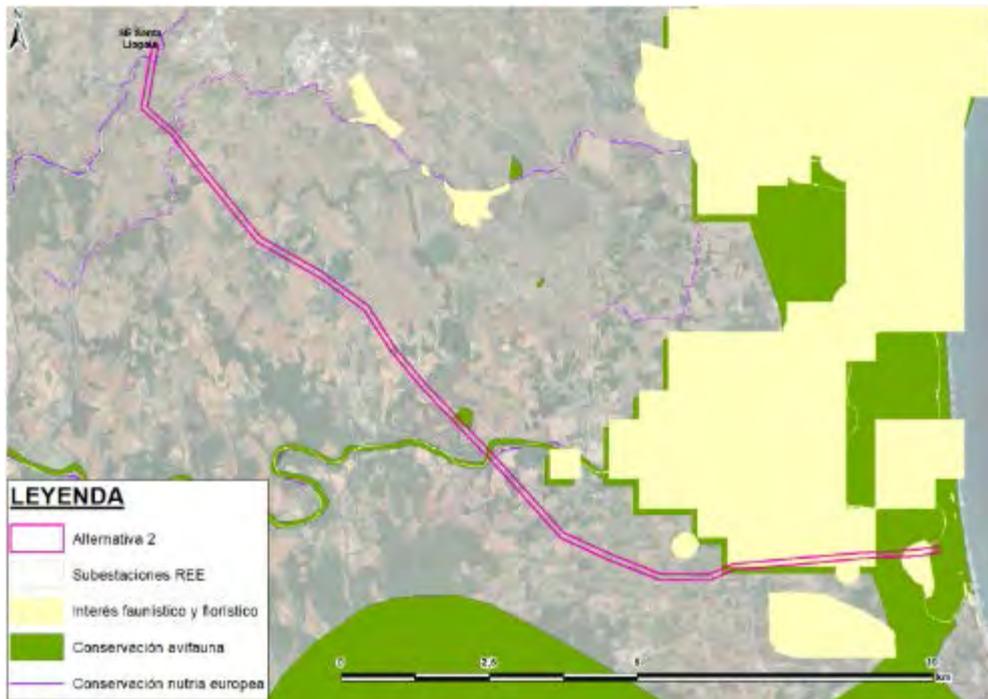


Figura 137. Condicionantes bióticos para la alternativa terrestre 2: planes de conservación.

Medio socio-económico

- **ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS:** Interferencia con ZEC ES5120021 “Riu Fluvià”, perteneciente a la Red NATURA 2000, así como al PEIN de Cataluña, coincidiendo con el cruce con el Río Fluvià (área de interferencia con Natura 2000 y PEIN = 0,014 km²).
- **RED FERROVIARIA:** Cruce de la vía ferroviaria en el municipio de Palau de Santa Eulàlia y seguimiento de la vía ferroviaria por 1,1 km desde el municipio de Borrassà hasta la proximidad de la SE de REE en Santa Llogaia.
- **RED VIARIA:** Cruce de la N11 entre Borrassà y Vilamalla. Cruce de la C26 en Borrassà y C31 en Ventalló.
- **PATRIMONIO CULTURAL:** Evita yacimientos arqueológicos y paleontológicos.
- **COBERTURA DEL SUELO:** El trazado discurre mayoritariamente por zona de cultivos (área de interferencia = 1,69 km²). Pasa cerca de una zona de extracción de gravas y arenas, arcilla y caolín, regulada por la ley 12/1981, en Ventalló.

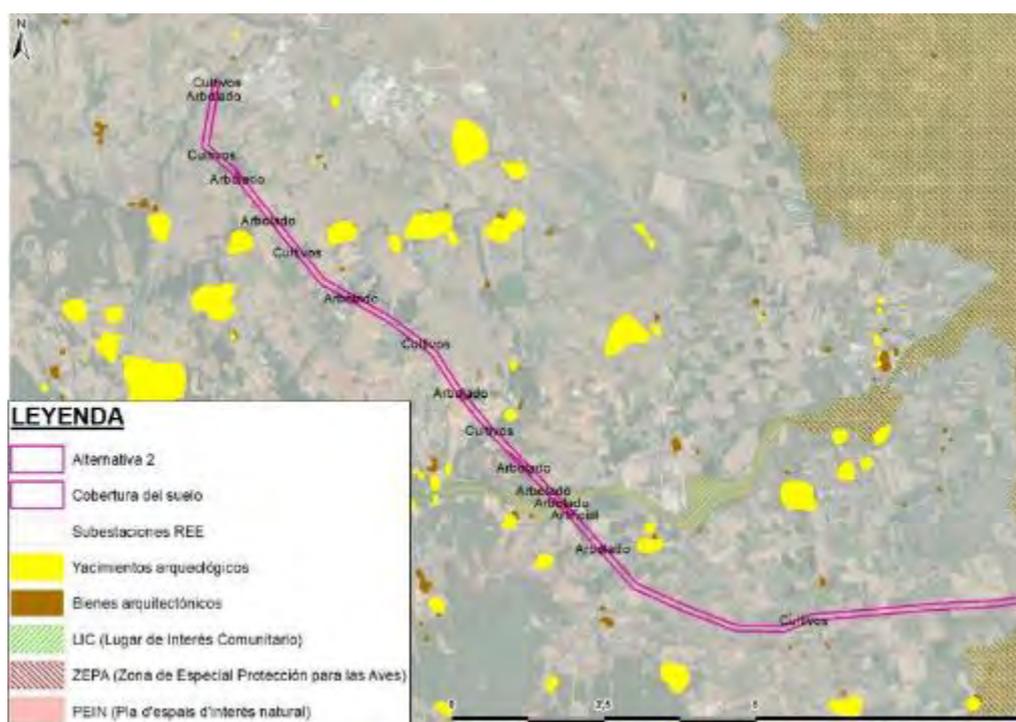


Figura 138. Condicionantes socio-económicos para la alternativa terrestre 2.

7.4.2.3 Alternativa Terrestre 3

Esta alternativa conectaría el corredor sur de los cables de evacuación del parque eólico marino, con la subestación de REE de La Farga. La longitud total del trazado sería aproximadamente de 25,4 km.

La ruta partiría de la subestación en Torroella de Montgrí con dirección aproximada hacia el OSO hasta el municipio de Gualta, y después el trazado discurriría en dirección promedio hacia ONO, hasta llegar a la subestación de La Farga. En el área hay una presencia limitada de casas aisladas o masías, que distan al menos 100 m de la ruta propuesta.

En los siguientes párrafos se describen los principales condicionantes ambientales del trazado.

Medio físico

- **HIDROLOGÍA:**
- **Ríos:** Cruce del río Ter en cinco puntos, uno de ellos al principio del trazado, en el municipio de Torroella de Montgrí, mientras que los otros cuatro cruces se localizan en la parte final de la ruta. Estos últimos cruces están asociados a una zona a meandros del río.
- **Inundación:** Zonas de inundación fluvial con periodo de retorno de 10 y 100 años (Río Ter y Río Daró). Dado que la ruta propuesta en esta alternativa discurre paralela al río Ter en gran parte de su recorrido, está particularmente expuesta a fenómenos de inundación fluvial en su extremo occidental, así como en buena parte de la zona central, entre Foixà y Gualta. Si se considera un periodo de retorno de 500 años, se vería también afectado el tramo oriental de la ruta, localizado en el municipio de Torroella de Montgrí.

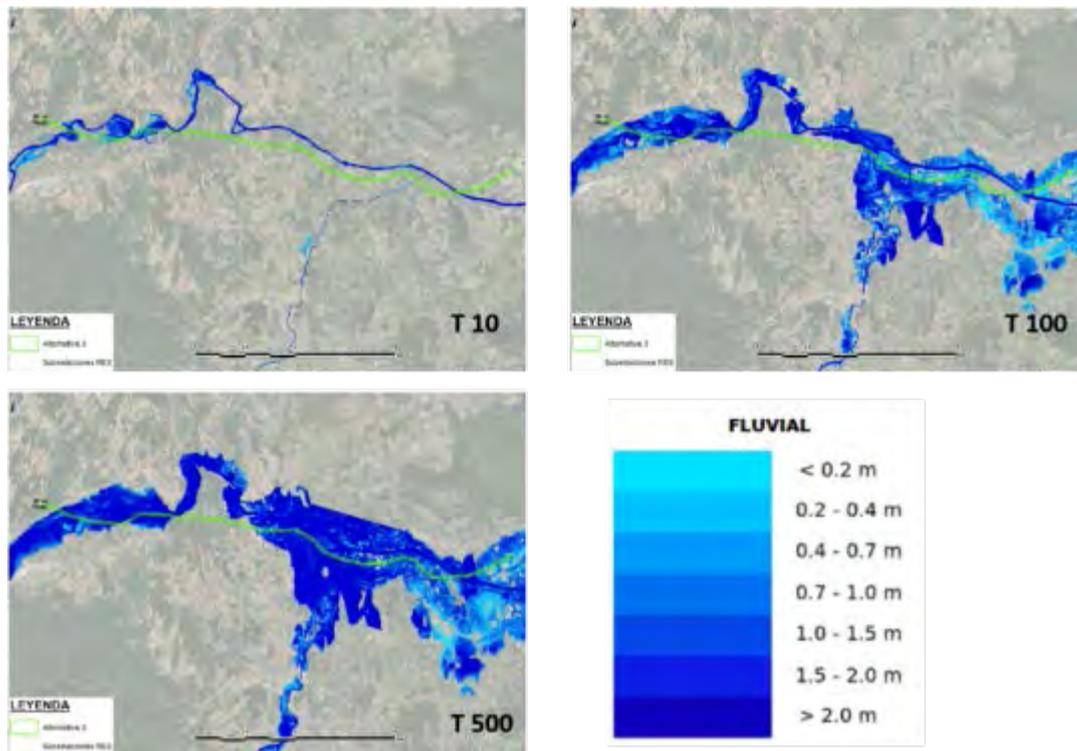


Figura 139. Condicionantes físicos para la alternativa terrestre 3: inundación fluvial con periodo 10, 100 y 500 años.

Medio biótico

- HICs: Interferencia con HICs no prioritarios 3260, 3270, 92A0, 9340 y 9540⁴ coincidiendo con las intersecciones con el río Ter y en el extremo más occidental de la ruta. El área total ocupada por HICs no prioritarios es de 0,63 km².
- FLORA: 32 especies protegidas por cuadrícula utm 10x10 km que atraviesa la alternativa.
- FAUNA: Ámbito de aplicación de planes de conservación de especies amenazadas:
- Plan de Conservación de la Avifauna: en la parte más oriental de la ruta coincidiendo con las intersecciones con el río Ter (área de interferencia = 1,049 km²).
- Plan de Conservación de la nutria europea: coincidiendo con las intersecciones con el río Ter (longitud de interferencia = 260 m).
- Área de interés faunístico y florístico: en la parte este y central de la ruta (área de interferencia = 0,977 km²).

⁴ HIC 3260: Ríos de tierra baja y de la montaña mediana con vegetación submergida o parcialmente flotante (*Ranunculus fluitans* y *Callitriche-Batrachion*);
HIC 3270: Ríos con bordes cenagosos colonizados por herbazales nitrófilos del *Chenopodium rubri* (p.p.) y del *Bidention* (p.p.);
HIC 92A0: Alamedas, salgueros y otros bosques de ribera.
HIC 9340: Encinares y carrascales;
HIC 9540: Pinares mediterráneos.

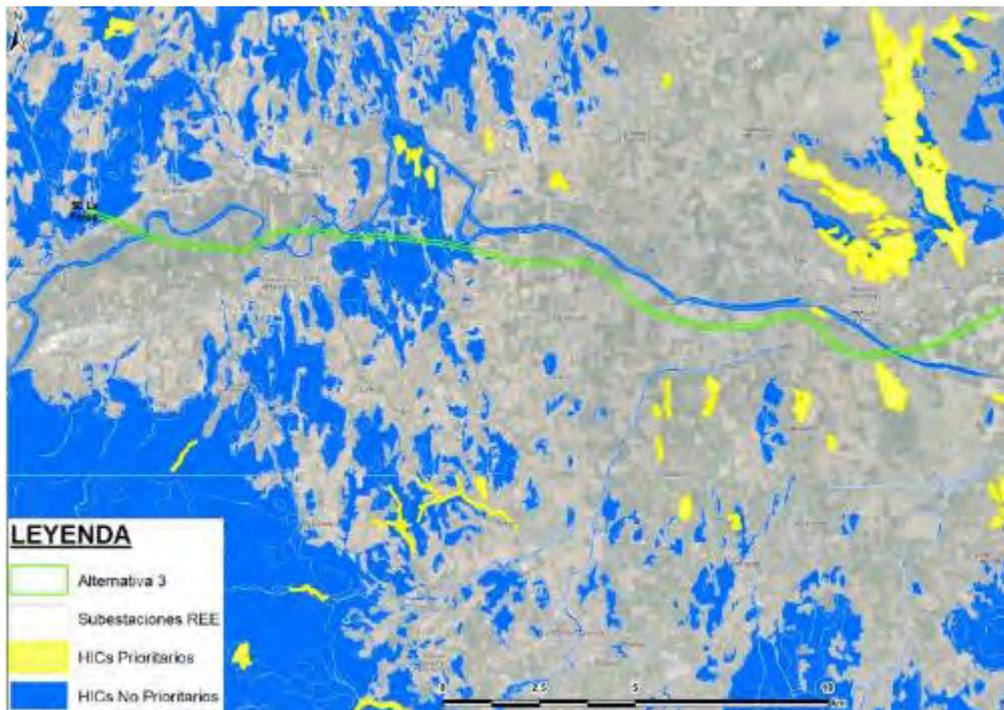


Figura 140. Condicionantes bióticos para la alternativa terrestre 3: hábitats de interés comunitario.

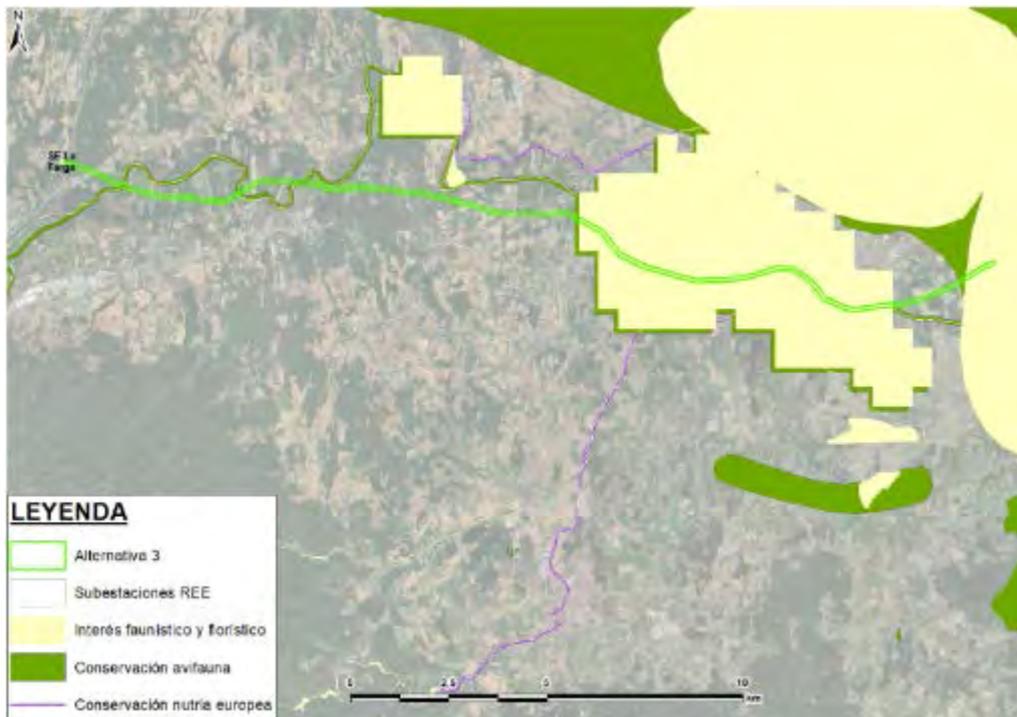


Figura 141. Condicionantes bióticos para la alternativa terrestre 3: planes de conservación.

Medio socio-económico

- **ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS:** Interferencia con ZEC ES5120011 “Riberas del Baix Ter”, perteneciente a Red Natura 2000 y al PEIN de Cataluña, coincidiendo con los cruces con el río Ter (área de interferencia con Natura 2000 y PEIN = 0,04 km²).

Documento Inicial del proyecto “Parque Eólico Marino Flotante Tramuntana, Cataluña”

- RED FERROVIARIA: Cruce de la vía ferroviaria en el municipio de Flassà, coincidiendo con un área que está clasificada como bien arquitectónico.
- RED VIARIA: Cruce de la AP7 al final del trazado, coincidiendo con la SE de La Farga. Cruce de la carretera C31, así como de la C-252.
- PATRIMONIO CULTURAL: No pasa en proximidad de yacimientos arqueológicos.
- COBERTURA DEL SUELO: El trazado discurre mayoritariamente por zonas de cultivo (Área de interferencia = 1,64 km²). Zonas con formaciones arboladas densas (pinos mediterráneos y sobre todo encinares y carrascales) en los municipios de Flassà, Fluixà y Cervià de Ter (área de interferencia = 0,85 km²).

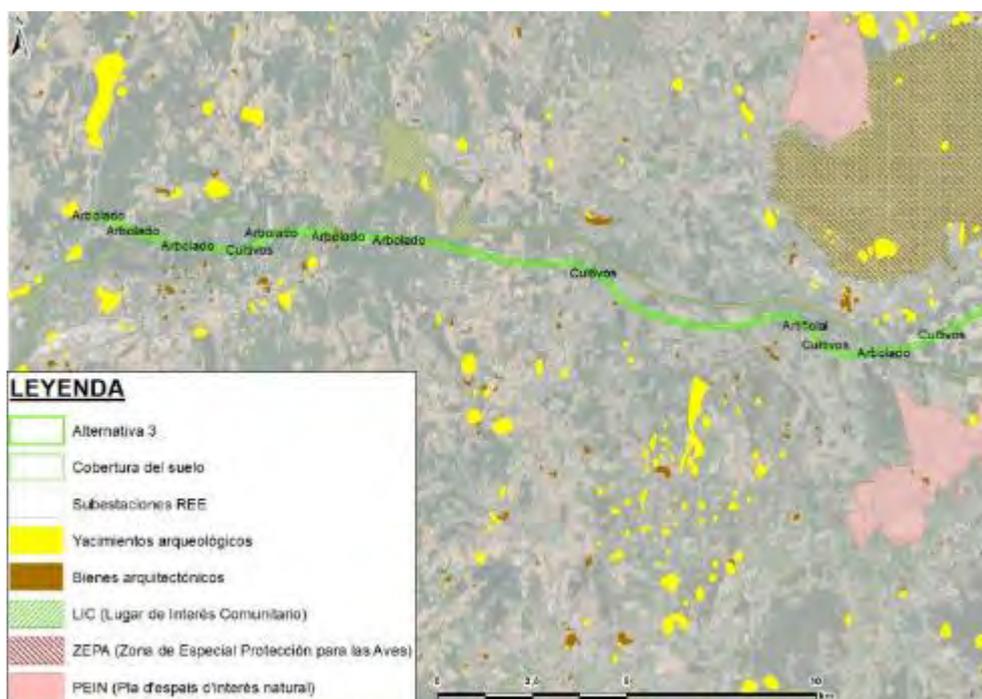


Figura 142. Condicionantes socio-económicos para la alternativa terrestre 3.

7.4.2.4 Alternativa Terrestre 4

Como en el caso de la alternativa terrestre 3, esta alternativa conectaría el corredor sur de los cables de evacuación del parque eólico marino (en Torroella de Montgrí), con la subestación de REE de La Farga. La longitud total del trazado sería aproximadamente de 31,3 km.

La ruta tendría un primer tramo en común con la alternativa 3 hasta el primer cruce con el río Ter, en el municipio de Gualta, después el trazado se dirigiría hacia el SO, hasta llegar al municipio de La Bisbal de L'Empordà. Desde esta zona el trazado cambiaría de dirección dirigiéndose aproximadamente hacia el NO hasta Cervià de Ter, incluyendo varios pequeños cambios de dirección a lo largo de este tramo. Finalmente iría hacia el ONO en la parte final del trazado nuevamente coincidiendo con el trazado de la alternativa 3, hasta la SE de La Farga. La ruta se mantendría en general lejos de los núcleos urbanos y pasaría mayoritariamente por zonas de campos agrícolas.

En los siguientes párrafos se describen los principales condicionantes ambientales del trazado.

Medio físico

- **HIDROLOGÍA:**
- **Ríos:** Cruce del río Ter en dos puntos, uno de ellos al principio del trazado, en el municipio de Torroella de Montgrí, y el otro en la parte final de la ruta, en el municipio de Cervià de Ter. Cruce del río Daró en dos puntos, uno en el municipio de Fontanilles y el otro en el municipio de Corsà.
- **Inundación:** Zonas de inundación fluvial con periodo de retorno de 10 y 100 (Río Ter y Río Daró). La ruta parece afectada por alta y media probabilidad de inundación fluvial en el extremo occidental, en un pequeño tramo entre Corsà y la Bisbal de L'Empordà, y en la zona de Gualta. Si se considera un periodo de retorno de 500 años, se vería también afectada el extremo oriental de la ruta, en el municipio de Torroella de Montgrí.

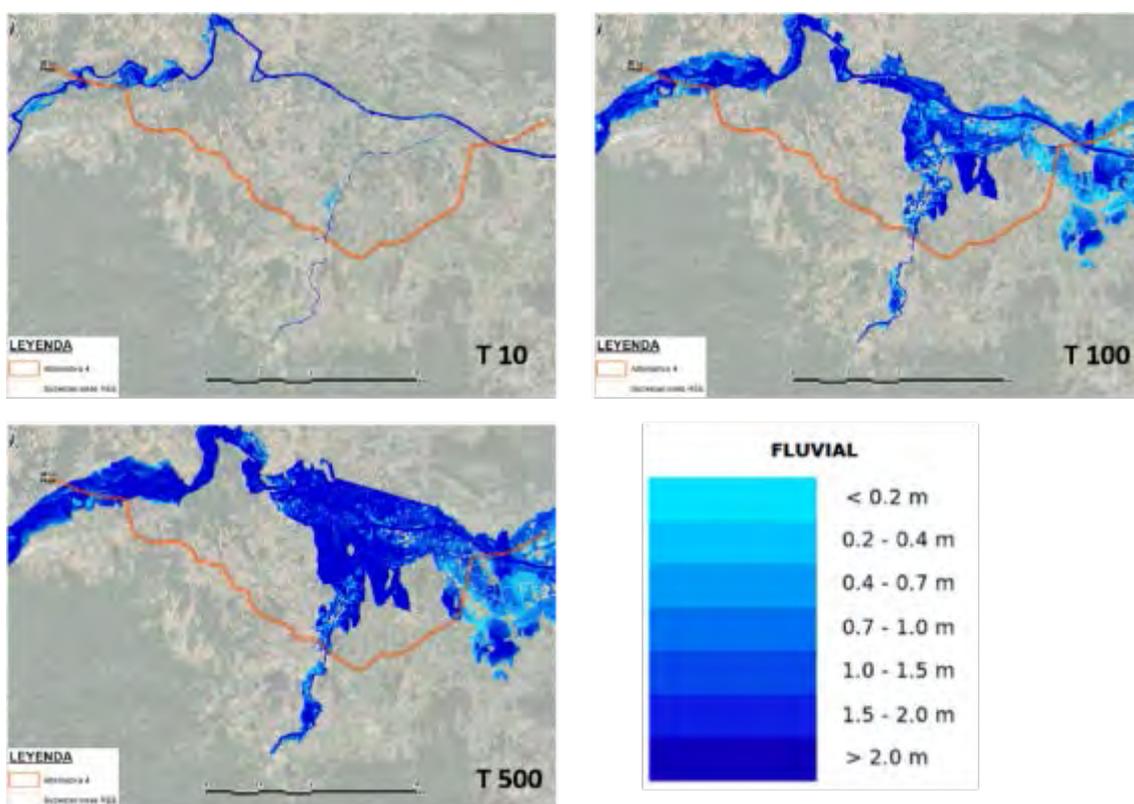


Figura 143. Condicionantes físicos para la alternativa terrestre 4: inundación fluvial con periodo 10, 100 y 500 años.

Medio biótico

- **HICs:** Interferencia con HICs no prioritarios 3260, 3270, 92A0⁵ coincidiendo con las intersecciones con el río Ter y con HICs 9340 y 9540 en varios puntos a lo largo de toda la ruta. El área ocupada por HICs prioritarios y no prioritarios es de 0,003 y 0,66 km², respectivamente.

⁵ HIC 3260: Ríos de tierra baja y de la montaña mediana con vegetación submergida o parcialmente flotante (*Ranunculion fluitantis* y *Callitriche-Batrachion*);

- FLORA: 32 especies protegidas por cuadrícula utm 10x10 km que atraviesa la alternativa.
- FAUNA: Ámbito de aplicación de planes de conservación de especies amenazadas:
 - Plan de Conservación de la Avifauna: en la zona de Gualta y coincidiendo con las intersecciones con el río Ter (área de interferencia = 0,478 km²).
 - Plan de Conservación de la nutria europea: coincidiendo con la intersección con el río Ter en Torroella de Montgrí y de la intersección con el río Daró en Corsà (longitud de interferencia = 272 m).
- Área de interés faunístico y florístico: en la parte oriental de la ruta (área de interferencia = 0,342 km²).

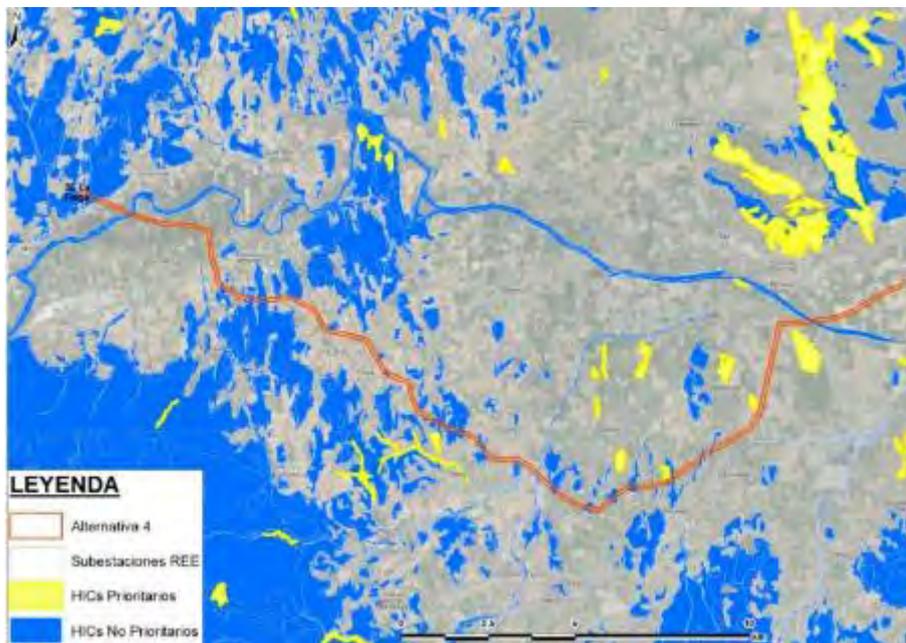


Figura 144. Condicionantes bióticos para la alternativa terrestre 4: hábitats de interés comunitario.

HIC 3270: Ríos con bordes cenagosos colonizados por herbazales nitrófilos del *Chenopodium rubri* (p.p.) y del *Bidention* (p.p.);
 HIC 92A0: Alamedas, salgueros y otros bosques de ribera.

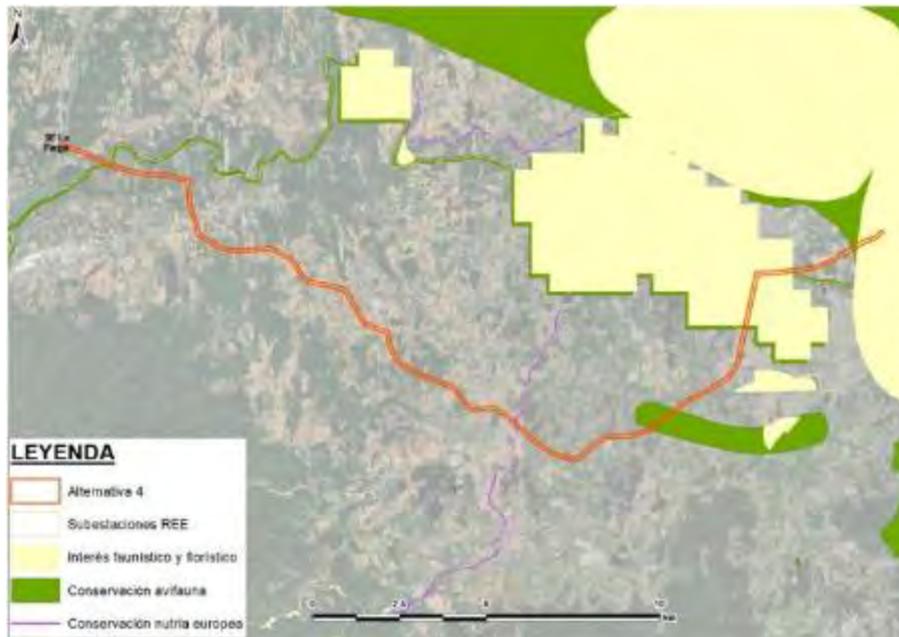


Figura 145. Condicionantes bióticos para la alternativa terrestre 4: planes de conservación.

Condicionantes territoriales

- **ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS:** Interferencia con ZEC ES5120011 “Riberas del Baix Ter”, perteneciente a Red Natura 2000 y al PEIN de Cataluña coincidiendo con los cruces con el río Ter (área de interferencia con Natura 2000 y PEIN = 0,016 km²).
- **RED FERROVIARIA:** Cruce de la vía ferroviaria en el municipio de Sant Joan de Mollet.
- **RED VIARIA:** Cruce de la AP7 al final del trazado, coincidiendo con la SE de La Farga. Cruce de la carretera C66 en Sant Joan de Mollet y seguimiento de la misma carretera por un tramo a la altura de Corsà. Cruce de la carretera C31 y de la C-252.
- **PATRIMONIO CULTURAL:** Presencias de muchas áreas de yacimientos arqueológicos, sobre todo en la zona de Forellac y la Bisbal d’Empordà, justo al sur de Ullastret, y en la zona de Sant Joan de Mollet. El área de interferencia entre el corredor de la ruta y los yacimientos arqueológicos es de 60 m².
- **COBERTURA DEL SUELO:** El trazado discurre mayoritariamente por zona de cultivos (área de interferencia = 2,29 km²). Zonas con formaciones arboladas densas (pinos mediterráneos y encinares y carrascales) en algunos puntos de la ruta (área de interferencia = 0,84 km²). Los pinos mediterráneos prevalecen en la zona entre la Bisbal y Palau-Sator; las encinares y carrascales desde Corsà hasta Sant Joan de Mollet y en el área de Cervià de Ter.

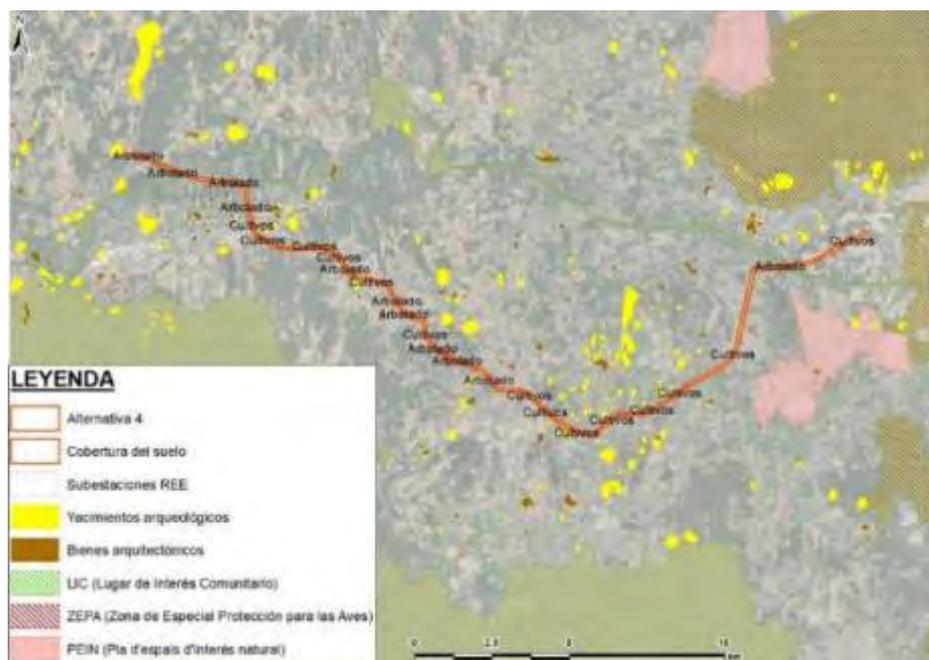


Figura 146. Condicionantes socio-económicos para la alternativa terrestre 4.

7.4.2.5 Alternativa Terrestre 5

Esta última alternativa conectaría el corredor norte de los cables de evacuación del parque eólico marino (con aterraje en el municipio de Sant Pere), con la subestación de REE de La Farga. La longitud total del trazado sería aproximadamente de 22.7 km. La ruta tendría una dirección general hacia OSO hasta el cruce con la carretera GI-623 y después el trazado seguiría hacia SSO, hasta llegar a la SE de La Farga. La ruta se mantendría en general lejos de los núcleos urbanos y de zonas de interés arqueológico, pero pasaría por zonas con hábitats de interés comunitario (no prioritarios).

En los siguientes párrafos se describen los principales condicionantes ambientales del trazado.

Medio físico

- **HIDROLOGÍA:**
- **Ríos:** Esta ruta no cruza ninguno de los ríos principales de la zona.
- **Inundación:** Zonas de inundación fluvial con periodo de retorno de 100 y 500 años en el extremo este de la ruta. No hay zonas potencialmente afectadas por inundación de alta probabilidad (T=10 años).

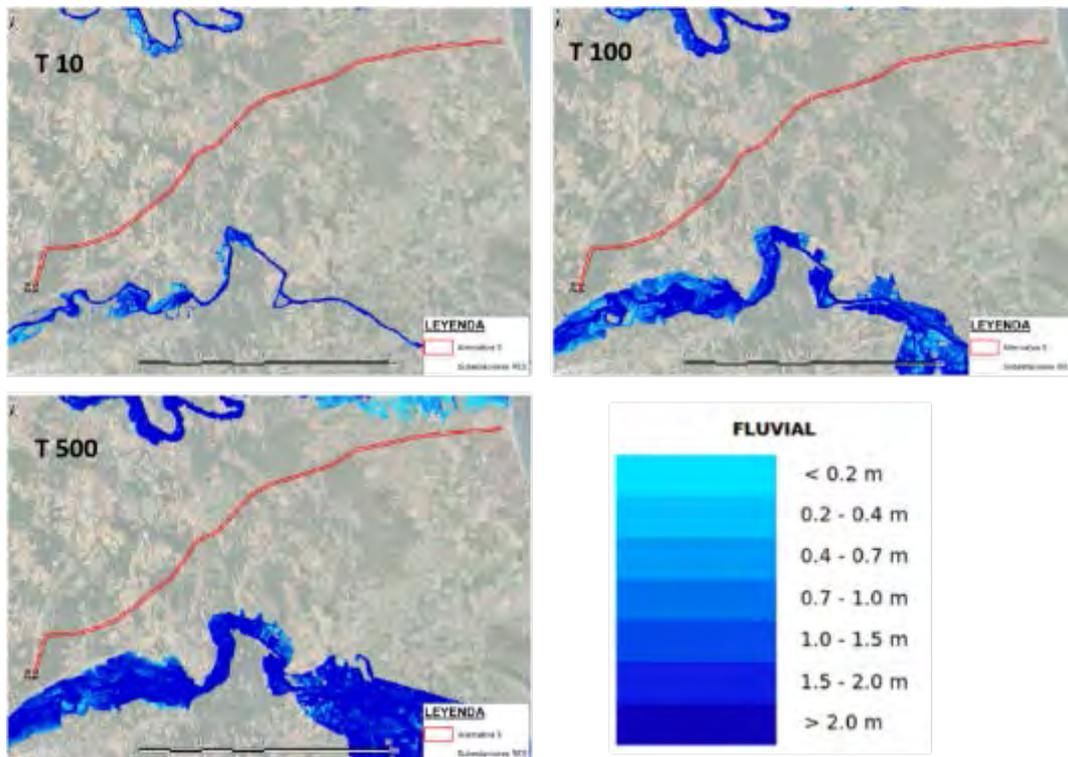


Figura 147. Condicionantes físicos para la alternativa terrestre 5: inundación fluvial con periodo 10, 100 y 500 años.

Medio biótico

- HICs: Proximidad con HIC prioritario 91E0⁶ coincidiendo con del cruce con la riera de Ramena. Interferencia con HICs no prioritarios 9540, 9340 y 92A0 en varios puntos a lo largo de la ruta. El área ocupada por HICs prioritarios y no prioritarios es de 0,003 y 1,45 km², respectivamente.
- FLORA: 18 especies protegidas por cuadrícula utm 10x10 km que atraviesa la alternativa.
- FAUNA: Ámbito de aplicación de planes de conservación de especies amenazadas:
- Plan de Conservación de la Avifauna: en la zona este y central de la ruta. (área de interferencia = 1,0 km²)
- Plan de Conservación de la nutria europea: puntual, en la extremidad este de la ruta (longitud de interferencia = 197 m).
- Área de interés faunístico y florístico: en la parte oriental de la ruta (área de interferencia = 0,238 km²).

⁶ HIC 91E0: Sotos y otros bosques de ribera afines *Aino-Padion*;
HIC 92A0: Alamedas, salgueros y otros bosques de ribera;
HIC 9340: Encinares y carrascales;
HIC 9540: Pinares mediterráneos.

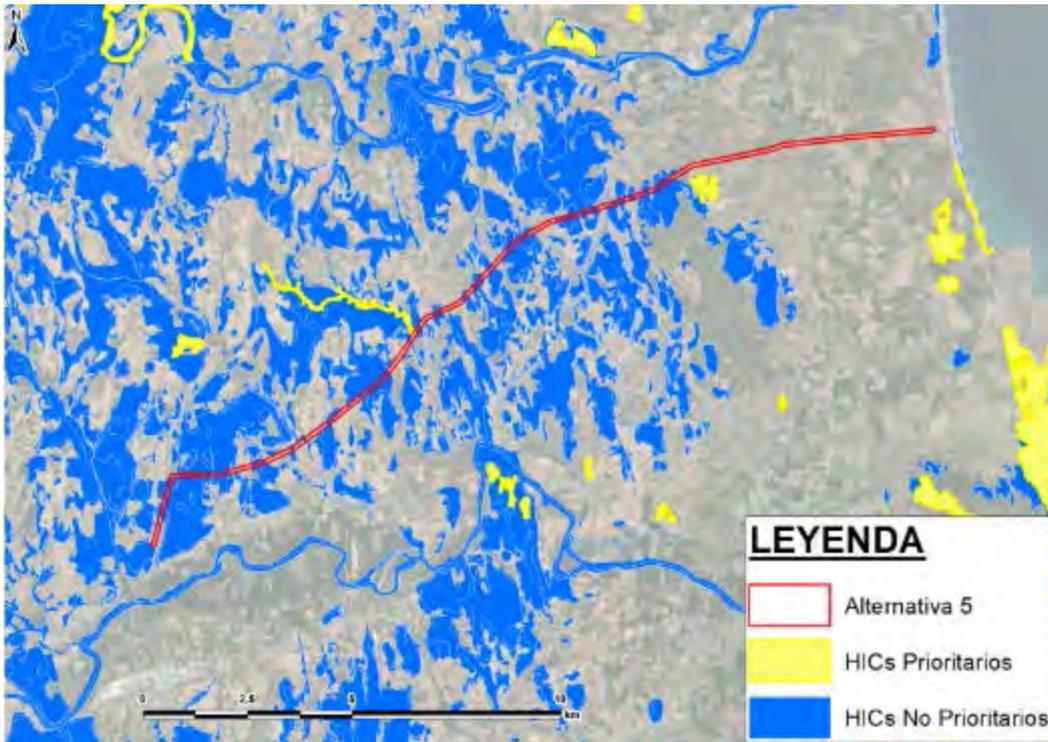


Figura 148. Condicionantes bióticos para la alternativa terrestre 5: hábitats de interés comunitario.

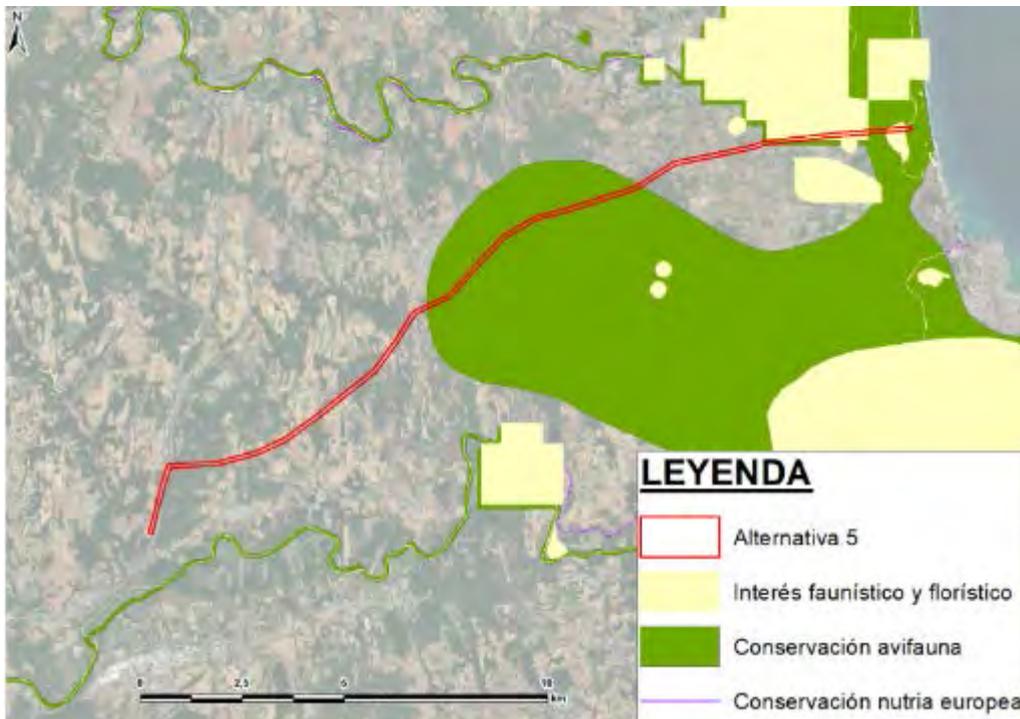


Figura 149. Condicionantes bióticos para la alternativa terrestre 5: planes de conservación.

Condicionantes territoriales

- ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS: no hay interferencia.
- RED FERROVIARIA: Cruce de la vía ferroviaria en el municipio de Vilopriu.

- RED VIARIA: Cruce de la AP7 al final del trazado, en el municipio de Vilademuls y seguimiento de la misma hasta la SE de La Farga. Cruce de la carretera C31 en Ventallò, en la parte oriental de la ruta.
- PATRIMONIO CULTURAL: Proximidad a zonas de interés arqueológico, aunque se evite directamente el cruce de los yacimientos.
- COBERTURA DEL SUELO: Zonas de cultivos en la parte este del trazado y en áreas de la parte central (área de interferencia = 1,39 km²). Algunas zonas arboladas en el tramo centro-occidental de la ruta (pinos mediterráneos y encinares y carrascales) (área de interferencia = 0,84 km²).

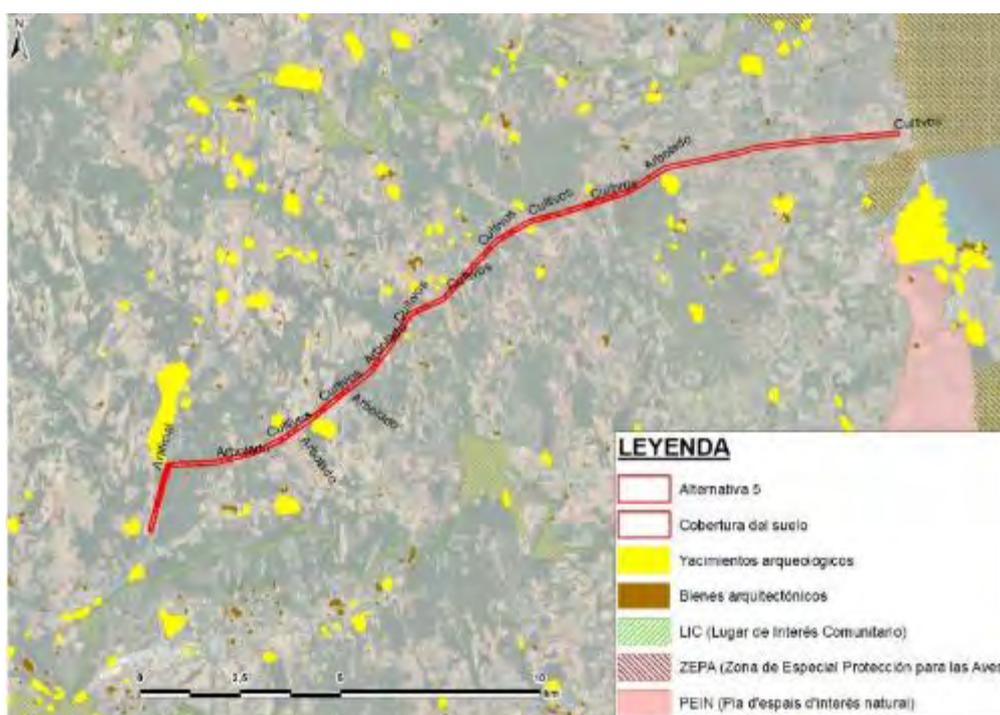


Figura 150. Condicionantes socio-económicos para la alternativa terrestre 5.

7.4.2.6 Comparación entre las alternativas terrestres de cables de alta tensión

En la tabla siguiente se comparan los condicionantes ambientales de cada alternativa de cableado terrestre entre la subestación elevadora y la subestación de REE propuesta en este documento.

Comparando los valores de las alternativas, a cada uno de las alternativas se asigna un color verde, amarillo o naranja a según si el condicionante sea más favorable, mediamente favorable o menos favorable.

Condicionantes			Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5	
Medio físico	Hidrología	Cruces de ríos	1	1	5	4	0	
		Áreas Inundación (km ²)	T10	0,06	0,029	0,4	0,15	/
			T100	0,13	0,04	1,4	0,77	/
			T500	0,48	0,24	1,7	0,93	0,12
Medio biótico	HICs	Áreas (km ²)	Prioritarios	0	0	0	0,003	0,003
			No prioritarios	0,04	0,10	0,63	0,66	1,45
	Flora y Fauna	Nº especies protegidas de flora por cuadrícula utm 10x10 km que atraviesa la alternativa		51	22	32	32	18
		Conservación avifauna (km ²)		0,399	0,274	1,049	0,478	1
		Conservación nutria europea (m)		687	534	260	272	197
Interés faunístico y florístico (km ²)		0,493	0,274	0,977	0,342	0,238		
Medio socio-económico	Espacios Naturales Protegidos	Natura 2000 (km ²)		0,027	0,014	0,042	0,016	0
		PEIN (km ²)		0,027	0,014	0,04	0,016	0
	Red ferroviaria	Cruces		3	1	1	1	1
	Red viaria	Cruces con carreteras		1	3	3	4	2
	Patrimonio	Yacimientos arqueológicos (m ²)		0	0	0	60	0
	Cobertura del suelo	Zonas de cultivo (km ²)		1,84	1,69	1,64	2,29	1,39
Zonas arboladas (km ²)		0,05	0,09	0,85	0,84	0,84		

El estudio de alternativas no ha detectado en esta fase ningún elemento excluyente para ninguna de las opciones propuestas.

Analizando el total de los condicionantes, las alternativas 3 y 4 resultan las menos favorables. La alternativa 5 presenta muchos aspectos favorables, pero tiene bastante afección sobre el medio biótico, principalmente sobre algunos HICs.

Las alternativas 2, seguida por la alternativa 1, se presentan como las opciones más favorables a partir del análisis realizado. Se trata además de las alternativas de trazado terrestre de menor longitud.

8 EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL PROYECTO

En este apartado se definen los potenciales impactos derivados de la implantación del parque eólico marino Tramuntana, así como de las infraestructuras necesarias para la conexión de la energía producida a la red de transporte eléctrico (cables de evacuación marinos, transición marino-terrestre, cableado terrestre subterráneo hasta la subestación transformadora, subestación transformadora, cableado terrestre subterráneo o aéreo hasta la subestación de REE). La evaluación de los impactos permite valorar la incidencia de la ejecución del proyecto y su repercusión en el ámbito de estudio, evaluando todas las afecciones.

La identificación de los efectos potenciales sigue los siguientes pasos:

- Detección de las acciones del proyecto susceptibles de causar un impacto (generadores de impacto).
- Identificación de los factores ambientales que reciben alguna de las acciones (elementos receptores de impacto).
- Identificación de los efectos potenciales.

Una vez identificados los diferentes efectos potenciales que se podrían producir por la ejecución del proyecto, se realizará una valoración objetiva de los factores esenciales del medio físico y biológico y del medio socioeconómico que pueden resultar afectados.

Esta valoración se hace en función del efecto de un determinado generador de impacto sobre los factores a considerar.

Los efectos potenciales se analizarán considerando la fase de obras, la fase de funcionamiento del proyecto y, en la medida de lo posible, la fase de desmantelamiento.

Tal como se describe en el capítulo 5, en la solución propuesta del proyecto de parque eólico se contemplan aerogeneradores de gran capacidad, de 15 MW de potencia, con una altura de buje de aproximadamente 125 m sobre la plataforma (137 m sobre el nivel del mar) y un diámetro de rotor de 230 m, lo que supone una altura total de alrededor de 252 m. No obstante, se han valorado también algunas alternativas con aerogeneradores algo inferiores (12 MW) que corresponden con los de mayor tamaño existentes actualmente en fase comercial. Estos aerogeneradores tienen una altura total de 242-244 m y un diámetro de rotor de 220-222 m, dependiendo del modelo.

Se considera que la diferencia en las dimensiones de estos aerogeneradores es muy pequeña, dado que el aumento de potencia de las turbinas no repercute directamente en la altura del buje o el diámetro del rotor.

Por tanto, no se consideran a priori efectos del proyecto diferentes en función de la potencia de los aerogeneradores finalmente empleados.

8.1 Fase de obras

Se distinguen durante la fase de obras acciones que pueden tener impactos potenciales en mar y en tierra. Los impactos potenciales en mar son relativos a:

- Navegación de buques y embarcaciones auxiliares necesarias en todas las fases de obras y movimiento de maquinaria, y principalmente los destinados a: (i) transporte y colocación de los sistemas de fondeo de los aerogeneradores, (ii) remolque de los aerogeneradores y de sus plataformas (probablemente desde el puerto de Tarragona, donde se prevé su montaje), (iii) tendido y enterramiento de cables de interconexión y evacuación y (iv) operaciones auxiliares de ejecución de la PHD en la zona de transición marino-terrestres y conexión de cables.
- Instalación del cableado de interconexión y evacuación de energía, incluyendo: (i) el tendido de los cables de interconexión entre aerogeneradores, (ii) la ejecución de la PHD en el tramo de transición tierra-mar de los cables de evacuación y (iii) el enterramiento de los cables de evacuación marinos desde el punto de salida de la PHD hasta el parque eólico.
- Instalación de las infraestructuras del parque eólico y cableado de evacuación: (i) la colocación de los sistemas de fondeo de cada aerogenerador del parque eólico y (ii) el tensionado de amarre y conexión de los aerogeneradores al fondo.

Los impactos potenciales en tierra son relativos a:

- Movimientos de tierra necesarios para (i) la construcción de la arqueta de transición marino-terrestre subterránea, (ii) la construcción de la subestación transformadora, (iii) la zanja para la conducción de los cables terrestres entre la arqueta y la subestación transformadora, (iv) la zanja para enterrar los cables terrestres de conexión a la SE de REE, en las soluciones de conducción subterránea y, (v) la cimentación de los apoyos en el caso de los tramos de cableado aéreo.
- Movimiento y estacionamiento de maquinaria en todas las fases de obras en tierra.
- Acopio de materiales durante la construcción de la arqueta de transición, de la subestación transformadora, de los apoyos y durante el tendido de los cables.
- Teniendo en cuenta las acciones que pueden llevar a impactos potenciales durante la fase de obras, así como las características del medio susceptibles de ser alteradas, se construye una matriz de causa-efecto, antes de describir los impactos potenciales que se podrían tener sobre los diferentes factores ambientales.

Matriz de relación causa-efecto Fase de obras en el dominio marino			Acciones que causan impacto ambiental			
			Navegación	Instalación cables submarinos	Instalación aerogeneradores	
Factores ambientales	Medio físico	Atmósfera	Calidad sonora	++		
			Contaminación atmosférica	++		
	Sedimentos	Suspensión		++	++	
		Morfología		+	+	
	Aguas	Turbidez		++	++	
		Contaminación		+	+	
	Medio biótico	Flora	Comunidades bentónicas		++	+
			Comunidades bentónicas		++	++
		Fauna	Peces pelágicos	+		+
			Cetáceos	+		+
			Tortugas	+		+
	Medio socio-económico	Actividad pesquera	Zonas de pesca	++	+++	+++
		Patrimonio cultural	Yacimientos arqueológicos		++	+
		Población y turismo	Temporada de baño		+	

Leyenda: + magnitud baja / ++ magnitud media / +++ magnitud elevada

Figura 151. Matrix de relación causa-efecto para la fase de obras en el dominio marino.

Matriz de relación causa-efecto Fase de obras en el dominio terrestre			Acciones que causan impacto ambiental			
			Movimiento de tierra	Movimiento de maquinaria	Acopio de materiales	
Factores ambientales	Medio físico	Atmósfera	Calidad sonora	++	++	
			Contaminación atmosférica	++	++	++
	Suelo		Destrucción	+++		
			Propiedades	+++	++	+
	Aguas		Turbidez	+	+	
			Composición	+	+	
	Medio biótico	Flora		Destrucción	+++	
				Modificación crecimiento	++	++
		Fauna	Avifauna		++	+
	Medio socio-económico		Población	++	+++	
		Patrimonio cultural	Yacimientos arqueológicos	+++		
		Paisaje	Elementos antropogénicos	++		++

Legenda: + magnitud baja / ++ magnitud media / +++ magnitud elevada

Figura 152. Matrix de relación causa-efecto para la fase de obras en el dominio terrestre.

8.1.1 Medio físico

8.1.1.1 Atmósfera

Dominio marino

El impacto que se puede producir sobre la atmósfera está relacionado al ruido y a la emisión de gases debido a la navegación de los buques y embarcaciones auxiliares, así como al uso de maquinaria en las varias fases de obras.

La operación del barco cablero y de las otras embarcaciones necesarias para el remolque, fondeo y conexión de los aerogeneradores genera ruido en el medio marino. No hay demasiados estudios sobre el impacto del ruido en la fauna, pero principalmente puede afectar a mamíferos marinos y aves, alterando su comportamiento. Según la bibliografía consultada, el ruido generado por barcos cableros en aguas someras es del orden de 178-188 dB re 1uPa, a 1 m de la fuente a una frecuencia de entre 0,7 y 50 kHz. Las frecuencias emitidas pueden afectar tanto a especies de cetáceos de bajas frecuencias (ballenas, que tienen un máximo de sensibilidad acústica entre 0,5 y 5 kHz) como a las especies de altas frecuencias (delfines, que tienen el máximo de sensibilidad acústica entre 20 y 50 kHz). Según los datos de la National Oceanographic and Atmospheric Organization de los EEUU (NOAA) se producen efectos fisiológicos temporales negativos a partir de los 153 dB re 1uPa. Si se comparan estos resultados con las tablas publicadas por la NOAA, el riesgo existente de efectos directos se limita a animales ubicados en las inmediaciones de la fuente de ruido, y que en todo caso los efectos negativos serían de carácter temporal. Tratándose de aerogeneradores sobre plataformas flotantes, el proyecto del parque eólico no incluye la hincada de pilotes, que podría incrementar los niveles de ruido generado y tener un mayor impacto sobre estas especies (Bergström et al., 2014).

Las embarcaciones y la maquinaria utilizadas contarán con las revisiones y mantenimientos necesarios para garantizar la generación del mínimo ruido posible, así como las mínimas emisiones de gases a la atmósfera. En el caso de las embarcaciones, estas deberán contar con certificaciones en relación a la emisión acústica (p.e. Silent-E).

Dominio terrestre

En el caso de las obras en tierra, el impacto que se puede producir sobre la atmósfera está relacionado con el ruido por el movimiento de maquinaria y la emisión de partículas y gases debido al uso de maquinaria y movimiento de tierras en diferentes fases de la obra. Las obras pueden causar localmente un aumento de partículas en suspensión y su posterior deposición sobre el terreno. El problema es normalmente mayor en presencia de clima seco.

En cualquier caso, estos efectos sobre el ruido y la emisión en la atmósfera se consideran poco relevantes, debido a la escasa magnitud de las obras, que se producirán alejadas de núcleos urbanos y de manera discontinua, según avancen los distintos equipos de trabajo.

8.1.1.2 Suelo/sedimentos

Dominio marino

La afección a los sedimentos en mar está relacionada con la movilización del fondo marino y resuspensión de sedimentos en diferentes fases de las obras (ver el apartado 8.1), siendo las más significativas el enterramiento de los cables de evacuación y el anclaje del sistema de fondeo de los aerogeneradores.

El aumento de turbidez puede alterar el comportamiento de la fauna asociada al sedimento, como crustáceos o peces de fondo, y afectar al sistema alimentario de animales sésiles filtradores que no tienen opción de desplazarse (esponjas, corales y gusanos filtradores). Otras alteraciones del fondo marino en relación con la construcción del proyecto pueden ser la alteración de la morfología del fondo, la modificación de las condiciones físico-químicas de los sedimentos, la alteración de ciertas formas sedimentarias y la contaminación del lecho marino. En fase de trabajos de campo de detalle para elaborar la cartografía bionómica se delimitará la actual pradera de *Cymodocea nodosa* existente en aguas someras (<30 m), así como otros potenciales hábitats de interés (p.e. coralígeno, fondos de maërl) para adaptar el diseño del trazado y parque de manera que se evite o minimice la afección sobre las comunidades de elevado interés ecológico.

Dominio terrestre

La afección al suelo en las obras en tierra se debe a los movimientos de tierras relacionados con las obras necesarias para la construcción de la arqueta de transición, la subestación transformadora, la zanja para la conducción del cableado terrestre (cuando vaya enterrado) y la cimentación de los apoyos en el caso del cableado aéreo. Al mismo tiempo la afección al suelo se debe también al movimiento de maquinaria, aunque en este caso los efectos potenciales sean más limitados.

En general se producirá la eliminación de la capa de tierra vegetal en las zonas afectadas por las obras.

8.1.1.3 Aguas

Dominio marino

El efecto potencial sobre las aguas en el medio marino viene dado por un lado por la movilización sedimentaria en el enterramiento de los cables, así como en el anclaje de los sistemas de fondeo de los aerogeneradores, que provocan un incremento de sólidos en suspensión (básicamente finos) que supone un aumento de los niveles de turbidez de las aguas.

El carácter lineal de la obra para el tendido de cables y la ausencia de zonas de confinamiento, hacen que cualquier modificación en la calidad del agua quede sometida inmediatamente a la influencia de la hidrodinámica de la zona. El aumento de la turbidez del agua podría eventualmente provocar contaminación de la misma en presencia de sustancias químicas en el sedimento, si bien se considera altamente improbable al tratarse de sedimentos litorales sin actividad contaminante próxima.

Por otro lado, el efecto potencial sobre las aguas marinas deriva del riesgo de vertidos accidentales de aceites e hidrocarburos desde las embarcaciones que participen en la construcción del proyecto. Este riesgo se considera mínimo, ya que éstas deberán pasar los correspondientes controles de calidad, así como cumplir el convenio MARPOL.

Dominio terrestre

Para la propuesta de alternativas se ha tenido en cuenta la presencia de cursos fluviales y zonas húmedas en el ámbito, dominio público hidráulico asociado a los anteriores, y zonas de inundación.

En el caso de las obras en tierra, los impactos potenciales sobre las aguas continentales están relacionados con el movimiento de tierras, movimiento de maquinaria y las obras de cimentación de los diferentes elementos del proyecto.

Los impactos derivarían (i) del posible depósito de sedimentos en los cursos de agua presentes en la zona, alterando las condiciones de las comunidades bentónicas en relación a la turbidez; (ii) de la contaminación por vertido accidental de sustancias contaminantes (hidrocarburos, grasas y aceite en relación a los camiones y las maquinarias de las obras); (iii) de la modificación de la red hidrográfica.

Es importante destacar que la red hidrográfica no se verá afectada, ya que, en presencia de cursos fluviales, se procederá a su cruzamiento por medio de tendido aéreo y/o subterráneo (PHD). Asimismo, las estructuras de nueva ejecución se diseñarán para no afectar al Dominio Público Hidráulico. Los trabajos para la realización del proyecto causaran la eliminación de la cubierta vegetal (temporal o permanente), así como la compactación del terreno. Estos factores pueden tener efectos negativos sobre la infiltración de agua en el terreno, así como el arrastre de partículas sólidas; no obstante, se considera que las superficies afectadas son limitadas y estarán en su mayoría solo desnudas y compactadas temporalmente.

8.1.2 Medio biótico

8.1.2.1 Flora

Para la propuesta de alternativas se ha tenido en cuenta la presencia de hábitats de interés comunitario (HIC) existentes y áreas de flora de interés, buscando rutas que minimicen la afección directa de las mismas.

Dominio marino

Como principal elemento de flora marina destaca la presencia de una franja costera de la fanerógama marina *Cymodocea nodosa* entre aproximadamente 5 y 25 m de profundidad.

Entre los potenciales efectos directos destaca la ocupación del fondo marino por diversas instalaciones (tendido de cables, colocación de anclas y/o lastres), que conlleva la pérdida de las comunidades que colonizan dichos fondos. Las rutas de cables y posiciones de fondeo se diseñarán para minimizar la afección de comunidades de alto valor ecológico (p.e. fanerógamas marinas, coralígenos, Maërl), tratando de ocupar fondos blandos no vegetados y sin presencia de especies sésiles.

La apertura de la zanja submarina para los cables de evacuación durante las obras supondría una pérdida de superficie vegetada en el caso de presencia de vegetación. En fase de proyecto se realizará una cartografía bionómica para diseñar un corredor por zonas exentas o con escasa vegetación. Donde no resulte posible, se llevará a cabo una técnica constructiva que minimice o anule el impacto sobre esta comunidad vegetal marina, como la perforación horizontal dirigida (PHD).

Por otro lado, el aumento de la concentración de finos en suspensión debido a la apertura de la zanja conlleva a un doble efecto sobre la vegetación marina:

- El paulatino depósito de finos en los tejidos de las plantas submarinas que será de baja intensidad salvo en las zonas próximas a las zanjas.
- La disminución de la disponibilidad de energía luminosa, debido al incremento de la turbidez. Este factor producirá un deterioro de las especies vegetales asentadas sobre los fondos marinos próximos al área de ejecución de las obras.

Dominio terrestre

Las actuaciones en las que la vegetación se ve más afectada por estas infraestructuras son debidas a la explanación para la construcción de la subestación eléctrica, la apertura de accesos y a la construcción de los apoyos para el tramo aéreo o la apertura de las zanjas subterráneas y la arqueta de conexión, ya que para ello es necesario eliminar la vegetación existente.

Otro efecto que podría ser relevante sobre la vegetación es la necesidad, en algunos casos, de despejar un corredor de seguridad desprovisto de árboles a ambos lados del cableado terrestre. Este corredor es necesario, en el caso de tendidos aéreos, para evitar que cualquier elemento se sitúe a una distancia inferior de la de seguridad de los conductores y genere un arco eléctrico, con la consiguiente falta de servicio en la instalación y el consiguiente riesgo de incendio. En el caso de tendido subterráneo, el corredor minimiza el riesgo de afección de las raíces de los árboles a la infraestructura de conducción eléctrica.

En la mayor parte de las ocasiones no es necesaria la apertura de estos corredores, ya que el trazado propuesto evita las zonas arboladas, y la vegetación existente o bien no alcanzará la altura suficiente como para suponer un riesgo para el tendido aéreo, o no desarrollará raíces lo suficientemente invasivas como para poner en peligro la conducción subterránea.

Para la propuesta de alternativas se han tenido en cuenta los hábitats de interés comunitario (HIC) existentes y áreas de flora de interés, buscando rutas que minimicen la afección directa de las mismas.

8.1.2.2 Fauna

Dominio marino

Para la propuesta de alternativas se ha tenido en cuenta la presencia de la zona de protección de avifauna en la zona marítima y la ZEPIM para la protección de cetáceos en la zona profunda.

Durante las fases de obras, las comunidades animales acuáticas se verán influenciadas por el movimiento de maquinaria, así como la navegación de las embarcaciones necesarias para la ejecución del proyecto. Asimismo, se causará la alteración de diferentes hábitats y biocenosis, a consecuencia del enterramiento de los cables y del incremento de la turbidez, también asociado al anclaje del sistema de fondeo de los aerogeneradores.

En cuanto a las especies pelágicas, sus alteraciones estarán relacionadas con el incremento de la turbidez de las aguas durante algunas de las fases de obra. Estas no serán significativas respecto a la situación de partida y además tendrán carácter transitorio.

Otra afección a la fauna marina durante las obras está relacionada con las posibles colisiones con barcos. En general las embarcaciones que realizarán las obras navegan a baja velocidad, sobre todo en el caso del buque cableero. Se considera que las especies de cetáceos, peces pelágicos, peces nectónicos o tortugas podrán eludir las embarcaciones. La operación que prevé una mayor distancia de navegación es el remolque de los aerogeneradores y las plataformas, que serán probablemente transportados desde el puerto de Tarragona.

La probabilidad de colisiones con la fauna marina es mayor, en relación a la mayor distancia de navegación, si bien debe considerarse una baja probabilidad de colisión al navegar a velocidades bajas (<5 nudos). Se tendrán que adoptar todas las medidas previstas para la tutela de cetáceos y tortugas marinas.

Dominio terrestre

Las principales molestias generadas durante la fase de obras sobre todos los grupos faunísticos terrestres, son debidas especialmente al tránsito de maquinaria pesada que genera ruido y polvo, por la apertura de accesos y eliminación de la vegetación, etc. La mayor afección se espera por efectos indirectos (ruido) sobre especies de avifauna en las zonas húmedas próximas, por la diversidad e interés de las especies que se dan en los Aiguamolls de l'Empordà.

8.1.3 Medio socio-económico

Dominio marino

El impacto más significativo durante las fases de obra en mar está relacionado con la actividad pesquera en la zona. Las obras, así como la navegación de los barcos, por un lado, producen la ocupación de la zona impidiendo la pesca en la proximidad, y por el otro aumentan el ruido y la turbidez del agua, pudiendo afectar las capturas. La valoración efectiva de esta afección, así como las medidas que compatibilicen la construcción del cable submarino y la actividad pesquera, se establecerán en el futuro estudio de impacto ambiental.

Otro impacto potencial en fase de obras marinas está relacionado con la posible afección al patrimonio cultural sumergido durante las operaciones de enterramiento de los cables de evacuación. Para evitar tal impacto, se deberá llevar a cabo una campaña geofísica marina con el objetivo de identificar la presencia de elementos arqueológicos en el área.

Finalmente, un impacto socio-económico adicional del proyecto durante algunas fases de la obra es la afección a la población y al turismo, ya que el aumento de turbidez relativo a la movilización del fondo marino cerca de la costa podría tener un efecto negativo sobre los usuarios de la playa. La misma afección podría verificarse en el caso de microvertidos al mar por parte de las embarcaciones involucradas en la obra. Cabe señalar en este aspecto que se trata de un efecto temporal de baja duración, puesto que el tendido de cada cable, una vez conectado con la zona de aterraje a través de la PHD, se realiza a una velocidad de navegación de aprox. 1-2 nudos, con una longitud de tendido de aproximadamente entre 13 y 19 millas. Dichos trabajos se programarán fuera de la temporada de baño (junio-septiembre).

Dominio terrestre

La afección durante las obras en tierra está relacionada principalmente a molestias a la población debido al incremento del tránsito de vehículos, a los cortes viarios y a las propias obras de construcción.

Asimismo, los movimientos de tierra y de maquinaria, así como la edificación de las estructuras terrestres, afectarán el paisaje, que tiene en general una calidad alta en el ámbito de estudio. Un estudio detallado del paisaje se hará como parte del EIA para determinar, evaluar y minimizar los efectos de las obras sobre el paisaje.

Otro impacto potencial en fase de obras terrestres está relacionado con la posible afección al patrimonio cultural presente en el área, en el caso de zanjas para el enterramiento de los cables. Para evitar tal impacto, el cableado terrestre deberá evitar los yacimientos arqueológicos existentes, planteándose la opción de cableado aéreo en las proximidades de las áreas más ricas en patrimonio arqueológico.

8.2 Fase de funcionamiento

Las acciones que pueden generar impactos potenciales durante el funcionamiento del proyecto se pueden dividir entre el medio marino y terrestre.

En el mar estas acciones están relacionadas directamente con el funcionamiento normal de los aerogeneradores y de los cables de evacuación e interconexión, así como las operaciones de inspección, mantenimiento y reparación del sistema.

En tierra las acciones con impactos potenciales son relativas al funcionamiento de la subestación transformadora y de los cables aéreos y/o subterráneos, así como a las operaciones de mantenimiento y reparación. Hay que tener en cuenta que el mantenimiento y la reparación del sistema, en mar y en tierra, son acciones en general puntuales y temporales respecto a la explotación de las infraestructuras del proyecto.

Teniendo en cuenta las acciones que pueden generar impactos potenciales durante la fase de funcionamiento, así como las características del medio susceptibles de ser alteradas, se construye una matriz de causa-efecto, antes de describir los impactos potenciales que se podrían dar sobre los diferentes factores ambientales.

Matrix de relación causa-efecto Fase de funcionamiento en el medio marino			Acciones que causan impacto ambiental				
			Aerogeneradores	Cables	Mantenimiento instalaciones		
Factores ambientales	Medio físico	Atmósfera	Calidad sonora	++		+	
				Calidad atmosférica			+
				Campos electromagnéticos		++	
		Sedimentos		Suspensión			+
				Morfología			+
		Aguas		Turbidez			+
				Composición			+
		Medio biótico	Flora	Comunidades bentónicas			+
				Comunidades bentónicas			+
			Fauna		Aves	+++	
				Cetáceos			+
		Medio socio-económico	Actividad pesquera	Zonas de pesca	+++	++	+
				Tráfico marítimo	Rutas comerciales y de pesca	++	
			Paisaje	Visión desde costa	+++		

Leyenda: + magnitud baja / ++ magnitud media / +++ magnitud elevada

Figura 153. Matrix de relación causa-efecto para la fase de funcionamiento en el dominio marino.

Matriz de relación causa-efecto Fase de Funcionamiento en el medio terrestre			Acciones que causan impacto ambiental					
			Subestación transformadora	Cables aéreos	Cables subterráneos	Mantenimiento instalaciones		
Factores ambientales	Medio físico	Atmósfera	Calidad sonora	++	+		+	
			Composición					+
			Campos electromagnéticos		++	++		
	Sedimentos		Destrucción					
			Propiedades					+
	Aguas		Turbidez					
			Composición					
	Medio biótico	Flora	No restaurada	++	+			
		Fauna	Aves		++			
	Medio socio-económico	Paisaje	Elementos antropógenos	++	+++			
Infraestructuras existentes		Red ferroviaria, carreteras, etc.		+		+		

Legenda: + magnitud baja / ++ magnitud media / +++ magnitud elevada

Figura 154. Matrix de relación causa-efecto para la fase de funcionamiento en el dominio terrestre.

8.2.1 Medio físico

8.2.1.1 Atmósfera

Dominio marino

En fase de explotación la principal fuente de generación de ruido deriva del funcionamiento normal del parque eólico (aerogeneradores), así como a su mantenimiento (uso de embarcaciones y maquinaria para inspecciones y eventuales reparaciones). Las vibraciones de las torres de turbinas deben calcularse cuidadosamente y se tiene que estimar si están dentro del rango de audición de peces y mamíferos.

Asimismo, hay que considerar el uso puntual de embarcaciones y ROVs durante las operaciones de inspección y eventual mantenimiento de los cables de evacuación y de interconexión entre aerogeneradores.

La emisión de gases a la atmósfera se relaciona con la presencia de embarcaciones para las operaciones de mantenimiento. En general el parque eólico constituirá un impacto positivo para la contaminación atmosférica, siendo una fuente de energía renovable que sustituye a fuentes convencionales, favoreciendo así la reducción de emisión de gases de efecto invernadero.

Durante el funcionamiento, los cables que transmiten la electricidad producida también generarán campos electromagnéticos. Estos podrían afectar al comportamiento de especies sensibles a campos electromagnéticos, que incluyen especies de peces, en particular elasmobranchios y algunos peces teleosteos, crustáceos decápodos y tortugas marinas. Se podrían perturbar los patrones de migración de los peces al interferir con su capacidad de orientación en relación con el campo geomagnético. Se debe considerar que los cables marinos de evacuación irán enterrados por la mayoría del trazado, mientras que, en el caso de los cables de interconexión, transcurridos unos meses de su instalación y una vez que se deposite una capa de sedimento encima, los campos electromagnéticos al descubierto serán inferiores respecto a los iniciales.

Dominio terrestre

En fase de explotación del proyecto, la afección del ruido en tierra se considera baja. El efecto más significativo durante el funcionamiento se producirá en la subestación terrestre, por el funcionamiento de los transformadores. En fase de diseño se puede compatibilizar este efecto, con la tipología de estación eléctrica (diseño cubierto) y la instalación de pantallas acústicas. Se realizará un estudio acústico específico para el cumplimiento de la normativa de referencia en materia de emisiones y calidad acústica (RD 1367/2007, RD 1038/2012, Decret 176/2009 y normativa local), para evitar la afección de los receptores próximos a las instalaciones.

En relación a trazados de líneas aéreas de cables de alta tensión se genera ruido por el efecto corona que se produce en el entorno de los conductores. Sin embargo, dado que el trazado de alternativas de líneas (aéreas/subterráneas) se ha realizado considerando una distancia mínima de 500 m a núcleos urbanos y 100 m a casas o núcleos aislados, no se considera un efecto relevante; esto se deduce de la siguiente tabla, en la que los valores medidos a una distancia de 25 m de la línea son comparados con otras fuentes de ruido generados en la vida cotidiana.

Actividad	dB (A)
Discoteca	115
Camiones pesados	95
Camiones de basura	70
Conversación normal	60
Lluvia moderada	50
Bibliotecas	30
Línea eléctrica con buen tiempo (25 m)	25-40
Línea eléctrica con niebla o lluvia (25 m)	40-45

Tabla 11. Ruido por efecto corona en distintas situaciones.

Finalmente, la afección del ruido puede estar relacionada con las acciones de mantenimiento de la subestación transformadora, de la arqueta de transición o del cableado mismo.

En lo que respecta a la emisión de gases contaminantes, las subestaciones eléctricas en condiciones normales no emiten ningún tipo de sustancia a la atmósfera. Sin embargo, hay que considerar la posibilidad de que se produzcan gases de combustión al arranque del grupo electrógeno del que dispondrán las subestaciones y la pérdida accidental de hexafluoruro de azufre (SF_6), que es un gas localizado en los conductos de la subestación y cuyo fin es el aislamiento eléctrico de los distintos componentes de alta tensión. El impacto asociado se considera bajo en relación a la baja probabilidad de que ocurra una de estas situaciones, al carácter temporal que tendría, y al hecho que el SF_6 es un gas inerte estable, no tóxico ni inflamable.

En cuanto a los campos electromagnéticos generados por este tipo de instalaciones, actualmente estamos sometidos a numerosos tipos de campos electromagnéticos de origen artificial (telefonía, radio, etc.) que se diferencian por su frecuencia, la cual determina sus características físicas y, por lo tanto, los efectos sobre los organismos vivos. El sistema eléctrico funciona a una frecuencia extremadamente baja (50 Hz), por lo que transmite muy poca energía. Aun así, están establecidos por parte organismos nacionales e internacionales unos parámetros máximos de exposición para el público.

El RD 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, determina en su Anexo II los niveles de referencia a considerar para campo eléctrico y para campo magnético.

Para el caso de 50 Hz (el valor usado para el cálculo es $f = 0,05$ kHz), el nivel de referencia de campo eléctrico es de 5 kV/m, y el de campo magnético de 100 μT . Se diseñarán las instalaciones para no superar dicho valor de frecuencia industrial recomendado.

8.2.1.1 Suelo/sedimentos

Dominio marino

La afección a los sedimentos marinos durante la operación del parque eólico está exclusivamente relacionada con la movilización del fondo marino y suspensión de sedimentos asociados a los movimientos del sistema de fondeo de los aerogeneradores, a modo de borneo de anclas en un radio próximo. Se tiene que considerar que esta afección estaría ya presente en relación a la fase de construcción.

Acciones de mantenimiento y reparación de los cables de interconexión entre aerogeneradores podrían causar también un aumento de turbidez, con carácter puntual y temporal.

Dominio terrestre

La afección al suelo durante el funcionamiento del proyecto se considera baja, estando relacionada solo con el movimiento de tierra o de maquinaria necesaria para la eventual reparación/mantenimiento de las estructuras.

8.2.1.1 Aguas

Dominio marino

La afección a las aguas marinas durante el funcionamiento del proyecto está relacionada con el aumento de turbidez en relación al movimiento de los sistemas de fondeo de los aerogeneradores, con la posible degradación de algunos elementos del parque eólico y con posibles vertidos accidentales en relación a la navegación por mantenimiento y reparaciones.

Cabe destacar que el aumento de sólidos en suspensión no provoca ninguna contaminación del agua si los sedimentos del fondo no están contaminados. Finalmente, cabe indicar que los cables de evacuación, así como los de interconexión entre aerogeneradores, no contienen ningún fluido que pueda dispersarse en el medio marino.

Dominio terrestre

Durante la fase de explotación la probabilidad de afección a las aguas continentales se considera nula.

8.2.2 Medio biótico

8.2.2.1 Flora

Dominio marino

No se consideran afecciones a la vegetación marina durante el funcionamiento del proyecto, excluyendo la posible suspensión de los sedimentos finos en el caso de reparaciones necesarias a los cables enterrados.

Dominio terrestre

La afección a la flora durante el funcionamiento del proyecto es muy baja, siendo relacionada básicamente a los corredores de seguridad a los lados del cableado aéreo y a la parcela de la subestación donde no se podrá efectuar la restauración de la vegetación.

8.2.2.1 Fauna

Dominio marino

La fase de explotación del parque eólico prevé una afección bastante diferente a cuanto al estimado en fase de obras. El parque eólico en funcionamiento afectaría sobre todo a la avifauna, en relación principalmente a las posibles colisiones con las palas de los aerogeneradores. En este sentido es muy importante el emplazamiento del parque a una distancia mínima desde costa para minimizar estos impactos.

En cuanto a las comunidades bentónicas, hay que considerar que las obras de enterramiento del cable afectan una franja muy estrecha (50 cm aproximadamente), así que, una vez finalizadas las obras, el sustrato será recolonizado y que, en un plazo aproximado de 2-3 años, las comunidades de macrofauna bentónica recuperan un estado similar a su estructura original. Durante la fase de funcionamiento del proyecto, no habrá otra afección negativa de los cables submarinos a las comunidades bentónicas que las eventuales reparaciones puntuales.

El proyecto en explotación comporta una zona de exclusión para la pesca que genera un efecto reserva, que se espera suponga un impacto positivo para la diversidad de la fauna marina, así como un incremento de la abundancia de especies locales. Este llamado efecto de arrecife artificial es bien conocido por otras estructuras marinas antropogénicas y se utiliza para mejorar los hábitats locales apoyando así la biodiversidad, el turismo y las pesquerías.

Finalmente, aquí cabe considerar la ocupación de área del parque eólico, que podría afectar a la presencia de cetáceos en la zona.

Dominio terrestre

Durante la fase de funcionamiento del proyecto, la afección a la fauna terrestre abarca sobre todo la avifauna, con el riesgo de colisión o electrocución con los cables de alta tensión en un tendido aéreo. Habitualmente son las especies más grandes y pesadas las más sensibles a este factor por su poca maniobrabilidad, ya que las pequeñas y ligeras pueden modificar el rumbo de su vuelo para evitar colisiones. La poca visibilidad por lluvia o niebla pueden aumentar el riesgo. En líneas de transporte de tensión superior a 66 kV, el riesgo de electrocución se considera muy reducido por las grandes dimensiones de los apoyos.

8.2.3 Medio socio-económico

Dominio marino

La afección principal al medio socio-económico en fase de funcionamiento del proyecto está relacionada con la actividad pesquera, en relación a la prohibición de la pesca en la zona de ocupación del parque eólico y a posibles limitaciones a la pesca de arrastre en el corredor de los cables de evacuación. El diseño de implantación del parque tendrá en cuenta los efectos sobre la pesca e intentará minimizar la afección a esta actividad.

El segundo impacto potencial al medio socio-económico se relaciona con la afección al tráfico marítimo, dado que la ocupación permanente del dominio marino comporta la obstrucción a la navegación en el área.

Para minimizar este impacto potencial, la ubicación del parque y las líneas de evacuación se han diseñado para minimizar la afección de caladeros y a las principales rutas de navegación comercial.

Finalmente, otra potencial afección relacionada con el funcionamiento del parque eólico marino es la posible afección al paisaje, ya que el impacto visual desde la costa depende de la distancia de las turbinas de la costa misma. Este aspecto se ha tenido en cuenta en la determinación del área óptima para el desarrollo del parque y se considerará en la elección de la alternativa de parque eólico con el objetivo de minimizar la afección al paisaje.

Dominio terrestre

En la fase de explotación del proyecto el impacto negativo principal al medio socio-económico será la afección al paisaje, siendo la zona en general un área con calidad del paisaje alta. El efecto sobre el paisaje se debe a la intromisión de nuevos elementos en el medio. La magnitud del efecto es función de la calidad y fragilidad del entorno, que definen el valor intrínseco del medio en el que se encuentre. También influye el potencial número de observadores de las nuevas instalaciones. Estos efectos se pueden minimizar durante la fase de diseño del proyecto con precauciones como la localización en enclaves poco visibles de la subestación, el soterramiento de las líneas terrestres o el diseño de los corredores aéreos alejados de núcleos urbanos, evitando las zonas o enclaves de valor paisajístico o cultural. Un estudio de impacto e integración paisajística se hará como parte del EIA para determinar, evaluar y minimizar los efectos sobre el paisaje. Asimismo, se adoptarán varias medidas con el objetivo de minimizar el efecto de intrusión de nuevos elementos en el paisaje.

Otros impactos potenciales sobre el medio socio-económico en fase de funcionamiento del proyecto incluyen la interacción con infraestructuras existentes en el área de estudio. Este impacto se considera en general bajo, dado que la interacción se tiene en cuenta en fase de diseño del proyecto.

Finalmente, se tienen que considerar los impactos positivos del proyecto sobre el medio socio-económico. Estos están relacionados con (i) fomento del crecimiento económico y del empleo, pudiendo generarse unos 11.500 puestos de trabajo, entre directos e indirectos, para un parque de 1 GW (fases 1 y 2), y del orden de 5.000 únicamente para su primera fase; y (ii) recuperación de los stocks de pesca, al generar un área de exclusión para actividades de pesca de alto impacto.

8.3 Fase de desmantelamiento (cese de actividad)

El desmantelamiento del proyecto después de su vida útil tendrá diferentes impactos potenciales en mar y en tierra.

El desmantelamiento del parque eólico supondrá la retirada de los aerogeneradores y de las plataformas flotantes, así como de las anclas de fondeo. Por tanto, se causará un impacto sobre la fauna bentónica y peces por la modificación del hábitat (estructuras y superficies colonizadas). Por otro lado, la retirada del parque eólico podría suponer la recuperación de la actividad pesquera en áreas donde se habría prohibido por un largo periodo de tiempo.

Las operaciones de desmantelamiento causarán impactos potenciales similares a los obtenidos durante la fase de obras, relacionados a la movilización del fondo marino durante la remoción de anclas y cables y a la navegación de los barcos necesarios, con consecuente incremento de ruido, molestias a la fauna pelágica, emisiones de gases y un incremento de las posibilidades de vertidos accidentales. El material retirado se trasladará a tierra y será gestionado según la normativa de residuos, por lo que no se prevé ninguna afección por vertido de estos materiales al mar. La retirada de cables quedaría sujeta a análisis previo, considerando que las estructuras apoyadas en el fondo marino constituyen un sustrato duro que podría estar colonizado por especies de interés (p.e. gorgonias), aumentando los valores de biodiversidad en la zona.

Para las estructuras terrestres, una vez cesada la actividad, se podría evaluar la posibilidad de conservación y aprovechamiento de las estructuras subterráneas para la canalización de otros servicios. En el caso se opte por el desmantelamiento, los impactos potenciales serían similares a los obtenidos durante la fase de obras y relacionados al movimiento de tierra y de maquinaria. El material removido será gestionado correctamente según la normativa vigente.

9 MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

En este apartado se indican las principales medidas preventivas, correctivas y compensatorias que se pueden aplicar para la mitigación de los efectos potenciales generados con la ejecución del proyecto, en fase de obras, funcionamiento y cese de actividad, tanto en ámbito marino, en relación con el parque eólico y los cables de evacuación, como en tierra, en relación con el cableado aéreo y/o subterráneo, así como con la subestación transformadora y la arqueta de transición marino-terrestre.

Las medidas preventivas están definidas para evitar o minimizar, en la medida de lo posible, los daños potenciales ocasionados por el proyecto, antes de que se lleguen a producir tales deterioros sobre el medio circundante.

Las medidas correctoras son aquellas que se definen para reparar o reducir los impactos negativos que se generen de forma inevitable por las acciones del proyecto, por lo que es posible concretar las actuaciones a llevar a cabo sobre las causas del daño para mitigarlo.

Las medidas compensatorias se refieren a la mejora del espacio afectado o de la mejora de la coherencia global del entorno. Estas medidas tienen como objetivo compensar el impacto negativo de un proyecto y proporcionar una compensación que contrarreste los efectos negativos.

Previo a la definición de medidas específicas, se detallan los principales condicionantes considerados para el diseño de las infraestructuras eléctricas, cuya consideración a modo preventivo limita de manera significativa las afecciones sobre el territorio en fase preliminar:

- Minimizar la ocupación o afección a áreas protegidas por la legislación nacional o autonómica, así como cualquier otra figura de protección como pueden ser las zonas especialmente protegidas de importancia para el mediterráneo (ZEPIM), áreas marinas OSPAR, zonas Red Natura 2000, reservas de la biosfera, sitios RAMSAR y áreas importantes para las aves (IBA).
- Minimizar la afección sobre zonas clasificadas como urbanas y urbanizables, suelos no urbanizables protegidos y áreas donde se prevean nuevos desarrollos urbanísticos.
- Minimizar el número de cruces sobre cauces y zonas inundables, y en los casos en que sea inevitable, se intenta mantener una distancia de 100 m entre el límite del cauce y los apoyos (en caso de tendido aéreo) o los pozos de perforación (en caso de PHD), para evitar que se produzca afección alguna sobre el Dominio Público Hidráulico (DPH). La localización de la subestación debe evitar las zonas inundables, dando preferencia a localizaciones más alejadas de cauces, evitando así afecciones al DPH y minimizando el riesgo de contaminación por vertidos accidentales a acuíferos y cursos de agua superficial.
- Respetar las servidumbres de Dominio Público Marítimo-Terrestre.
- Minimizar la afección sobre el patrimonio cultural.

- Minimizar la interacción con otras infraestructuras e instalaciones incompatibles en el medio terrestre (aeropuertos, campos de golf, antenas, y otras concesiones), y en el medio marino (caladeros, arrecifes artificiales, zonas de fondeo, entre otras), buscando en la medida de lo posible el paralelismo con las infraestructuras lineales existentes.

9.1 Medidas preventivas

En mar

Las medidas preventivas a aplicar para la mitigación de los impactos en el medio marino están relacionadas por un lado a la ejecución y explotación del parque eólico y por otro lado al tendido y funcionamiento de los cables de evacuación.

La principal medida preventiva consiste en la mejor elección del emplazamiento para el conjunto del proyecto, en función de los diferentes condicionantes ambientales, escogiéndose el de menor impacto ambiental.

En la fase de proyecto (fase previa y fase de ejecución) se establecerán las siguientes medidas preventivas:

- Minimización de la superficie del lecho marino que se verá afectada por los aerogeneradores y los cables (p.e. aumentando capacidad aerogeneradores).
- Consideración de las rutas de migración de las aves, así como de las zonas de asentamiento, reproducción y cría, sobre todo en el caso de especies protegidas.
- Realización de perforación horizontal dirigida para enterrar los cables de evacuación en la zona de praderas de *Cymodocea nodosa* para evitar la afección a esta fanerógama.
- Campaña geofísica y biológica para la cartografía de fondos marinos, para prevenir la afección a especies bentónicas someras y profundas de potencial interés (coralígeno, precoralígeno, etc.) y asistir al diseño de rutas.
- Prospección arqueológica, previa a la ejecución del proyecto, por parte de un arqueólogo para descartar la presencia de restos geológicos y diseño de medidas cautelares.
- Inicio de las obras fuera de temporada turística, para limitar la afección al uso recreativo de las áreas litorales.
- Consideración de la temporada de cría y de migración de las aves en el planeamiento del calendario de obras.
- Cumplimiento de las recomendaciones del Convenio de Barcelona relativas a cetáceos en las embarcaciones implicadas (empleo de observadores, formación de la tripulación, acciones de parada temporal de obras en caso de avistamiento cercano).
- Cumplimiento del Convenio MARPOL por todas las embarcaciones implicadas en las obras, en particular de los Anexos I, IV y V, relativos a basuras marinas y vertidos.
- Certificaciones en relación a la emisión acústica por todas las embarcaciones implicadas en el proyecto.
- Realización de un seguimiento de la población de aves en la zona durante la fase de obras.

Las medidas preventivas que se pueden adoptar para minimizar impactos negativos durante el funcionamiento del parque eólico son:

- Disponer de uno de los rotores en color negro para aumentar la visibilidad de las palas y evitar la colisión de aves. Se ha estimado una reducción promedio del 71,9% en la tasa de mortalidad anual de aves después de dicha medida (May et al., 2020). En fase de diseño de proyecto se están analizando otras soluciones disuasorias para la avifauna, mediante la monitorización, detección en la proximidad de las turbinas y activación de sistemas de disuasión basado en avisos acústicos existentes en el mercado. Asimismo, el diseño del parque incluye la adopción de una distancia mínima entre aerogeneradores, necesario para reducir el efecto de estelas entre generadores, que favorece la reducción de riesgo de colisión de las aves con las aspas.
- Uso de tecnologías de materiales, sistemas de aislamiento y métodos constructivos que minimicen los riesgos de incendio, daños por agua o pérdida accidental de fluidos, etc.
- Tramitación e información a los organismos competentes para la inclusión del parque en la cartografía operacional (p.e. AESA, Capitanía Marítima, DG de Costas, etc.).
- Balizamiento perimetral del parque eólico y de cada uno de los aerogeneradores, conforme a normativa y recomendaciones de la Organización de Aviación Civil (OACI), recomendaciones de la *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA) y normativa de aplicación de Puertos y de la Marina Mercante, incluyendo balizas luminosas y en caso necesario sonoras.
- Establecimiento de posibles zonas de exclusión y servidumbres para acceso y mantenimiento, comunicadas a los organismos oportunos de cara a su inclusión en cartas náuticas.
- Instalación de dispositivos de monitorización meteorológica y de la operación de los aerogeneradores, de cara a la identificación temprana y prevención de averías.
- Delimitar zona de protección para los cables de evacuación (avisadores acústicos de la posición del cable a los buques de pesca mediante arrastre).
- Limitar el balizamiento luminoso del parque eólico marino a los periodos estrictamente necesarios por motivos de seguridad de la navegación aérea y marítima, para proteger a las aves migratorias. Según algunos estudios (Hill et al., 2014), la desactivación de las luces durante los eventos de migración masiva puede ser una medida de mitigación eficaz de los efectos del parque sobre estas poblaciones.

En tierra

Las medidas preventivas a aplicar para la mitigación de los impactos en el medio terrestre están relacionadas a la construcción y funcionamiento de la subestación transformadora, así como el tendido y explotación de cables subterráneos o aéreos.

La principal medida preventiva consiste en la mejor elección de trazado y tipología de cableado (aéreo o subterráneo), en función de los diferentes condicionantes ambientales, escogiéndose el de menor impacto ambiental.

En la fase de proyecto (fase previa y fase de ejecución) se establecerán las siguientes medidas preventivas generales:

- Alejamiento del trazado de los núcleos de población, de las zonas de hábitat disperso y, en lo posible, de la totalidad de las viviendas presentes.
- Prospección arqueológica previa a las obras de todo el trazado terrestre.

- El emplazamiento de la subestación se ubicará, si es posible, en zona de cultivos agrícolas o prados, preferiblemente de baja productividad o eriales, evitando las áreas en las que el valor ecológico de las formaciones vegetales presentes sea alto.
- Diseño de fosos de recogida de aceites bajo las máquinas de potencia y transformadores auxiliares con aceite de las subestaciones, para la recogida del mismo en caso de fugas o vertidos accidentales.
- Adecuación de zonas de almacenamiento para sustancias potencialmente contaminantes del suelo y residuos.
- En relación a la fauna y flora, se localizarán y evitarán las zonas de nidificación o hábitats con presencia de especies faunísticas/florísticas de interés, y las rutas migratorias de avifauna presentes, para evitar que los movimientos de tierra o eliminación de la cubierta vegetal supongan la destrucción de las madrigueras y nidos existentes.
- Para reducir la frecuencia de accidentes de colisión de aves contra cables (líneas aéreas) se diseñarán dispositivos anti-colisión o "salvapájaros" de reconocida eficacia, en las zonas de mayor riesgo de ocurrencia de colisiones o con presencia de especies sensibles.
- Estudios de simulación de la incidencia de campos electromagnéticos (CEM) para líneas de transporte y subestaciones, y modelización de ruido entorno a dichas instalaciones, con el objeto de garantizar el cumplimiento de los límites de exposición a CEM y ruidos en la normativa de referencia. Seguimiento posterior de los mismos (PVA).
- Minimización de los movimientos de tierra.
- Control del movimiento y tráfico de maquinaria para que no sobrepasen los límites acústicos permitidos, no accedan y dañen propiedades no autorizadas y se realicen las labores de limpieza al paso de vehículos en las áreas de acceso a las obras.
- Utilización de pistas y caminos rurales existentes para acceder a la zona de obra siempre que sea posible. En caso de necesidad de construcción de caminos nuevos, prevalecerá el uso de suelos agrícolas sobre suelos forestales.
- Minimización de apertura de zonas de acceso, y especialmente en áreas de altas pendientes.
- Minimización de la compactación de los terrenos por la maquinaria, limitando las zonas de tránsito de maquinaria pesada.
- Elección de fechas para las obras que eviten la temporada alta de turismo, así como la temporada de cría y migración de la avifauna que habita la zona del proyecto.
- Realización de un seguimiento de la población de aves en la zona durante la fase de obras.
- Cobertura de los camiones que transporten material térreo con lonas o cualquier otro tipo de dispositivo para evitar la dispersión de partículas.
- Establecimiento de un adecuado Plan de Gestión de Residuos generados durante las obras y consecuente prohibición a los contratistas de realizar vertidos de todo tipo, basuras o restos de obra, en particular del excedente de hormigón, en las áreas de trabajo.

- Cumplimiento de las Inspecciones Técnicas de Vehículos (ITV) para todos los vehículos utilizados en las obras, en especial las revisiones referentes a las emisiones de gases nocivos.
- Definición de procedimientos de actuación tanto para evitar el riesgo de incendio en actividades concretas como de extinción en caso de que se declarara algún fuego y aviso a las poblaciones cercanas.

En el caso del trazado aéreo, también se plantearán los apoyos eléctricos utilizando la ubicación de menor impacto ambiental.

En el caso de cableado subterráneo se adoptarán también como medida la excavación de zanjas paralelas a los caminos donde no haya vegetación de interés o en zonas despejadas de vegetación (campos agrícolas). En presencia de masas arbóreas o de vegetación natural a preservar, las zanjas se construirán lo más próximas posible (manteniendo las distancias de seguridad necesarias) al camino para minimizar la afección espacial y evitar afecciones directas a la vegetación existente.

9.2 Medidas correctoras

En mar

Las medidas correctoras que podrían encajar con el proyecto en estudio son:

- Restauración de la zanja y enrase de la misma con la acumulación de materiales derivados de la apertura del surco, para favorecer la recolonización de macroinvertebrados bentónicos.
- Translocación de especies de fauna marina sésiles o de movilidad reducida, especialmente sensibles o protegidas. El traslado de ejemplares afectados se realiza por buzos hasta una zona próxima.
- Traslado de los arrecifes artificiales en el caso de interferencia de los mismos con el trazado de los cables de evacuación.
- Uso de combustible biodiesel 100 en lugar de diésel convencional para el accionamiento de los grupos electrógenos en cubierta, por su menor peligrosidad en caso de vertido accidental (al ser biodegradable) y el menor nivel de emisiones contaminantes que conlleva.
- Comunicación inmediata a las autoridades competentes en caso de vertidos accidentales en mar y paro temporal de las obras.
- Seguimiento de los efectos y evolución de las comunidades marinas en fase de PVA.

En tierra

Las medidas correctoras que podrían encajar con el proyecto en estudio son:

- Comunicación rápida a las autoridades competentes en caso de detección de la presencia de una especie incluida en el catálogo de protección y detección temporal de las obras si fuera necesario.
- Translocación de las especies, en el caso de tratarse de especies singulares o protegidas.

- Utilización de elementos para captación de posibles vertidos accidentales. En aquellos lugares donde se produce trasiego de combustible, tanto en la fase de obra como de mantenimiento. Existencia de material absorbente por si se produjera algún caso de vertido accidental al suelo, de tal forma que pueda ser recogido y debidamente tratado, evitando posibles contaminaciones de suelo y del medio hídrico.
- Tratamiento inmediato con sustancias absorbentes de eventuales superficies afectadas por vertido accidental de lubricantes o combustibles. Retirada del material de modo selectivo y gestión según normativa vigente. Retirada rápida de los suelos afectados, almacenaje sobre pavimentos impermeabilizados de las instalaciones de la obra, gestión según normativa vigente.
- Restauración de las zonas afectadas por los trabajos (campas y accesos). Destaca la restauración de taludes y desmontes en los casos que se produzcan porque la pendiente sea significativa. En aquellas zonas donde se ha retirado la tierra vegetal y al final de la obra quede desprovista de ésta, se cubrirá de la que fue retirada inicialmente si es aprovechable y de no serlo se obtendrá de otro lugar.
- Recuperación (restitución) de accesos en lugares de especial valor natural.
- Retirada de cualquier resto abandonado, como fragmentos de estructuras provisionales, palets, plásticos, latas, cables, cajas, chatarra, etc. o restos de hormigón derramados por la zona y que puedan quedar una vez acabadas las obras.
- Revegetación de las áreas afectadas por movimiento de tierra durante las obras, a excepción de la zona ocupada por la subestación transformadora y de los corredores de seguridad necesarios a lado del cableado eléctrico y aéreo.
- Restauración paisajística en los casos en que el impacto visual es elevado, que permiten integrar mejor la instalación en su entorno.

9.3 Medidas compensatorias

Las posibles medidas compensatorias que se evaluarán para los impactos potenciales son:

- Instalación de infraestructuras enfocadas a la investigación marina, similares a las instalaciones del PLOCAN (Canarias) o BIMEP (País Vasco), ya sea de manera temporal o permanente.
- En fase de desarrollo de proyecto se analizará la viabilidad de mantener corredores entre las turbinas para permitir el paso de los barcos pesqueros, en función de los riesgos derivados de la actividad y las condiciones meteorológicas.
- Negociación con la Direcció General de Pesca i Afers Marítims del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (DARP) de posibles medidas de compensación a pescadores en función del impacto analizado para la pesca, con medidas tendentes a la mejora del recurso u optimización del esfuerzo pesquero (p.e. estudios y censos del estado de las especies).
- Implantación de sistemas de gestión de la producción que incorporen, en tierra o en las proximidades del parque, dispositivos de suministro de energía eléctrica a embarcaciones, que permitirían por una parte la transición de la flota a fuentes de energía sostenibles, y por otra actuar a modo de almacenamiento de la energía producida, de cara a equilibrar la producción y el consumo sin requerir una ampliación de la capacidad de la red de transporte.

- Instalación de dispositivos de monitorización e identificación de cetáceos sobre las plataformas del parque eólico para favorecer la investigación científica de estas poblaciones.
- Fomento de la educación y el desarrollo profesional de la población local con programas de formación de profesionales para la realización de trabajos de operación y mantenimiento en parques eólicos marinos.
- Desarrollo de sinergias con el sector acuícola, con la posibilidad de adaptar el diseño de las plataformas flotantes para albergar instalaciones de acuicultura mediante jaulas, permitiendo así la coexistencia entre dos actividades perfectamente compatibles en un mismo espacio marino, y liberando así otras posibles áreas donde la actividad de la acuicultura podría tener un mayor impacto (como en aguas litorales de menor profundidad).

10 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL

La redacción de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) tiene como función básica establecer un sistema que garantice el seguimiento y grado de efectividad de las medidas preventivas y correctoras en todas las fases del proyecto.

El objetivo del PVA consiste en definir el modo de seguimiento de las actuaciones y describir el tipo de informes, su frecuencia y su período de emisión. El PVA tendrá, además, otras funciones adicionales, como son:

- Permitir el control de la magnitud de impactos, cuya valoración resulta difícil de realizar, así como articular nuevas medidas correctoras, en el caso de que las ya aplicadas no sean suficientes.
- Constituir una fuente de datos importante, ya que en función de los resultados obtenidos se pueden modificar o actualizar las medidas preventivas, correctoras y compensatorias para que sean más efectivas.
- Permitir la detección de impactos, no previstos inicialmente, pudiendo introducir a tiempo las medidas correctoras que permitan paliarlos.

El PVA se basa en la selección de determinados parámetros cuantificables y representativos del sistema afectado a modo de indicadores, recogidos en una secuencia temporal que abarque las diferentes fases de ejecución de la obra y futuro desmantelamiento de la instalación.

El PVA se divide en dos fases: fase de obras y fase de funcionamiento.

10.1 Seguimiento y vigilancia en fase de obras

El PVA en fase de obras tiene que considerar las acciones principales descritas en los apartados siguientes. Asimismo, se realizará un reportaje fotográfico del proceso de vigilancia de la obra.

En mar

- Controlar que se respete la ruta prevista para el cableado marino, así como la ubicación de los aerogeneradores, que minimizan los impactos a zonas sensibles (hábitats, yacimientos arqueológicos, caladeros, etc.)
- Controlar que se respeten las fechas previstas para las obras, que minimizan el impacto socioeconómico y biológico.

- Monitorizar la abundancia de mamíferos marinos en la localización de la instalación para comprobar el efecto de las labores de construcción (como los ruidos y presencia de maquinaria).
- Seguimiento de la calidad de las masas de agua en la zona de tendido de los cables, así como en la zona de los aerogeneradores, poniendo especial énfasis en la presencia de turbidez y contaminantes.
- Seguimiento de la calidad del sedimento y las comunidades bentónicas (fanerógamas y macrofauna bentónica).
- Seguimiento de los niveles de ruido durante las diferentes fases de la obra.
- Controlar que se empleen observadores de cetáceos durante las operaciones marinas, especialmente en proximidad del Corredor de Migración de Cetáceos del Mediterráneo, y que se respete la ley vigente en caso de encuentro.
- Controlar que no se produzcan microvertidos durante la navegación de las embarcaciones de trabajo.

En tierra

- Controlar que se respete la ruta prevista para el cableado terrestre, que minimiza los impactos a zonas sensibles (hábitats, yacimientos arqueológicos, ríos, etc.)
- Controlar que se respeten las fechas previstas para las obras, que minimizan el impacto socioeconómico y biológico.
- Hacer un inventario de fauna terrestre antes del comienzo de las obras, especialmente enfocado a la presencia de individuos reproductores. Se planteará la ejecución de medidas preventivas y correctoras, incluida la paralización de las obras en el entorno de zonas donde se hayan encontrado nidos o se definan como sensibles para la fauna catalogada.
- Garantizar que no se dañe la vegetación natural debido a movimientos incontrolados de maquinaria.
- Mantener la continuidad de los caminos del entorno de la actuación, y que, en caso de cortarse alguno, se habiliten desvíos provisionales o definitivos correctamente señalizados.
- Seguimiento de los niveles de ruido durante las diferentes fases de la obra.
- Controlar el eventual riego de los caminos de obra para evitar la generación de polvo.
- Verificar que a la finalización de las obras se desmantelen todas las instalaciones auxiliares y se proceda a la limpieza y adecuación de los terrenos.

10.2 Seguimiento y vigilancia en fase de funcionamiento

El PVA en fase de funcionamiento tiene que considerar las acciones principales descritas en los apartados siguientes.

En mar

- Realizar un seguimiento de posibles cambios en los patrones de migración de las aves, así como en sus patrones alimentarios, de reproducción y cría. Hacer también un seguimiento de las eventuales muertes por colisión.

- Obtener datos de contaminantes en sedimento pasado el tiempo en que las infraestructuras pueden empezar a degradarse.
- Realizar una inspección periódica para comprobar que los cables marinos de evacuación continúan enterrados en los tramos en que deben estarlo.
- Controlar la abundancia y distribución de mamíferos marinos, tanto dentro del parque como en las zonas colindantes.
- Cotejar datos de pesca previos a la operación con datos posteriores en los caladeros para evaluar el impacto del parque en la evolución de los stocks.

En tierra

- Hacer el seguimiento de posibles cambios en los patrones de migración de las aves, así como en sus patrones alimentarios, de reproducción y cría. Hacer también un seguimiento de las eventuales muertes por colisión o electrocución.
- Realizar un seguimiento periódico para comprobar la recuperación de la vegetación en las zonas donde haya sido destruida durante las obras y sucesivamente sometida a restauración.
- Hacer un seguimiento de los ruidos y campos electromagnéticos generados en proximidad de núcleos urbanos.
- Hacer un seguimiento del funcionamiento de la subestación transformadora, para evitar la emisión de gases en relación a incidentes.
- Realizar un seguimiento periódico para comprobar que los cables terrestres sigan enterrados en los tramos en que deben estarlo, así como la arqueta de conexión marino-terrestre.

10.3 Controles ambientales específicos

El PVA prevé unos controles específicos a realizar con anterioridad al inicio de los trabajos (fase preoperacional), durante la ejecución del proyecto (fase de obra) y al finalizar los trabajos (fase post-operacional). En caso de detectarse la incidencia sobre alguno de los parámetros de control se plantearán seguimientos periódicos posteriores para analizar la evolución del medio ambiental.

En mar

Se harán controles de la calidad de las aguas analizando parámetros fisicoquímicos (materia orgánica, sólidos en suspensión, turbidez, clorofila, hidrocarburos, entre otros), así como nutrientes (amonio, nitritos, nitratos, fosfatos y silicatos). De manera adicional se realizarán perfiles de la columna de agua para registrar en continuo los valores de temperatura, salinidad, turbidez, oxígeno disuelto, entre otros parámetros. Se tomará asimismo medida de la transparencia del agua (disco de Secchi). En caso de contaminación, se procederá a tomar las medidas necesarias para su limpieza y desafección. Se adoptará un adecuado tratamiento y gestión de los residuos, que incluya la limpieza y restauración de las zonas afectadas.

Asimismo, se tomarán muestras de sedimento, para analizar la granulometría y el contenido en materia orgánica de los sedimentos, así como los principales contaminantes (metales pesados, hidrocarburos, entre otros).

El control de las biocenosis marinas se realizará mediante el análisis de las comunidades de macrofauna bentónica. El análisis cuantitativo requiere la separación y conteo del número de organismos para cada especie, obteniéndose una tabla taxonómica. Posteriormente, se calcularán los principales índices descriptores de las comunidades de macrofauna bentónica: abundancia/densidad, dominancia, equitatividad, diversidad, grupos tróficos e índices del estado ecológico.

Una vez realizado el tendido de los cables de evacuación del proyecto, así como el anclaje de los sistemas de fondeo, se realizará una inspección mediante filmación con ROV para constatar el estado del fondo marino. En caso de observarse alguna no conformidad se propondrán medidas específicas para recuperar el estado ambiental inicial.

En tierra

Se harán controles de la calidad de las aguas continentales en caso de cursos de agua muy próximos al proyecto o de acuíferos que podrían verse afectados, analizando parámetros fisicoquímicos. En caso de contaminación, se procederá a tomar las medidas necesarias para su limpieza y desafección. Se adoptará un adecuado tratamiento y gestión de los residuos, que incluya la limpieza y restauración de las zonas afectadas.

10.4 Otros controles en fase de obras

En este apartado se indican los principales controles adicionales al seguimiento ambiental a realizar sobre las actividades que se desarrollarán en la zona estudiada. Para cada control se especifica el objetivo del mismo, el lugar de inspección, la periodicidad de la inspección y las medidas de prevención y corrección.

i. Control de la Correcta Ejecución de las Obras

- | |
|--|
| ▪ <u>Objetivo</u> : controlar que la ejecución de los diferentes trabajos objeto de estudio sea correcta en cuanto a estado y funcionamiento de los medios utilizados, procedimiento de ejecución, transporte de maquinaria, supervisión de la correcta gestión de los residuos que se pueden generar durante las obras. |
| ▪ <u>Lugar de inspección</u> : control en la misma zona de obras: embarcaciones, área de dominio terrestre, zonas de acopio de materiales. |
| ▪ <u>Periodicidad de inspección</u> : las inspecciones se realizarán al iniciarse las obras de forma continuada. |

ii. Control de Vertidos Accidentales

- | |
|--|
| ▪ <u>Objetivos:</u> detectar la presencia de derrames o vertidos en el entorno de las instalaciones de obra en tierra y de las embarcaciones en el mar. |
| ▪ <u>Lugar de inspección:</u> embarcaciones, zonas de obra en tierra. |
| ▪ <u>Periodicidad de inspección:</u> en continuo, durante las obras que requieren el uso de las embarcaciones, así como de maquinaria en tierra. |
| ▪ <u>Medidas de prevención y corrección:</u> uso de combustible bio-diesel 100 en lugar de diesel convencional para los grupos electrógenos en cubierta u otros motores (en la medida de lo posible). Retirada y limpieza del área afectada por derrames y/o vertidos y tratamiento del residuo. |

iii. Localización y Control de Zonas de Instalaciones Auxiliares y Parque de Maquinaria

- | |
|---|
| ▪ <u>Objetivo:</u> verificar la localización de elementos auxiliares fuera de zonas vulnerables. Comprobar la correcta protección del suelo, la ejecución del jalonamiento y la presencia de una zona para la gestión de residuos acorde con la naturaleza de los mismos. |
| ▪ <u>Lugar de inspección:</u> se realizarán inspecciones en toda la obra, para verificar que no se produce ninguna instalación no autorizada, ni se sitúan elementos auxiliares de obra dentro de zonas vulnerables. Se inspeccionará, además, que todas las instalaciones auxiliares de obra se encuentren localizadas en los lugares previstos. |
| ▪ <u>Periodicidad de inspección:</u> previa al inicio de las obras y con intervalos regulares en fase de construcción. Inspección final y antes de la recepción de la obra. |
| ▪ <u>Medidas de prevención y corrección:</u> si se detectasen alteraciones se limpiarán y restaurarán las áreas afectadas. Los residuos generados se gestionarán según lo dispuesto en la normativa vigente. |

iv. Desmantelamiento de Instalaciones y Limpieza de la Zona de Obras

- | |
|--|
| ▪ <u>Objetivo</u> : verificar que a la finalización de las obras se desmantelan todas las instalaciones auxiliares y se procede a la limpieza y adecuación de los terrenos. |
| ▪ <u>Lugar de inspección</u> : todas las zonas afectadas por las obras. |
| ▪ <u>Periodicidad de inspección</u> : una inspección cada vez que se acaben las obras en una zona y una inspección al finalizar las obras, antes de la firma del acta de recepción. |
| ▪ <u>Medidas de prevención y corrección</u> : si se detectase alguna zona con restos de la obra se deberá proceder a su limpieza inmediata, antes de realizar la recepción de la obra. Establecimiento de zonas y protocolos de actuación para el cambio de aceites y combustibles de la maquinaria, así como para la limpieza de cubas de hormigón, para prevenir vertidos accidentales sobre el suelo y sobre el medio marino. |

11 CONCLUSIONES

El objeto del presente documento es el de solicitar al órgano ambiental la elaboración del documento de alcance del estudio de impacto ambiental, conforme con lo establecido en los artículos 33 y 34 de la Ley 21/2013, del proyecto “Parque Eólico Marino Flotante Tramuntana”, cuyo promotor es PARC TRAMUNTANA S.L., sociedad formada por Bluefloat Energy y Sener Renewable Investments.

El proyecto contempla el desarrollo, pionero en Cataluña, de un parque de generación eólica marina flotante, situado frente a la costa sur del Golfo de Roses y a la bahía de Pals, a una distancia de la costa de entre 7,3 y 42 km (las localidades costeras más próximas serían l'Escala, l'Estartit y Pals). La actuación se concibe como la oportunidad para explotar el elevado potencial eólico del entorno del Cap de Creus, en el nordeste de Girona, que constituye una de las áreas de mayor potencial energético asociado al viento de toda la península ibérica.

El objetivo de implantación es incorporar al sistema de generación eléctrica de Cataluña una capacidad total de alrededor de 1 GW, por medio de al menos dos fases, para incorporar inicialmente una potencia estimada de unos 400-450 MW, e incrementar posteriormente la potencia instalada aproximadamente 550-600 MW adicionales.

El proyecto contribuye de manera muy significativa a la consecución de objetivos del Marco de Políticas de Energía y Cambio Climático 2021-2030 (“Marco 2030”), en relación a la reducción de emisiones y transición energética para el horizonte 2030, y del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), en el que las energías renovables son la base del desarrollo de la transición energética, con un objetivo para 2030 de potencia instalada eólica de 50 GW.

El emplazamiento del proyecto de eólica marina Tramuntana responde a la disponibilidad del recurso eólico en la costa catalana, considerando además múltiples criterios para valorar la viabilidad técnica, ambiental y económica.

El diagnóstico del territorio en el ámbito de estudio (marino y terrestre) del presente documento ha evidenciado que los principales condicionantes ambientales de la zona son:

- Condicionantes bióticos marinos: fanerógamas (*Cymodocea nodosa*); avifauna (gaviota de Audouin y aves asociados a las ZEPA del área); cetáceos (en particular el delfín mular y especies asociadas al corredor de cetáceos de la ZEPIM).
- Condicionantes bióticos terrestres: hábitats de interés comunitario (prioritarios y no prioritarios); avifauna (asociados a las ZEPA del área).

- Condicionantes socio-económicos marinos: espacios naturales protegidos Red Natura 2000 y RAMPE (“Espacio Marino de l’Empordà”); pesca (de arrastre y con artes menores) y zonas de veda (merluza y cigala); tráfico marítimo (rutas comerciales Barcelona-Francia y rutas pesqueras); paisaje (visibilidad aerogeneradores).
- Condicionantes socio-económicos terrestres: espacios naturales protegidos Red Natura 2000 (“Aiguamolls de l’Alt Empordà”, “Riu Fluvià”, “El Montgrí - Les Medes - El Baix Ter”, “Riberes del Baix Ter”); patrimonio arqueológico (asociado a Empúries y Ullastret); paisaje (alto valor en relación a carácter rural, pequeños núcleos poblacionales, humedales, ríos).

Estos condicionantes se han tenido en cuenta para la propuesta de 5 alternativas de implantación del parque eólico, 2 alternativas de corredor de cables submarinos de evacuación, 2 alternativas de localización de la arqueta de conexión marítimo-terrestre y de la subestación transformadora y 5 alternativas de trazado de cables terrestres de conexión con el nodo de red eléctrica. Los condicionantes ambientales se han analizado para cada una de estas alternativas.

El estudio de alternativas marinas y terrestres no ha detectado en esta fase ningún elemento excluyente para ninguna de las opciones propuestas.

Respecto a la localización del parque eólico, la comparación entre alternativas de implantación del parque eólico evidencia como la alternativa 5 parece ser la más favorable, dado que supondría:

- una ocupación definitivamente inferior del espacio marino
- una menor afección a la pesca, teniendo en cuenta que en esta zona el rendimiento económico de la pesca de arrastre es actualmente bajo y que existe en la misma una amplia zona de veda permanente
- una menor influencia potencial a los cetáceos que puedan encontrarse en el ámbito del proyecto.

Una vez realizado el proceso de identificación y valoración de las diferentes afecciones, que surgen de la introducción en el medio de un proyecto de estas características para cada alternativa, así como la evaluación específica de las repercusiones ambientales sobre los diferentes vectores ambientales, se pueden resumir las siguientes conclusiones:

- El proyecto conlleva principalmente una extensa ocupación del espacio marino asociado al parque eólico, mientras la ocupación del fondo marino por los cables de evacuación es limitada.

- El proyecto conlleva también una ocupación limitada del medio terrestre, asociada a la subestación transformadora de la energía producida por los aerogeneradores en energía de alto voltaje, así como a la conexión subterránea entre arqueta de conexión y subestación y al cableado terrestre (aéreo o subterráneo) de conexión con el nodo de REE.
- La instalación de los aerogeneradores, así como el tendido de los cables submarinos de evacuación, la construcción de la subestación transformadora y el tendido, subterráneo y/o aéreo de los cables terrestres no comporta la introducción o vertido de sustancias nocivas para el medio ambiente.
- El emplazamiento del parque eólico evita afección directa de los hábitats sensibles y no interfiere con espacios naturales protegidos, entre ellos el Corredor de Migración de Cetáceos. Igualmente se han propuesto medidas de vigilancia y control para minimizar potenciales daños a las especies de mayor sensibilidad.
- El emplazamiento del parque eólico evita mayoritariamente las zonas de elevado tráfico marítimo, relacionadas con las rutas principales entre Barcelona y Francia o las rutas pesqueras más concurridas de la zona.
- El parque eólico interfiere inevitablemente con la actividad pesquera, aunque se haya tenido en cuenta la afección a caladeros y zonas de alto rendimiento económico para la ubicación del proyecto y se haya minimizado la potencial interferencia. Asimismo, se ha considerado ocupar zonas de veda permanente para la merluza y la cigala y se han considerado medidas compensatorias para reducir la afección a la pesca.
- La ubicación del parque eólico tiene en cuenta la distancia a la costa para minimizar el impacto visual.
- El corredor de los cables submarinos de evacuación pasa inevitablemente por una zona ocupada por una pradera de *Cymodocea nodosa*. Para no afectar esta fanerógama, el enterramiento de los cables se hará por PHD en estas zonas y hasta la arqueta de conexión marino-terrestre.
- El corredor de los cables submarinos cruza inevitablemente un área marina protegida, el Espacio Marino de L'Empordà (RAMPE y ZEPA), que representa un área importante para la alimentación de varias aves protegidas. Los cables submarinos no representan una amenaza para este espacio protegido, dado que ocupan solo una parte muy limitada del fondo marino.

- El corredor de los cables submarinos interfiere con un área de elevado tráfico marítimo en relación a la actividad pesquera, aunque la afección sea relativa solo a la fase de tendido de los cables mismos.
- El emplazamiento de la subestación terrestre transformadora evita espacios naturales protegidos, así como núcleos poblacionales, bosques y zonas urbanizadas. Además, minimiza el impacto visual.
- El trazado de los cables terrestres de conexión evita HICs prioritarios (y HICs no prioritarios en la medida de lo posible), espacios naturales protegidos y yacimientos arqueológicos. Asimismo, se mantienen alejados de núcleos urbanos poblacionales y minimizan el impacto al paisaje.
- Los efectos ambientales del proyecto están principalmente asociados a la fase de obras (marítimas y terrestres) y por tanto tendrán carácter temporal y localizado. Se pueden considerar compatibles con los recursos ambientales descritos.
- Los efectos ambientales más significativos en el medio marino están asociados a la abertura de zanja para el enterramiento de los cables submarinos de evacuación (a excepción de la zona de la pradera de *Cymodocea nodosa*, donde se optará por una PHD).
- Los efectos ambientales más significativos en el medio terrestre están relacionados con el movimiento de tierra y de maquinaria para la construcción de la subestación, así como del tendido de los cables terrestres (en aéreo o subterráneo).
- La interferencia de la explotación del proyecto y mantenimiento de los elementos del mismo genera un impacto localizado y temporal, pudiendo considerarse compatible con los recursos ambientales descritos.
- El proyecto se puede compatibilizar con los objetivos de conservación de la Estrategia Marina de la Demarcación Levantino-Balear, considerando el estudio de los condicionantes ambientales y teniendo en cuenta las medidas preventivas, correctoras y compensatorias propuestas.
- El proyecto se considera compatible con el borrador definitivo del POEM de la demarcación levantino-balear de 2020.
- No se han identificado efectos adversos significativos que el proyecto podría tener en el medio ambiente a consecuencia de su vulnerabilidad ante riesgos de accidentes graves y/o catástrofes relevantes.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, cabe concluir que la actuación objeto del presente documento inicial es ambientalmente compatible, siempre y cuando se cumplan las condiciones y requerimientos señalados en el presente informe, así como los derivados del órgano ambiental.

12 AUTORES

12.1 Ingeniería

Nombre	Titulación	DNI/NIE
Sergi Ametller	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	38111117W
Marta González	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos	78570831W
Silvia Troiteiro	Lda. CC del Mar	44168612X
Iñaki Zabala	Ingeniero Industrial	30578401Q
Javier Vázquez	Ingeniero Técnico Industrial	11923896Y
Ramón Martín	Delineante proyectista	43508896A

12.2 Consultores Ambientales

Nombre	Titulación	DNI/NIE
Koldo Diez-Caballero	Ldo. CC Ambientales	52592684X
Giada Trezzi	Dra. CC Ambientales	Y2620962B
Ifigeneia Giannoukakou - Leontsini	Lda. CC del Mar	Y8301073L

Responsable del Documento de Inicio Ambiental:	Responsable de Ingeniería del proyecto:
Koldo Diez-Caballero Tecnoambiente, S.L.	Sergi Ametller SENER Ingeniería y Sistemas S.A.

13 REFERENCIAS

La elaboración de este estudio incluye la recopilación y análisis de múltiples fuentes de información georreferenciadas, procedentes de instituciones catalanas, españolas, europeas, centros de investigación, etc., que han permitido su implementación en el Sistema de Información Geográfica para su análisis integral.

13.1 Fuentes consultadas

A continuación, se incluye una relación de las principales fuentes consultadas para la realización del presente estudio:

- ACA (Agència Catalana de l'Aigua). Demarcación Hidrográfica Cuencas Internas de Cataluña. Portal con información hidrológica e hidrográfica de las cuencas internas de Cataluña. <http://aca.gencat.cat/es/inici/>
- CEDEX. InfoMAR, visor promovido por la Subdirección General para la Protección del Mar (Dirección General de la Costa y el Mar, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico) de ayuda a la implementación de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina y la Directiva de Ordenación del Espacio Marítimo. <http://infomar.cedex.es/visor.html>.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE). Portal con información hidrológica e hidrográfica de la Cuenca del río Ebro. <http://www.chebro.es/>
- Corine Land Cover (CLC). Land Monitoring Service. Portal con información histórica de los usos del suelo en Europa. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>
- Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 2007. Annex BCIN Conjunt Ullastret.
- EEA (European Environment Agency). Portal con información geográfica de carácter medioambiental a nivel europeo. <https://www.eea.europa.eu/>
- EMODNET (European Marine Observation and Data Network). <https://emodnet.eu/en>.
- Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Portal con información geográfica de carácter medioambiental en Cataluña. <http://agricultura.gencat.cat/ca/serveis/cartografia-sig/index.html>
- Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura. Direcció General del Patrimoni cultural. Portal con información geográfica de carácter cultural y patrimonio en Cataluña. <http://sig.gencat.cat/portalsigcultura.html>
- Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura. Inventarios del Patrimonio Arqueológico, Arquitectónico y paleontológico de Cataluña.
- Generalitat de Catalunya. Visor Hipermapa del Sistema de Información Geográfica de la Generalitat de Catalunya. <https://sig.gencat.cat/visors/hipermapa.html>
- ICGC (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya). Portal con información geográfica de carácter administrativo, geológico y geodésico en Cataluña. <https://www.icgc.cat/index.php/>
- IEO (Instituto Español de Oceanografía). Portal con información geográfica de carácter marino para todo el territorio español. Datos digitalizados del servicio web WMS del geoportal del Visor Base IEO. <http://www.ideo-base.ieo.es/Home>

- IGN (Instituto Geográfico Nacional). CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica). Portal con información geográfica relativa a infraestructuras, límites municipales, modelo del terreno, etc. <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp#>
- MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico). Portal con datos geográfico relativos a información medioambiental de espacios naturales protegidos, hábitats de interés comunitario, etc. <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/>
- Navionics. Visor web de cartografía náutica. <https://www.navionics.com/esp/>
- <https://globalfishingwatch.org/map/>
- Generalitat de Catalunya, 2018. Cartografía de los hábitats, versión 2.
- Generalitat de Catalunya, 2010. Plan territorial de les comarques Gironines.

13.2 Otras fuentes de información

- Bowman, D. Guillen J., López, L. Pellegrino, V.(2009). Planview Geometry and morphological characteristics of pocket beaches on the Catalan coast (Spain). 10.1016/j.geomorph.2009.01.005, *Geomorphology* 108
- Cardinale, M., Damalas, D., & Osio, C. (2015). Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) - Part 1. Brussels, Belgium: Comission, European.
- Desholm, M.; Kahlert, J. (2005). Avian collision risk at an offshore wind farm. *Biol. Lett*, 1, 296–298.
- ENAIRE: <https://www.enaire.es/home>
- European Commission, (1992). Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. *Off. J. Eur. Union* 206, 7–50.
- Fornós Cruz Josep Antoni, 2017. La interacción técnica, social y económica entre las pesquerías de arrastre de Palamós: propuesta de nuevo plan de gestión. TFM. Department or Service: Universidad de Alicante. Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada.
- ICC-IGC-Generalitat de Catalunya-IGME. (2006). Mapa geològic de Catalunya 1:50.000. Institut Cartogràfic de Catalunya – Institut Geològic de Catalunya – Generalitat de Catalunya – Instituto Geológico y Minero de España, Barcelona, Spain.
- ICC-IGC-Generalitat de Catalunya. (1997). Mapa de zones sísmiques per a un sòl mitjà. <https://www.icgc.cat/es/Administracion-y-empresa/Descargas/Cartografia-geologica-y-geotematica/Mapas-geofisicos-y-sismicos/Evaluacion-del-riesgo-sisimico>.
- Jiménez, M.J. & García, M., (2008). El risc de terratrèmols a Catalunya. Projecte RISKCAT, Universitat de Barcelona.
- Maldonado, A. & Zamarreño, I. 1983. Modelos sedimentarios en las plataformas continentales del Mediterráneo español: factores de control, facies y procesos que rigen su desarrollo. In:Castellví, J. (ed.) *Estudio Oceanográfico de la Plataforma Continental*. Comité Conjunto Hispano – Norteamericano para la Cooperación Cultural y Educativa, Cádiz, 15–52.

- Mascort, Ramon; Budó, Joan. La tortuga verda a la badia de Roses, 2005-2014. Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos, 2016, Vol. 47, p. 263-85, <https://doi.org/10.2436/20.8010.01.205>
- May, R, Nygård, T, Falkdalen, U, Åström, J, Hamre, Ø, Stokke, BG. Paint it black: Efficacy of increased wind-turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. *Ecol Evol.* 2020; 10: 8927– 8935. <https://doi.org/10.1002/ece3.6592>
- Projecte de Redacció del Nou Pla d'Ordenació urbanística municipal (POUM) de L'Escala-Empúries, Museu d'Arqueologia de Catalunya Empúries, 2018.
- Proyecto DELTRA: “Delfines de Tramuntana: implicando al sector pesquero en la conservación del delfín mular. Hacia un desarrollo del territorio en el área RN2K Cañón de Creus – TRAMUNTANA DOLFIN PROJECT. <https://dofinsdetramuntana.cat/es/campanas/>
- REE. Boletín de Septiembre de 2020 relativo a la capacidad máxima admisible para generación renovable en los nudos de la red de transporte y red de distribución subyacente en Cataluña.
- Sabatés A, Salat J, Tilves U, Raya V, Purcell JE, Pascual M, Gili JM, Fuentes VL (2018) Pathways for Pelagia noctiluca jellyfish intrusions onto the Catalan shelf and their interactions with early life fish stages. *J Marine Syst* 187:52–61. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2018.06.013>
- <https://www.altemporda.org/portal/descripcio-de-l-entorn-fisic/geologia-i-geomorfologia>
- <https://diario-oficial-generalitat-catalunya.vlex.es/vid/especie-peligro-gaviota-audouin-especies-19379760>
- <https://www.europapress.es/catalunya/noticia-poblacion-catalana-gaviota-corsa-estabiliza-20160703132416.html>
- <https://territori.gencat.cat/ca/inici>
- Documentación facilitada por el ICAEN en relación al reto de la transición energética en Catalunya

13.3 Fuentes relativas a la Evaluación de Impactos

- Bailey, H.; Clay, G.; Coates, E.A.; Lusseau, D.; Senior, B.; Thompson, P.M. Using T-PODs to assess variations in the occurrence of coastal bottlenose dolphins and harbor porpoises. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 2010, 20, 150–158.
- Bailey, H.; Senior, B.; Simmons, D.; Rusin, J.; Picken, G.; Thompson, P.M. Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Mar. Pollut. Bull.* 2010, 60, 888–897.
- Bergström, L.; Kautsky, L.; Malm, T.; Rosenberg, R.; Wahlberg, M.; Capetillo, N.Á.; Wilhelmsson, D. Effects of offshore wind farms on marine wildlife—A generalized impact assessment. *Environ. Res. Lett.* 2014, 9, 034012.
- Bray, L.; Reizopoulou, S.; Voukouvalas, E.; Soukissian, T.; Alomar, C.; Vázquez-Luis, M.; Deudero, S.; Attrill, M.J.; Hall-Spencer, J.M. Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *J. Mar. Sci. Eng.* 2016, 4, 18.

- Hüppop, O.; Dierschke, J.; Exo, K.-M.; Fredrich, E.; Hill, R. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. *IBIS* 2006, 148, 90–109.
- Madsen, P.; Wahlberg, M.; Tougaard, J.; Lucke, K.; Tyack, P. Wind turbine underwater noise and marine mammals: Implications of current knowledge and data needs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2006, 309, 279–295.
- Thomsen, F.; Lüdemann, K.; Kafemann, R.; Piper, W. Effects of Offshore Wind Farm Noise on Marine Mammals and Fish; Germany on Behalf of COWRIE Ltd.: Hamburg, Germany, 2006.
- Sigray, P.; Andersson, M.H. Particle motion measured at an operational wind turbine in relation to hearing sensitivity in fish. *J. Acoust. Soc. Am.* 2011, 130, 200–207.
- Wilson, J.C.; Elliott, M. The habitat-creation potential of offshore wind farms. *Wind Energy* 2009, 12, 203–212.

ANEXO: Mapas Temáticos

ANEXO: Planos de Proyecto