



Unione Europea



Repubblica Italiana



Regione Autonoma della Sardegna



Titolo del progetto:
Progetto di una centrale eolica offshore (potenza 292,8 MW) sito nel Sud Sardegna, in acque profonde e denominato "Del Toro 2"
PROGETTO PRELIMINARE

Livello di progettazione: Progettazione preliminare

Gruppo progettazione:



Dott. Ing. Sesto Avolio



Dott. Ing. Eugenio di Belgiojoso



ELETECH 2000 S.r.l.

Dott. Ing. Roberto Aresi



CEO Studio tecnico d'Ingegneria:
Ing. Vincenzo Vergelli

Dott. Ing. Vincenzo Vergelli

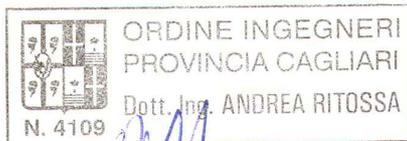
**Redazione Studio Preliminare Ambientale:
Coordinamento:**

ING. ANDREA RITOSSA S.R.L.



ISO 14001:2015 ISO 9001:2015 ISO 45001:2018

CEO Ing. Andrea Ritossa S.r.l.
Dott. Ing. Andrea Ritossa



Dott. Ing. Enrico Arangino

Consulenza specialistica:



Esperta ambientale e acquacultura

(Dott. ssa Martina Bocci)



Esperto in geologia marina

(Dott. Geol. Antonello Gellon)

Dott. Maurizio Medda

Esperto ambientale

Dott. Pier Augusto Panzalis

Esperto in biologia marina

Dott. ssa Renata Arcaini

Esperta in archeologia

Codice Elaborato:

B

Tipologia elaborato:

PP - Rel

Titolo elaborato:

Studio Preliminare Ambientale

Scala:

-

Formato :

A4

Committente:



Portoscuso (SU) Z.I., Portovesme SNC CAP 09010
Fully Owned by
Seawind Ocean Technology Holding B.V.
Kabelweg 22 1014 BB Amsterdam The Netherlands



RIF. ELABORATO:

REVISIONI	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	OGGETTO
00	Maggio 2022	Ing. Andrea Ritossa Srl	Ing. Andrea Ritossa Srl A.R.	SEAWIND S.A.	Prima emissione - CONSEGNA
01					
02					

Amministratore e Direttore del progetto: Dott. Ing. Fabio Paravento
Vice Direttore tecnico: Dott. Ing. Sesto Avolio



PROGETTO CENTRALE EOLICA OFF-SHORE "DEL TORO 2"

POTENZA NOMINALE DI 292,8 MVA



STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	ESAMINATO	ACCETTATO
			Maggio 2022	Emissione	
STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE					
B – Studio Preliminare Ambientale					

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

INDICE

1. INTRODUZIONE E SCOPO DEL DOCUMENTO	4
2. SELEZIONE DEL SITO	5
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
3.1. INQUADRAMENTO DELL'AREA	6
3.2. PIANIFICAZIONE ENERGETICA	7
4. INFRASTRUTTURA OFFSHORE	9
4.1. SCHEMA ELETTRICO IMPIANTO EOLICO	14
4.2. AEROGENERATORE	15
4.3. FONDAZIONE GALLEGGIANTE	16
4.4. SISTEMA DI ANCORAGGIO	18
4.5. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE OFFSHORE	21
4.6. PERCORSO DEL CAVO MARINO DI COLLEGAMENTO TRA LE STAZIONI OFF-SHORE E IL PUNTO DI GIUNZIONE	22
4.7. SOTTOSTAZIONE ONSHORE DI CONNESSIONE ALLA RETE NAZIONALE	30
4.8. COSTRUZIONE E GESTIONE DELL'OPERA	31
4.8.1. Il sito di realizzazione delle pale eoliche presso il porto di Oristano	31
4.8.2. Manutenzione dell'opera	32
4.8.3. Dismissione e fine vita del parco eolico	34
4.8.4. Applicazione dei principi di economia circolare al progetto	49
5. DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE E LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO IN RELAZIONE ALLA SENSIBILITA' DELLE AREE INTERESSATE	50
5.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	51
5.2. CARATTERIZZAZIONE BATIMETRICA DELL'AREA	54
5.3. INQUADRAMENTO METEOMARINO	55
5.4. RETE NATURA 2000 SITI DI IMPORTANZA COMUNITARIA SIC – ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE ZPS – ZONE SPECIALI DI CONSERVAZIONE ZSC	59
5.5. INQUADRAMENTO NATURALISTICO RISPETTO ALLE AREE IBA	61
5.6. INQUADRAMENTO NATURALISTICO RISPETTO ALLE AREE SECONDO LA L.R. 31/89 e 23/98	62
5.7. INQUADRAMENTO NATURALISTICO RISPETTO ALLA CARTA DELLA NATURA DELLA REGIONE SARDEGNA	63
5.8. CONTENUTI ARCHEOLOGICI	66
5.9. ATTIVITÀ ECONOMICHE DELLA PESCA	70
5.10. CARATTERIZZAZIONE BIONOMICA DELL'AREA	81
5.11. ZONE DI RIPOPOLAMENTO DELL'ARAGOSTA ROSSA (Palinurus elephas) nel Sud Ovest della Sardegna	93
5.12. Biodiversità	96
5.13. ASSERVIMENTI DERIVANTI DALLE ATTIVITÀ AERONAUTICHE CIVILI E MILITARI E INFRASTRUTTURALI	112
5.14. AREE SOTTOPOSTE A RESTRIZIONI DI NATURA MILITARE	113
5.15. ZONE MARINE APERTE ALLA RICERCA DI IDROCARBURI	116
5.16. ANALISI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE URBANISTICA	117
5.16.1. Strumento urbanistico – Piano Urbanistico Comunale	118

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

5.16.2.	Piano regolatore Generale del Consorzio Industriale Provinciale Carbonia Iglesias	119
5.16.3.	Piano Urbanistico Provinciale – Piano territoriale di coordinamento	120
5.17.	ANALISI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE URBANISTICA PAESAGGISTICO AMBIENTALE	120
5.17.1.	Piano Paesaggistico Regionale - PPR	120
5.17.2.	Piano di assetto idrogeologico – PAI	124
5.17.3.	Piano Regionale di tutela della qualità dell’aria	125
5.17.4.	Siti di Interesse Nazionale – SIN	127
6.	DESCRIZIONE DEI PROBABILI EFFETTI RILEVANTI DEL PROGETTO SULL’AMBIENTE	128
6.1.	IMPATTI CONNESSI ALLA FASE DI REALIZZAZIONE	130
6.1.1.	Impatto sulla qualità dell’aria	131
6.1.2.	Impatto sul clima acustico	132
6.1.3.	Impatto sull’ambiente idrico marino	133
6.1.4.	Impatto sulla componente ambiente suolo	134
6.1.5.	Impatto sulla navigazione marittima e sulla sicurezza della navigazione	136
6.1.6.	Impatto sulla fauna e sul benthos - fase di realizzazione opere in mare	141
6.1.7.	Impatti connessi alla fase di realizzazione delle opere a terra	150
6.1.8.	Impatto sull’attività di pesca	151
6.1.9.	Impatto sulla produzione dei rifiuti	152
6.1.10.	Impatto sul patrimonio paesaggistico e culturale	153
6.1.11.	Impatto economico	153
6.2.	IMPATTI CONNESSI ALLA FASE DI ESERCIZIO	155
6.2.1.	Impatto sulla qualità dell’aria e gas serra	155
6.2.2.	Impatto sul clima acustico	158
6.2.3.	Impatto sull’ambiente idrico	159
6.2.4.	Impatto sulla sicurezza della navigazione	160
6.2.5.	Impatto sugli ecosistemi naturali	160
6.2.5.1.	Fauna marina	161
6.2.5.2.	Flora marina	161
6.2.5.3.	Avifauna	162
6.2.6.	Impatto sull’ attività della pesca	172
6.2.7.	Impatto sulla componente ambiente suolo	173
6.2.8.	Impatto sul patrimonio paesaggistico e culturale	174
6.2.9.	Analisi degli impatti elettromagnetici sulla fauna marina	175
6.2.10.	Produzione dei rifiuti	178
6.3.	Impatti connessi alla fase di dismissione	178
6.3.1.	Benefici e sviluppo economico per la Sardegna	180
7.	CONCLUSIONI	182

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

1. INTRODUZIONE E SCOPO DEL DOCUMENTO

La Proponente, Seawind Italia S.r.l., completamente incorporata in Seawind Ocean Technology BV, società di diritto olandese, sta sviluppando un progetto per la produzione di energia pulita eolica offshore nel mare sud-occidentale della Sardegna.

Il presente documento rappresenta lo studio preliminare ambientale per la fase di consultazione ai sensi dell'art. 21 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 (detta anche di scoping) che la Seawind ha scelto di utilizzare prima della presentazione dell'istanza di Valutazione di Impatto Ambientale.

Come stabilito dal succitato Decreto, prima della presentazione dell'istanza di VIA, il proponente ha la facoltà, infatti, di chiedere alle autorità preposte una fase di consultazione preliminare per definire gli elementi essenziali che devono essere contenuti nel progetto definitivo, il livello di dettaglio delle informazioni da includere nello studio di impatto ambientale e le metodologie da adottare per la sua redazione.

Il supporto documentale facente parte della presente istanza, conformemente al Decreto sopra citato, è costituito dalla seguente documentazione:

- uno studio preliminare ambientale (questo documento) che contiene l'inquadramento dell'impianto, le ragioni che hanno determinato la soluzione tecnologiche e di localizzazione prescelta, anche in riferimento alle soluzioni alternative considerate;
- il piano di lavoro per la redazione dello Studio di Impatto Ambientale definitivo (fase di VIA);
- altri elaborati relativi al progetto preliminare (Allegati tecnici).

Con la documentazione sopra elencata si introduce quindi il progetto e viene esaminata la sua fattibilità ambientale per poi evidenziare il percorso di approfondimenti successivi che porterà allo studio complessivo di Valutazione di Impatto Ambientale a sostegno della richiesta di Autorizzazione Unica.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

2. SELEZIONE DEL SITO

In Figura 1 è possibile osservare la posizione dell'impianto nel mare sudoccidentale della Sardegna.

L'area per localizzare l'impianto, come si vedrà nei successivi paragrafi, è stata scelta in base alla ventosità e qualità della risorsa eolica disponibile, della minimizzazione delle interferenze con le attività di pesca caratteristiche del luogo e le aree protette, della distanza dalla costa, delle profondità, della conformazione del fondale, dei possibili nodi di connessione alla Rete Nazionale gestita da Terna (RTN).

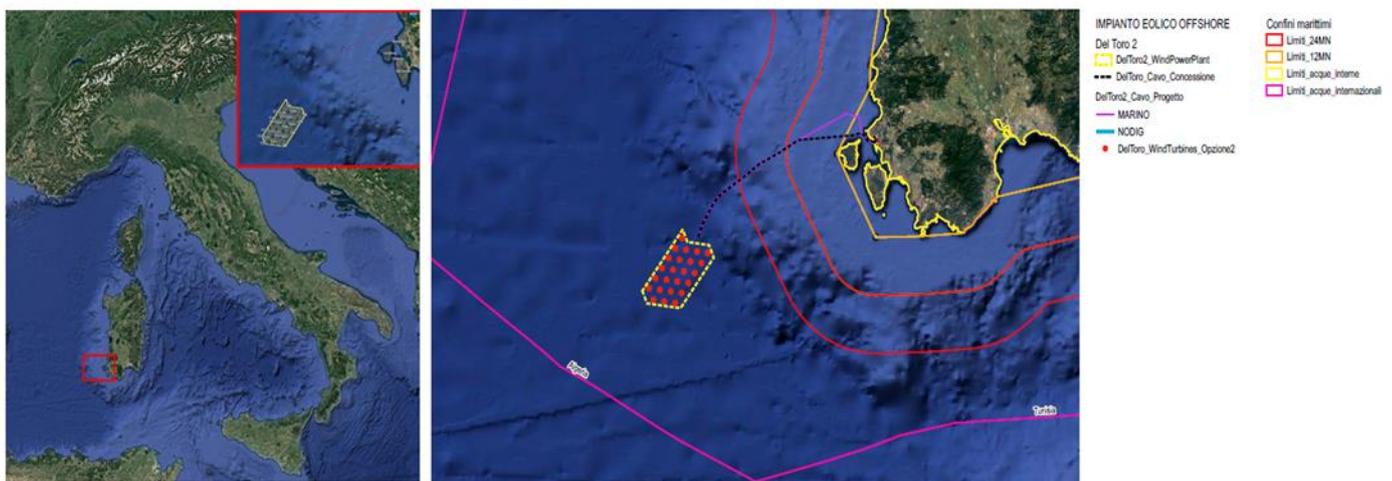


Figura 1 - Localizzazione parco eolico Del Toro 2

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

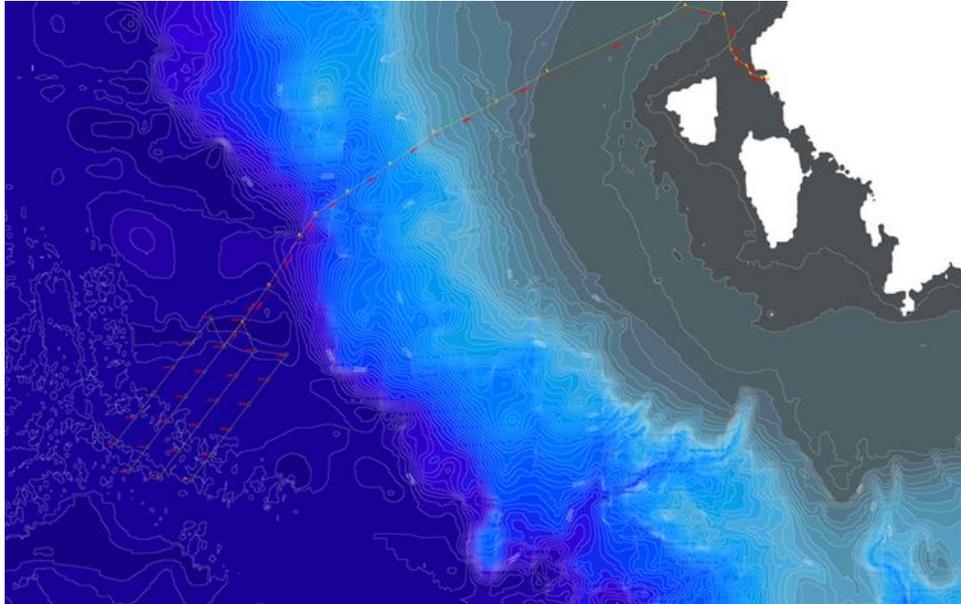
Il progetto Del Toro 2 ha una capacità totale di 293 MW (Floating Wind IT1202).

L'elettricità viene prodotta (seguendo la soluzione tecnica proprietaria di riferimento del progetto preliminare, che potrebbe essere modificata in sede di progettazione definitiva) utilizzando 24 innovativi generatori a turbina eolica galleggiante brevettata da Seawind (ad asse orizzontale e con rotore bipala), con una capacità di 12,2 MW ciascuna.

La produzione totale di energia sarà di 1,2 milioni di Megawattora (MWh) all'anno, contribuendo notevolmente alla decarbonizzazione della capacità energetica della Sardegna. Ciascuna delle 24 unità sarà posizionata in uno specchio d'acqua ad una profondità maggiore di 2000 m al largo della Sardegna sudoccidentale.

3.1. INQUADRAMENTO DELL'AREA

Si riporta di seguito il layout d'impianto sulle curve batimetriche.



Si può notare come la quota media del fondale nell'area d'impianto, sia pari a circa -2800 m / -2850m.

Per tale motivo si può classificare l'impianto come impianto eolico off-shore flottante in acque profonde.

Nella seguente tabella, si riportano le coordinate Gauss-Boaga (Roma 40 fuso Ovest) dei WTG's dell'impianto e le quote del fondale.

WTG	COORDINATE GAUSS BOAGA		PROFONDITA'
1	1360350,87	4276078,16	-2.850
2	1363239,56	4279911,63	-2.850
3	1366128,25	4283745,09	-2.850
4	1369016,95	4287578,56	-2.850
5	1371905,64	4291412,02	-2.850
6	1374794,33	4295245,49	-2.850
7	1355552,24	4276689,04	-2.850
8	1358440,93	4280522,50	-2.850
9	1361329,63	4284355,97	-2.850
10	1364218,32	4288189,43	-2.850
11	1367107,01	4292022,90	-2.850
12	1369995,70	4295856,36	-2.850
13	1350753,61	4277299,91	-2.850
14	1353642,31	4281133,38	-2.850
15	1356531,00	4284966,84	-2.850
16	1359419,69	4288800,30	-2.850
17	1362308,38	4292633,77	-2.850
18	1365197,08	4296467,23	-2.850
19	1348843,68	4281744,25	-2.850
20	1351732,37	4285577,71	-2.850
21	1354621,06	4289411,18	-2.850
22	1357509,76	4293244,64	-2.850
23	1360398,45	4297078,11	-2.850
24	1363287,14	4300911,57	-2.850

L'impianto si colloca a sud ovest di Sant'Antioco a circa 93 km nel punto di minor distanza da quest'ultimo.

Di seguito, si riporta lo stralcio della mappa del vento da DTU Global Wind Atlas e la rosa dei venti e la distribuzione delle velocità.

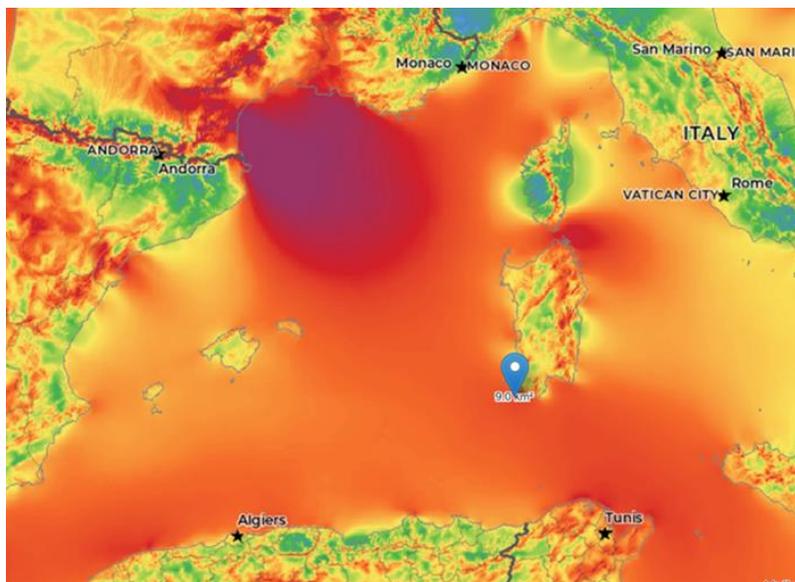


Figura 2: mappa del vento da DTU Global Wind Atlas

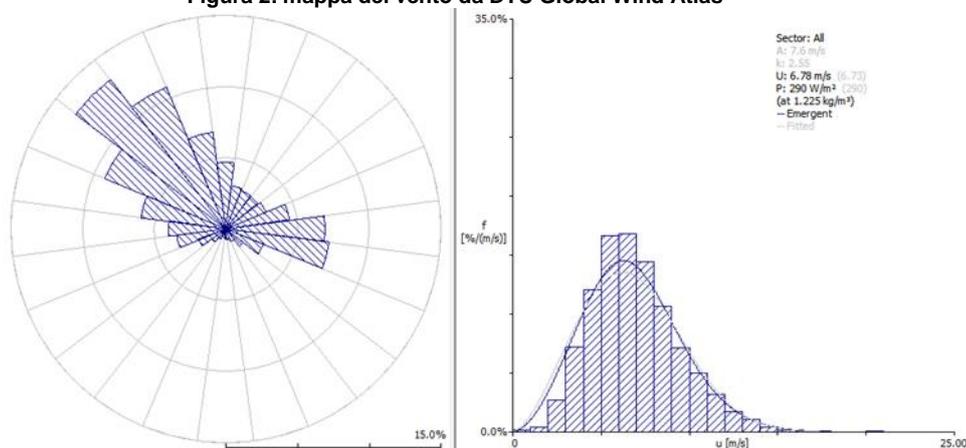


Figura 3: Rosa dei venti e la distribuzione delle velocità

3.2. PIANIFICAZIONE ENERGETICA

L'implementazione di politiche di contrasto al cambiamento climatico ha reso necessario ripensare completamente il sistema energetico a livello globale, europeo e nazionale. Negli anni sono stati assunti provvedimenti volti a fissare obiettivi sempre più ambiziosi in termini di riduzioni delle emissioni di gas a effetto serra, di miglioramento dell'efficienza energetica e di produzione di energia da fonti rinnovabili.

Secondo la Commissione Europea, come evidenziato dal sito ufficiale ec.europa.eu, sezione Domande e risposte: strategia per le energie rinnovabili offshore (europa.eu) da cui riportiamo di seguito in questo paragrafo ampi stralci e alcuni punti chiave, l'Italia ha un potenziale enorme per lo sviluppo di parchi a energia eolica in particolare quelli di tipo galleggianti

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

offshore. Su questo potenziale si basa sia la politica europea che quella nazionale e regionale per la riduzione della dipendenza da fonti fossili e per l'integrazione di modelli ambientali e sociali sostenibili nel lungo periodo.

L'espansione e l'ulteriore sviluppo dell'industria eolica in mare possono essere realizzati in linea con gli obiettivi della strategia dell'UE sulla biodiversità, aumentando la generazione da rinnovabili e assicurando un elevato livello di protezione dell'ambiente e della biodiversità. A tale proposito la Commissione ha adottato oggi anche un nuovo documento di orientamento sullo sviluppo dell'energia eolica e sulla legislazione dell'UE a tutela della natura per favorire un'attuazione coerente delle politiche in queste materie.

A livello regionale, il Piano Energetico Ambientale della Regione Sardegna 2015-2030 (PEARS) ha come obiettivo prioritario la riduzione entro il 2030 del 50% delle emissioni di CO₂ associate ai consumi energetici rispetto al 1990. Lo sviluppo dell'energia eolica offshore va nella direzione di una maggiore indipendenza energetica della Sardegna grazie alle fonti rinnovabili, di un minore impatto visivo sul paesaggio e di una opportunità di impiego negli anni a venire.

Con D.M. 10 del novembre 2017 del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, è stata adottata la Strategia Energetica Nazionale 2017 (SEN), il piano decennale del Governo italiano per anticipare e gestire il cambiamento del sistema energetico.

Fra i target quantitativi previsti dalla SEN si riportano in particolare l'efficienza energetica, con target di riduzione dei consumi finali da 118 a 108 Mtep con un risparmio di circa 10 Mtep al 2030 e l'ampliamento delle fonti rinnovabili, con target del 28% di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 rispetto al 17,5% del 2015.

Puntando su una quota di rinnovabili sul consumo elettrico del 55% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015, oltre che una quota di rinnovabili nei trasporti del 21% al 2030 rispetto al 6,4% del 2015.

In seguito alla crisi mondiale di pandemia Covid19, si è definito il cosiddetto PNRR, Piano nazionale di Ripresa e Resilienza. Questo piano punta, tra le molte linee direttrici, anche di semplificare ed incentivare lo sviluppo dell'eolico offshore.

In linea con lo sforzo di incentivazione, è stato emanato il Decreto Legislativo n.199 dell'8 novembre 2021, che attua la Direttiva UE 11/12/2018, n. 2001. Esso detta i criteri per l'individuazione delle aree idonee all'installazione della potenza eolica. Successivamente, è stato pubblicato il Decreto-legge 1 marzo 2022, n.17 che amplia l'autorizzazione unica rilasciata dallo Stato non solo all'impianto ma anche alle opere per la connessione alla rete; inoltre con l'art. 13 accorcia ulteriormente gli iter autorizzativi delle rinnovabili e va a modificare alcuni passaggi dell'articolo 23 del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199 (Procedure autorizzative per impianti off-shore e individuazione aree idonee) includendo anche le "aree non sottoposte a vincoli incompatibili con l'insediamento di impianti off-shore".

4. INFRASTRUTTURA OFFSHORE

Di seguito si riporta la soluzione tecnica di riferimento del progetto preliminare.

Tale soluzione comprende:

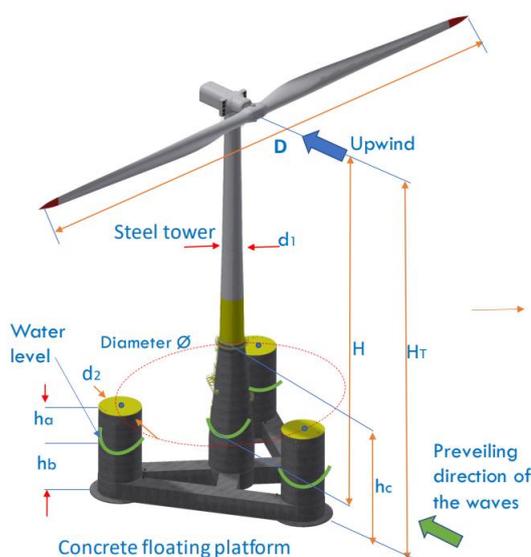
- 24 generatori di turbine eoliche galleggianti (WTG) da 12,2 MW installate offshore (mod. Seawind 12);



Figura 4: Unità completa modello Seawind 12 con dettaglio su cime di ormeggio per unità di testa e in linea

Mentre una soluzione alternativa potrebbe comprendere:

- 18 generatori di turbine eoliche galleggianti (WTG) da 16,2 MW installate offshore (mod. Seawind 16, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**);



Seawind 16 for sites with Hs 7 m	
D	260 m
H (from sea)	143 m
H _T (total)	170 m
d1	Tapered from 6 to 9 m
d2	15 m
∅	80 m
h _a	18 m
h _b	22 m
h _c	59 m
Gravity anchors	Three
Catenary mooring lines	Options, depending on the sea WD: #1) Six mooring lines #2) Three mooring lines, with platform thrusters to be used only for extreme waves or in case of failure of a mooring line

Figura 5: Modello WT Seawind 16;

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

Ogni unità è costituita da:

- Struttura della navicella in acciaio di tipo tubolare.
- Rotore bipala, con pale collegate direttamente al mozzo senza meccanismi di regolazione di passo.
- Rotore collegato alla testa d'albero mediante una cerniera elastica.
- Testa d'albero collegata all'albero mediante un giunto speciale.
- Albero su due robusti cuscinetti, uno radiale e l'altro radiale e assiale con supporti splittati.
- Moltiplicatore di giri con cassa ancorata direttamente alla struttura della navicella splittata e splittata per piena accessibilità agli stadi.
- Controllo di potenza mediante regolazione dell'angolo di imbardata.
- Generatore elettrico a gabbia di scoiattolo.
- Convertitore elettrico a piena potenza a 3.3 kV accoppiato al trasformatore 3.3_66kV.
- Torre in acciaio.

Ogni Floating WTG è ormeggiata al fondale mediante un sistema di ancoraggio (Figura 6) che comprende:

- Per ogni unità WTG, 3x2 linee di ormeggio (catene d'acciaio, configurazione catenaria);
- Per ogni unità WTG, ci sono 3 punti di ormeggio, che sono posizionati sul fondo del mare. A queste ancore sono collegate le catene di ormeggio.
- Piattaforma in calcestruzzo armato, senza sistema attivo di zavorra, con una colonna centrale e tre floaters periferici e bracci di collegamento (vedasi in seguito).
- Un insieme di cosiddetti cavi "inter-array": cavi elettrici da ciascuna unità verso 2 sottostazioni 66/220 kV, ciascuna dotata di un trasformatore di potenza complessiva non inferiore a 160 MVA, che saranno realizzate off-shore all'interno della fondazione flottante di due degli aerogeneratori (WTG);
- Un collegamento in cavo sottomarino 220 kV e poi a mezzo di cavo interrato 220 kV alla stazione on-shore 220/380 kV e da qui collegamento in cavo interrato 380 kV alla S.E. RTN 380 kV di Sulcis.

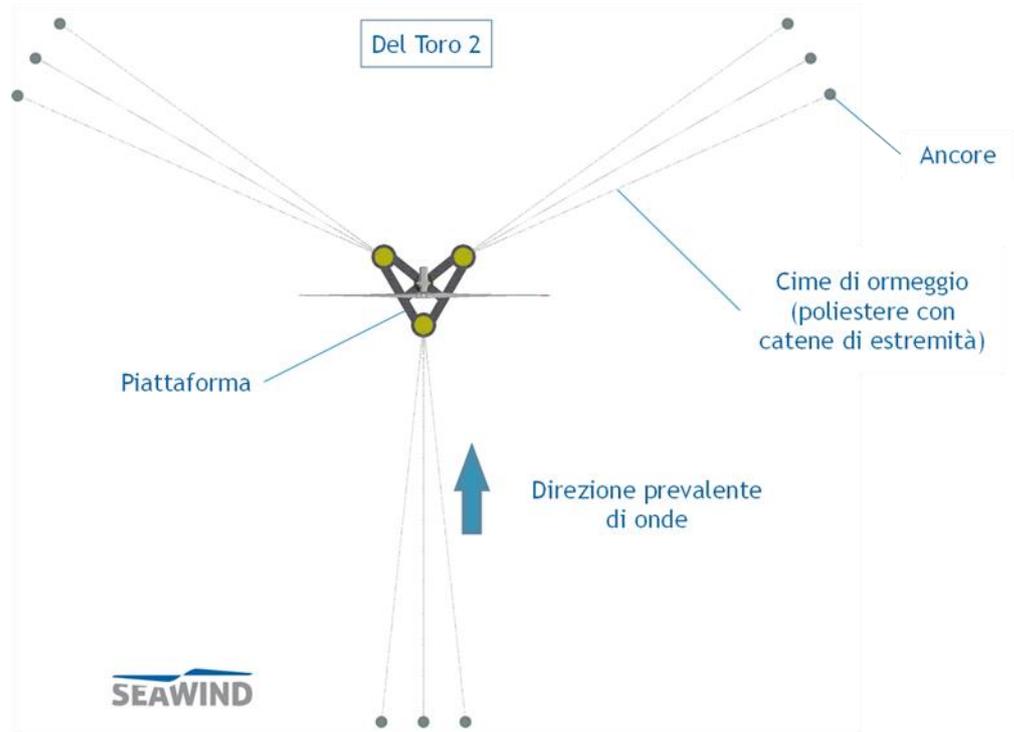


Figura 6 - WTG Seawind 12, sistema di ancoraggio

Del Toro 2
 Piattaforma
 flottante in
 calcestruzzo.
 Turbina in linea

Dimensioni in metri

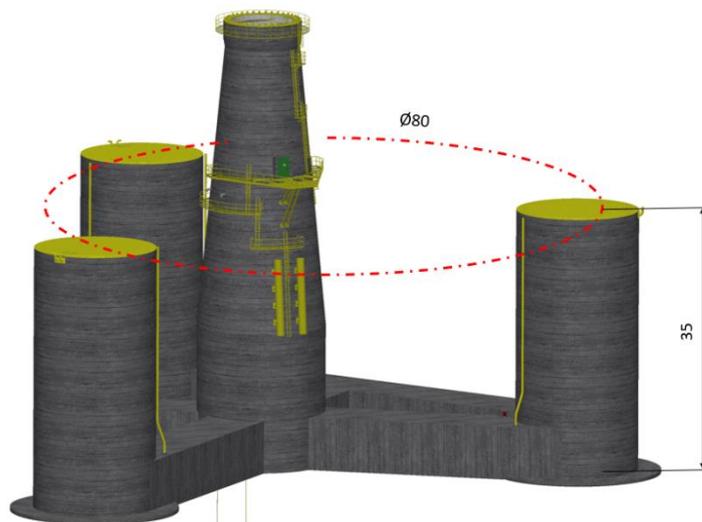


Figura 7 - piattaforma in calcestruzzo flottante per turbina in linea

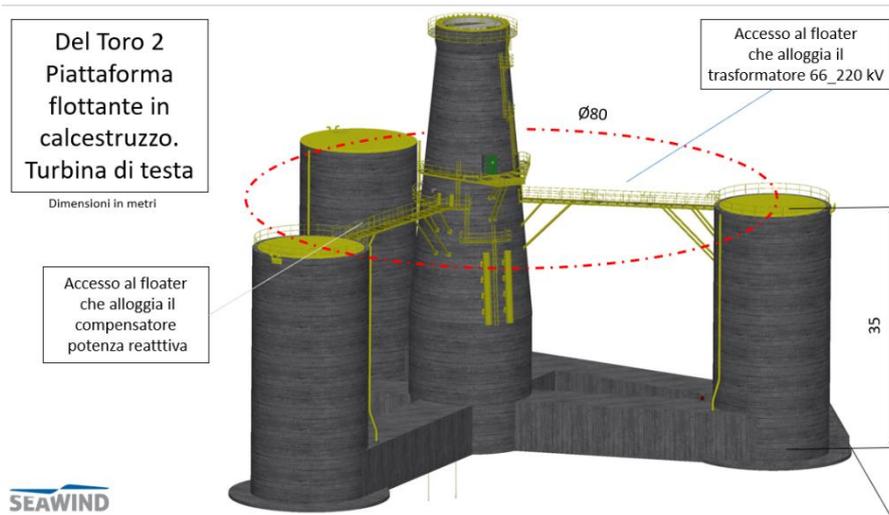


Figura 8 - piattaforma in calcestruzzo flottante per turbina di testa

Tutte le apparecchiature elettriche, eccetto il generatore elettrico, il quadro alimentazione servizi ausiliari di navicella e l'UPS di navicella dedicato al controller e al sistema di monitoraggio, sono alloggiati nella struttura di supporto (Figura 9, Figura 10).

In particolare,

- Il convertitore 3.3 kV è ubicato all'interno della colonna centrale della piattaforma in calcestruzzo, al piano della porta d'ingresso. Esso è raffreddamento da coolers ubicati sul pianerottolo esterno intorno alla porta.
- Le altre apparecchiature elettriche della turbina sono ubicate sul fondo della colonna centrale. Esse sono:
 - o Il trasformatore principale di unità 3.3 _66kV, il circuit breaker e relativo sezionatore. Per il raffreddamento del trasformatore si usa acqua di mare.
 - o Il piccolo trasformatore dei servizi ausiliari (collegato direttamente alla rete).
 - o Il quadro servizi ausiliari che alimenta anche il quadro servizi ausiliari della navicella
 - o L'UPS di unità (batterie elettriche) di alimentazione servizi ausiliari in caso di perdita di rete.

Il generatore, ubicato in navicella, ed il convertitore, ubicato in piattaforma, sono collegati con cavi elettrici sospesi. Sono sospesi anche i cavi del sistema di monitoraggio e controllo fra il PLC della turbina, ubicato in navicella, e il PLC del convertitore, nonché i cavi elettrici fra i quadri servizi ausiliari di piattaforma e di navicella.

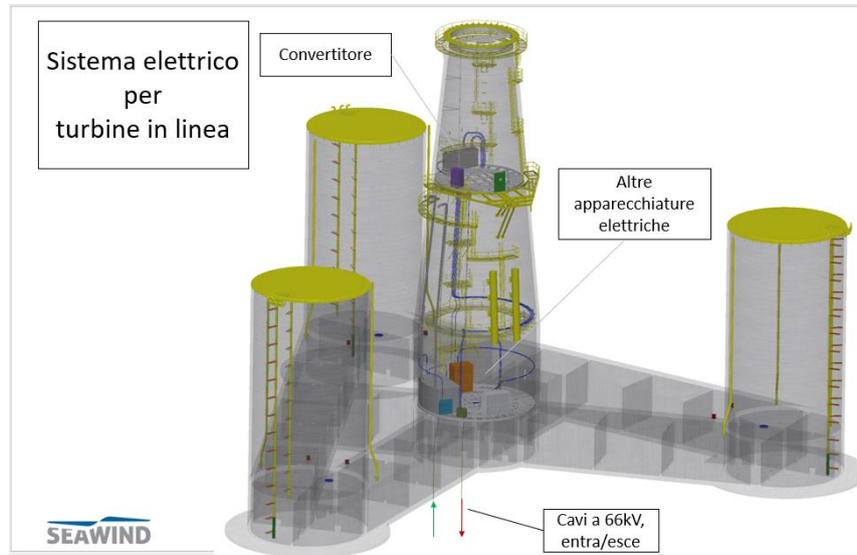


Figura 9 - sistema elettrico di una turbina in linea

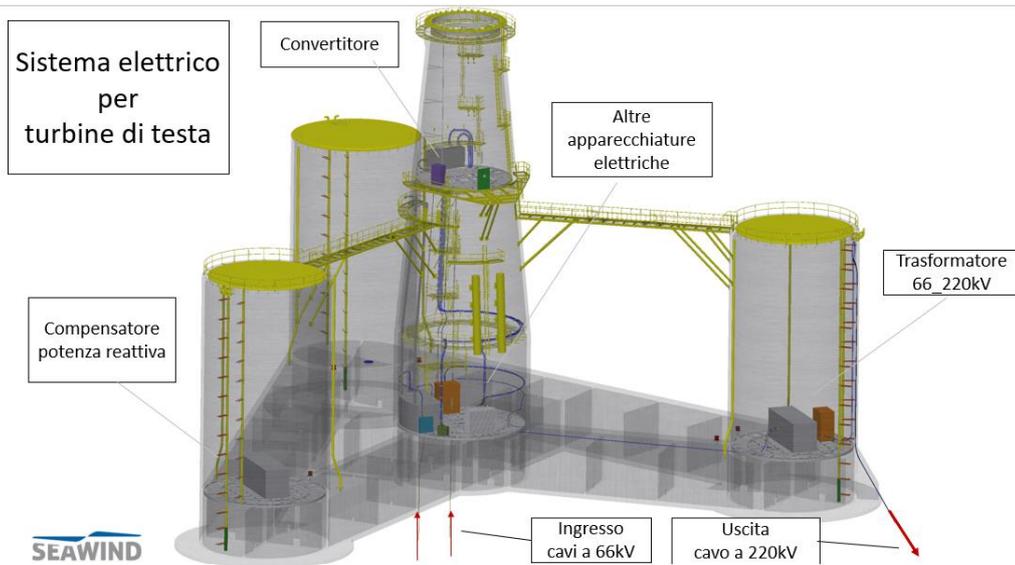


Figura 10 - sistema elettrico di una turbina di testa

4.1. SCHEMA ELETTRICO IMPIANTO EOLICO

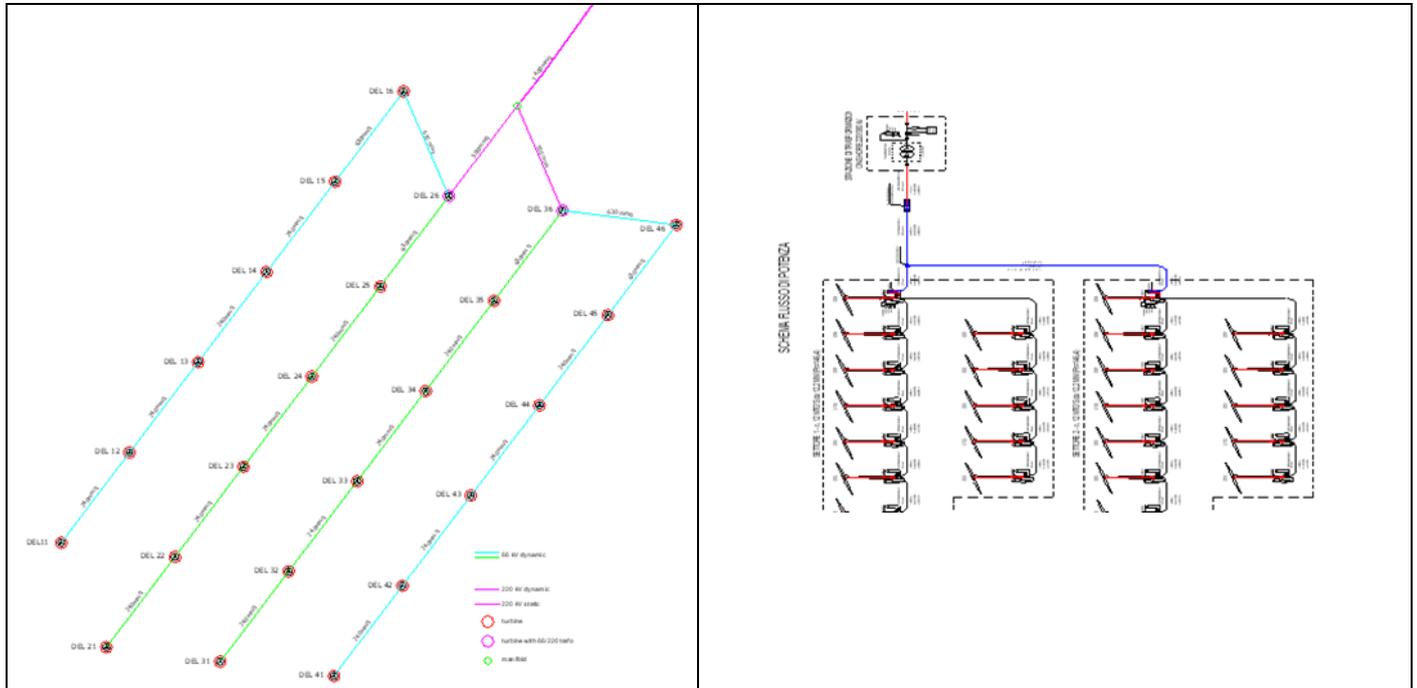


Figura 11 - schema a due settori del parco eolico

Il parco eolico è costituito da due settori.

Ciascun settore è costituito da due linee di turbine interconnesse in serie (criterio entra-esce) con cavi a 66 kV.

I cavi a 66kV in ingresso e in uscita penetrano nella colonna centrale della piattaforma in calcestruzzo, dal basso, entro guaine posizionate all'interno dello spessore della parete in calcestruzzo.

I cavi a 66 kV in uscita dai due sottosettori convergono su una turbina speciale (che chiamiamo unità di testa).

Le apparecchiature della turbina della unità di testa sono ubicate ed interconnesse come quelle delle turbine in linea.

I cavi a 66kV provenienti dai due sottosettori penetrano nella colonna centrale della piattaforma (lungo le apposite guaine annegate nella parete in calcestruzzo) e raggiungono il quadro dei sezionatori a valle del circuit breaker della turbina.

Il cavo in uscita dal quadro sezionatori raggiunge il trasformatore elevatore 66_220 kV, ubicato sul fondo di uno dei due floaters posteriori della piattaforma. Detto cavo corre in apposita guaina lungo un braccio della piattaforma.

All'uscita del trasformatore prende posto il circuit breaker e relativo sezionatore del settore del parco. Il cavo (dinamico) in uscita a 220kV lascia il floater dal basso, diretto verso il cavo statico ubicato sul fondo del mare.

L'unità di testa è dotata anche di un compensatore di potenza reattiva che prende posto sul fondo del secondo floater posteriore della piattaforma.

I volumi disponibili in piattaforma sono compatibili con le dimensioni delle apparecchiature alloggiare.

4.2. AEROGENERATORE

Le dimensioni principali dell'unità WTG (mod. Seawind 12) sono riportate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** In particolare, l'altezza massima raggiunta quando il rotore si trova in posizione verticale è di circa 241 metri dal livello del mare.

La navicella si trova ad una altezza di 149 metri dal fondo della piattaforma (e circa 130 metri dal livello del mare), sarà dotata di luci anticollisione, e consentirà operazioni di deposito e prelievo di personale da un elicottero tramite verricello, con il rotore bloccato in posizione verticale. Il pescaggio della struttura di supporto sarà di circa 20 metri.

L'unità alternativa, Seawind 16, ha caratteristiche simili, dove le differenze principali sono che il diametro delle pale è circa +15% maggiore e l'altezza della torre solo 5% maggiore della Seawind 12. Queste dimensioni la fanno ricadere appieno nelle indicazioni del decreto legislativo DL 3 Marzo 2011 n.28 – art 6-bis (in forza dal 31/7/2021) secondo cui eventuali modifiche possono essere fatte prima della fase esecutiva se le dimensioni fisiche aggiornate non superano del 15% in volume la soluzione precedente.

La posizione di ogni unità WTG verrà comunicata alle competenti autorità per la navigazione marittima ed area (civile e militare) per essere segnalata sulle rispettive cartografie. I WTG's si trovano al di fuori di spazi aerei ICAO e poligoni militari.

In termini di rumorosità trasmessa in acqua dall'aerogeneratore attraverso poi la piattaforma in calcestruzzo, è previsto che per il materiale scelto e per il notevole spessore delle pareti in calcestruzzo della piattaforma, da 40 a 50 cm, le vibrazioni generate dalle parti in rotazione non riescano a trasmettersi in acqua con ampiezze significative. In seguito allo scoping verranno effettuate delle prove di propagazione in vasca di prova

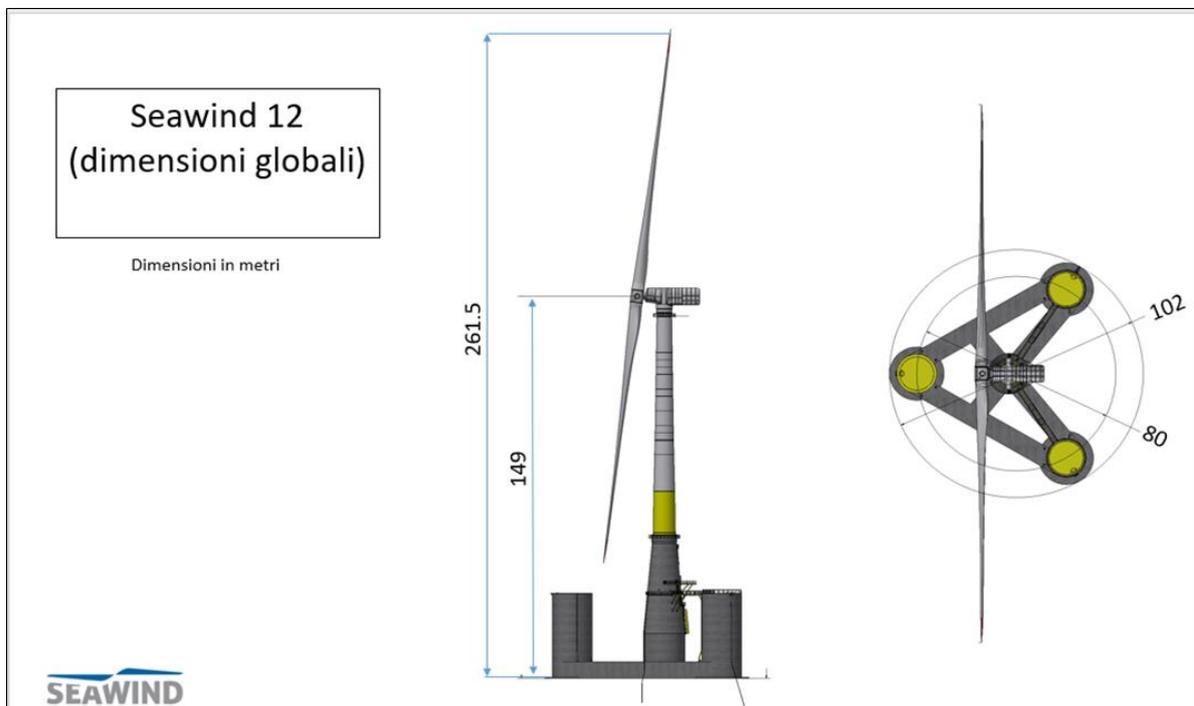


Figura 12: WTG Seawind 12

La posizione di ogni unità WTG verrà comunicata alle competenti autorità per la navigazione marittima ed area (civile e militare) per essere segnalata sulle rispettive cartografie. I WTG's si trovano al di fuori di spazi aerei ICAO e poligoni militari.

4.3. FONDAZIONE GALLEGGIANTE

Le WTG saranno installate su una struttura galleggiante semisommersibile in calcestruzzo. Il peso totale dell'unità di calcestruzzo sarà di circa 15.000 tonnellate.

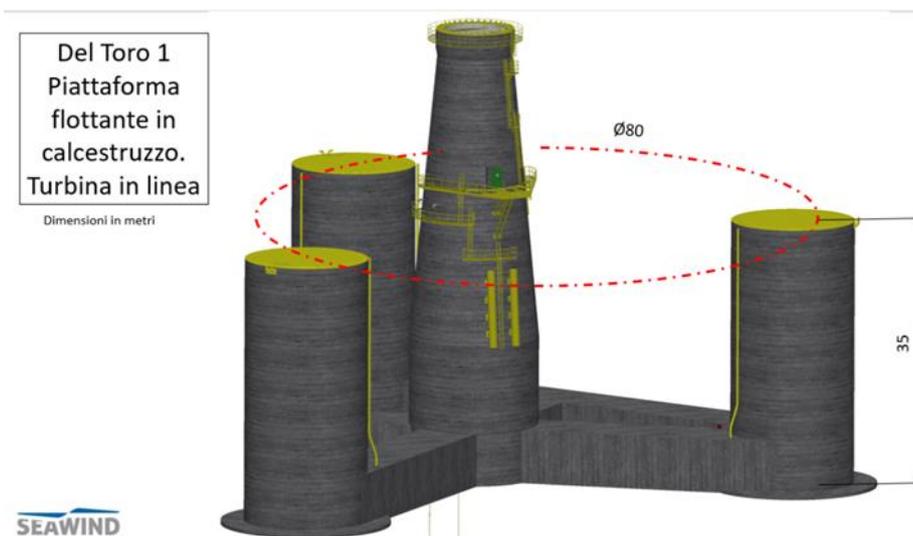


Figura 13:piattaforma in calcestruzzo flottante per turbina in linea

Le strutture in calcestruzzo saranno realizzate nella Zona Industriale del Porto di Oristano su una piattaforma galleggiante, dry dock, fornita da Seawind, dove successivamente verranno assemblati tutti i rimanenti sistemi; al termine, le unità verranno fatte galleggiare sulla piattaforma fuori del porto e da lì in poi le unità saranno trasportate al sito del parco eolico utilizzando rimorchiatori.

Si precisa che la Seawind ha opzionato presso il Consorzio Industriale di Oristano un'area del Porto nella quale realizzerà un sito di produzione di pale eoliche e relative strutture galleggianti con il fine di diventare un polo di riferimento nel mediterraneo per la produzione di detti manufatti; il progetto di Oristano riguarderà pertanto un altro iter autorizzativo.

La fondazione galleggiante sarà zavorrata con acqua di mare a scopo di stabilità al momento dell'installazione nella sua posizione finale. Il pescaggio finale dell'unità sarà di circa 20 metri. L'operazione di zavorramento verrà effettuata utilizzando il Ballast Control System a bordo della fondazione e verrà utilizzata solo durante l'installazione: in altre parole, non vi è attività di zavorramento o pompaggio attiva.

Le unità in calcestruzzo non richiedono alcuna manutenzione una volta installate e non è richiesta alcuna protezione catodica; quindi, non vengono installati anodi sacrificali né è necessario sostituire questi anodi ogni anno come sarebbe il caso di una fondazione in acciaio. Sono previste solo ispezioni periodiche sulle superfici esterne ed interne delle strutture in calcestruzzo e sulle cime di ormeggio.

Il calcestruzzo inoltre, come riportato nell'apposito paragrafo relativo alle emissioni acustiche, a differenza dell'acciaio con il quale sono usualmente costruite le piattaforme galleggianti per aerogeneratori, limita notevolmente la propagazione delle vibrazioni e quindi del disturbo acustico in acqua.

Tutte le apparecchiature elettriche, eccetto il generatore elettrico, il quadro alimentazione servizi ausiliari di navicella e l'UPS di navicella dedicato al controller e al sistema di monitoraggio, sono alloggiati nella struttura di supporto.

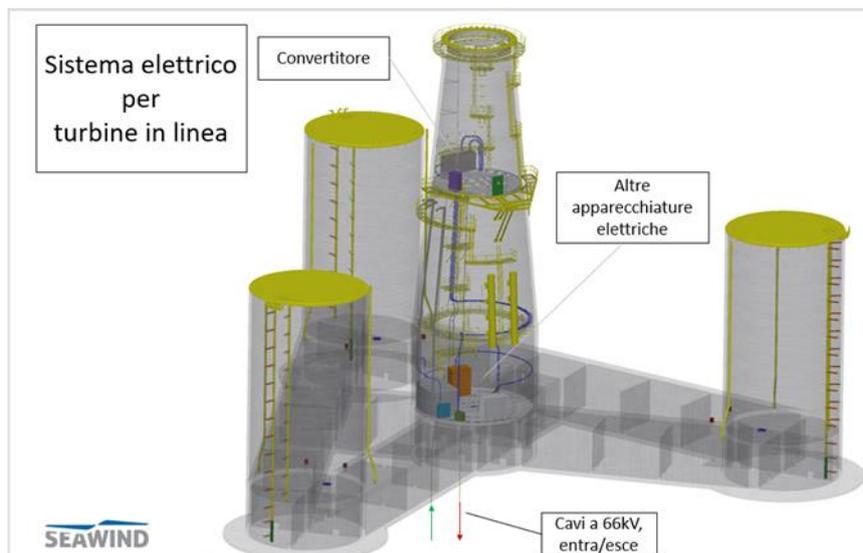


Figura 14: Sistema elettrico di una turbina in linea;

I cavi a 66kV in ingresso e in uscita penetrano nella colonna centrale della piattaforma in calcestruzzo, dal basso, entro guaine posizionate all'interno dello spessore della parete in calcestruzzo.

I cavi a 66 kV in uscita dai due sottosectori convergono su una turbina speciale (che chiamiamo unità di testa).

Le apparecchiature della turbina della unità di testa sono ubicate ed interconnesse come quelle delle turbine in linea.

I cavi a 66kV provenienti dai due sottosectori penetrano nella colonna centrale della piattaforma (lungo le apposite guaine annegate nella parete in calcestruzzo) e raggiungono il quadro dei sezionatori a valle del circuit breaker della turbina.

Si rimanda alla relazione tecnica generale per maggiori dettagli.

4.4. SISTEMA DI ANCORAGGIO

La fondazione galleggiante è mantenuta in posizione per mezzo di un sistema di ormeggio passivo che comprende catene di ormeggio in acciaio (3 x 2 linee per unità) e 3 punti di ormeggio.

Catene di ormeggio

Le catene da ormeggio sono catene da ormeggio di tipo marino, ampiamente utilizzate nell'industria offshore. Queste catene sono pre-posizionate, prima dell'arrivo delle unità di turbine eoliche flottanti (Floating Wind Turbine).

L'utilizzo delle catenarie è dettato dalla necessità di limitare gli spostamenti della piattaforma e aumentare l'affidabilità delle linee di ormeggio.

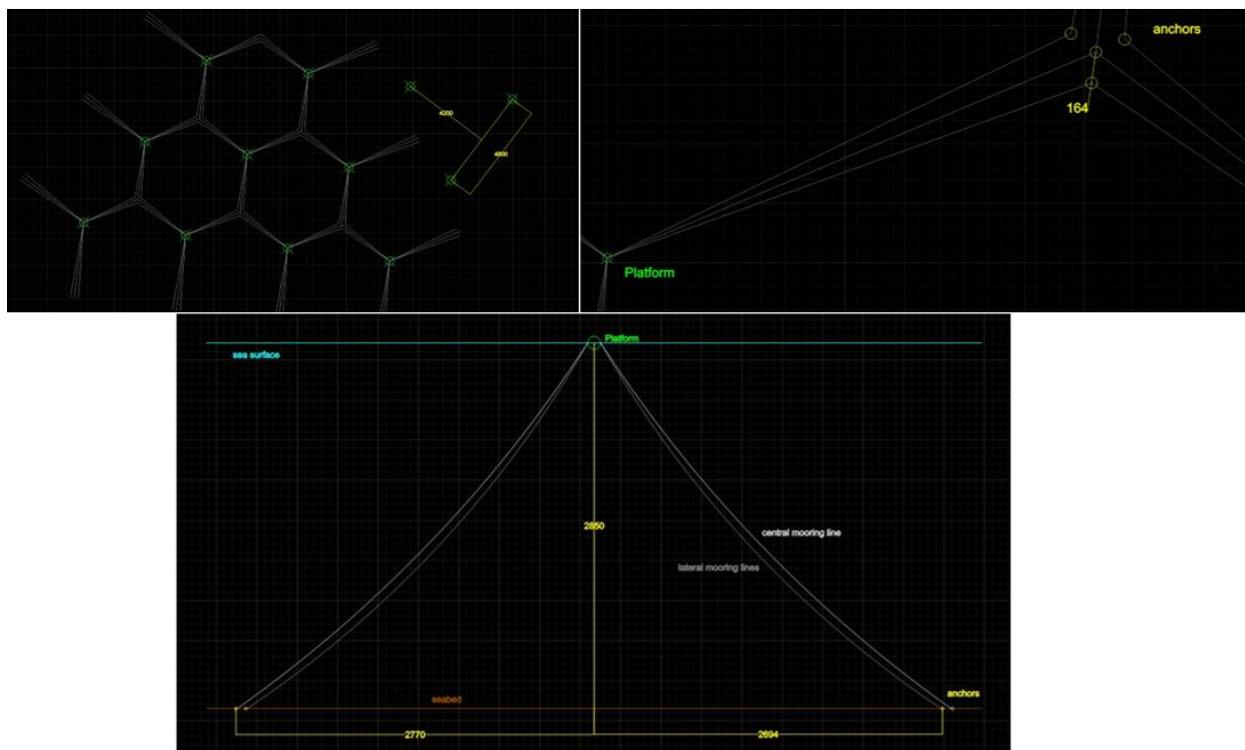


Figura 15: Dettagli sistema di ancoraggio dei WTG;

Punti di ancoraggio

Le catene di ormeggio sono collegate ai punti di ormeggio, questi possono essere suddivisi in 4 tipologie, vedi foto sotto:

- Ancoraggi incorporati di trascinamento, comunemente usati nella navigazione navale. Queste ancore vengono installate tirandole nel fondale;
- Ancoraggi tipo palo aspirante: colonne in acciaio calate sotto il fondo del mare mediante riduzione della pressione dell'aria;
- Ancoraggi a gravità: semplici strutture scatolari riempite con minerale di ferro o calcestruzzo. Questi vengono semplicemente posizionati sul fondo del mare;
- Ancoraggi a piastra: adatti solo a tipi di terreno specifici.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

Correntemente, l'opzione considerata è quella del sistema di ancoraggio ad aspirazione (11 e 12). Una volta connessi con il collegamento delle mooring line, queste ancore vengono attaccate alle catene e successivamente calate sul fondale.

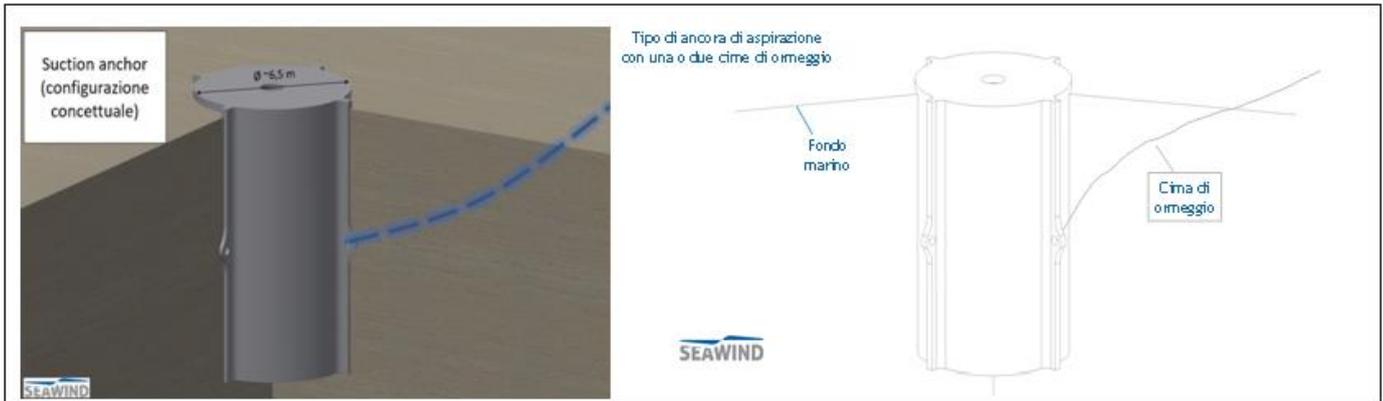


Figura 16: Tipologia di ancoraggio ad aspirazione;



Figura 17: Esempio sistema della società SPT Offshore;

Un'altra delle opzioni è quella di installare punti di ancoraggio a gravità (Figura 18). Nel caso di questa opzione, gli ancoraggi avranno una robusta scatola di cemento riempita con minerale di ferro per raggiungere la capacità necessaria con una dimensione media. Possono essere trainati a galla dal cantiere all'area di installazione. Qui, una volta agganciate alla nave gru, vengono attaccate alle catene, riempite di ferro e successivamente calate sul fondale.

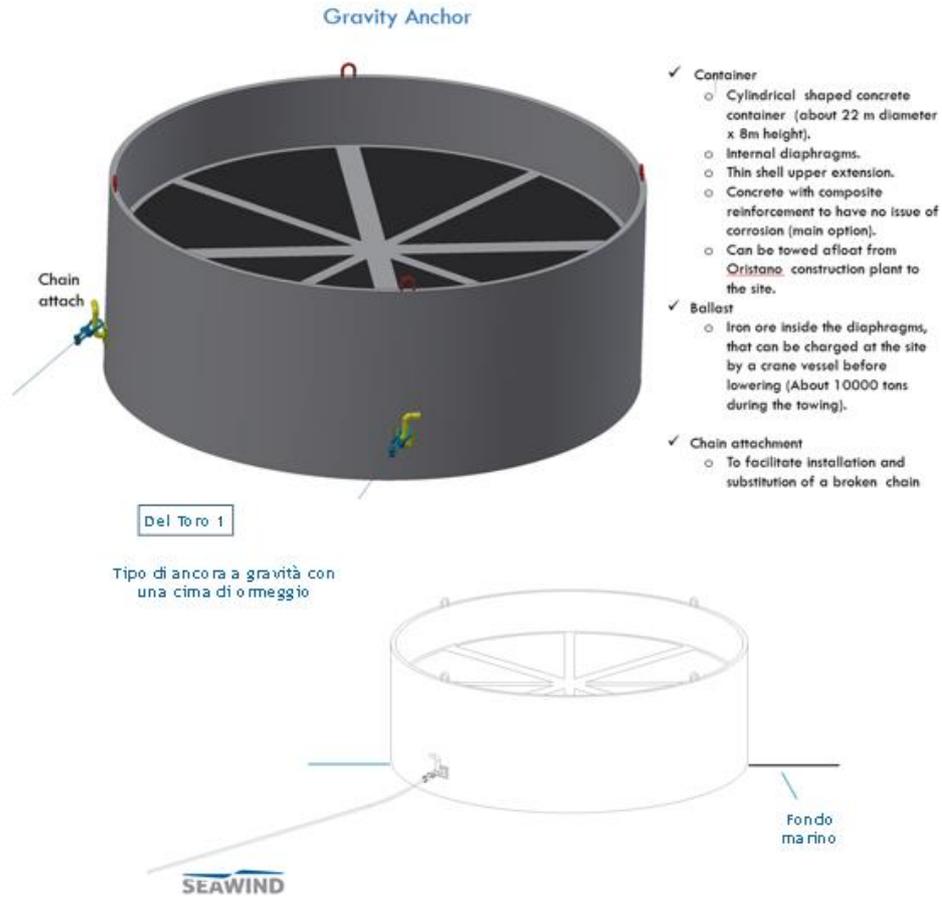


Figura 18: Tipologia di ancoraggio a gravità;

4.5. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE OFFSHORE

L'impianto è suddiviso in n.2 settori da n.12 WTG's ciascuno. È prevista una stazione elettrica di trasformazione (SET) off-shore per ciascun settore (A, B), che sarà collocata all'interno della fondazione di uno degli aerogeneratori (WTG di testa).

Ciascuna stazione di trasformazione farà da nodo di interconnessione comune per tutti gli aerogeneratori del settore, trasformando la tensione da 66 kV a 220 kV.

Ogni SET sarà del tipo compatta in GIS sia per ridurre al minimo gli ingombri e i pesi che per l'elevato grado di salinità presente negli ambienti.

Lo schema di collegamento dei WTG's alla SET di settore avverrà secondo lo schema riportato nella Figura.

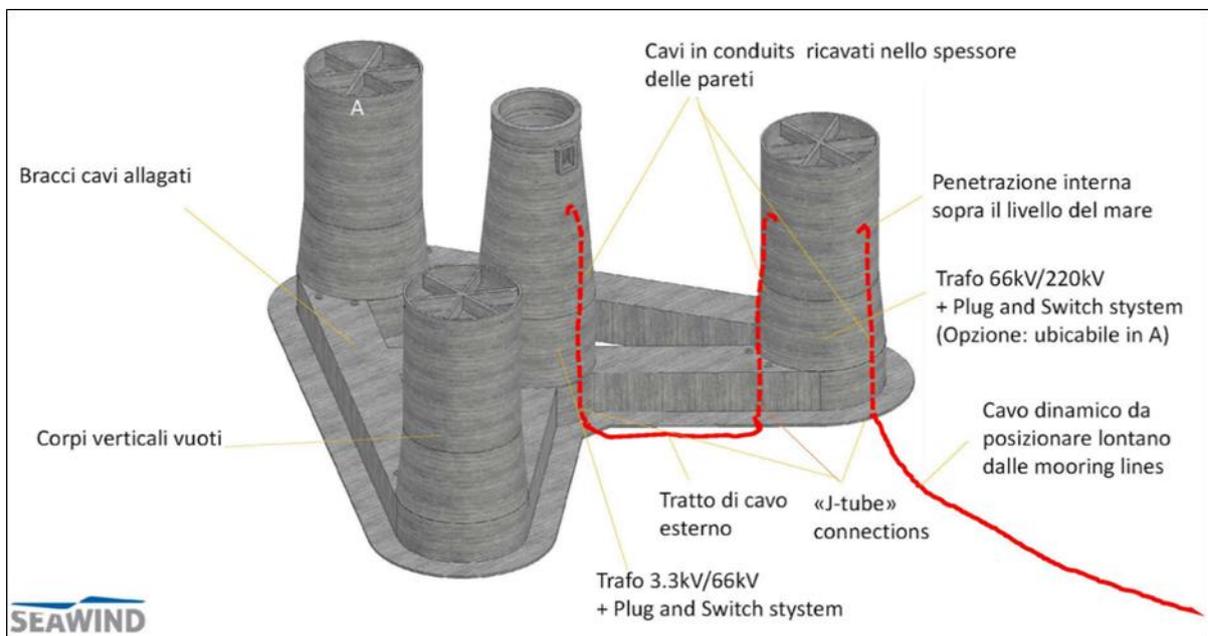


Figura 19: Schema di collegamento alla SET;

Le n.2 stazioni elettriche di trasformazione 66/220 kV saranno collegate tramite proprio cavo dinamico 220 kV ad un giunto sottomarino (manifold) in modo da avere un unico cavo in uscita 220kV (statico) verso la stazione on-shore 220/380 kV (per misure e compensazione potenza reattiva) e da qui, tramite cavo interrato 380 kV, verso il punto di connessione sulla RTN (SE Terna 380 kV di Sulcis).

Si rimanda alla relazione tecnica generale per maggiori dettagli.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>

4.6. PERCORSO DEL CAVO MARINO DI COLLEGAMENTO TRA LE STAZIONI OFF-SHORE E IL PUNTO DI GIUNZIONE

Per il trasporto dell'energia elettrica prodotta fino al punto di connessione alla RTN, esistono alcune principali tipologie di cavo elettrico sottomarino:

- Cavi marini "inter-array" di alta tensione 66 kV, con sezione tale di permettere il trasporto dell'energia prodotta da ciascun gruppo di WTG's;
- Cavo marino ad altissima tensione 220 kV, sia dalla stazione del settore "B" a quella del settore "A" (dinamici), che dal giunto sottomarino fino alla buca giunti posta sulla riva (punto di sbarco).
- Cavi a bassa tensione per la strumentazione ed il controllo delle turbine eoliche galleggianti. Questi sono integrati all'interno dei cavi di potenza, tipicamente come cavi di trasmissione dati in fibra ottica;

Il cavo inter-array può essere posizionato sul fondale o, in alternativa, rimanere galleggiante ad una profondità di 100-200 m con collari di galleggiamento, come illustrato in Figura 20.

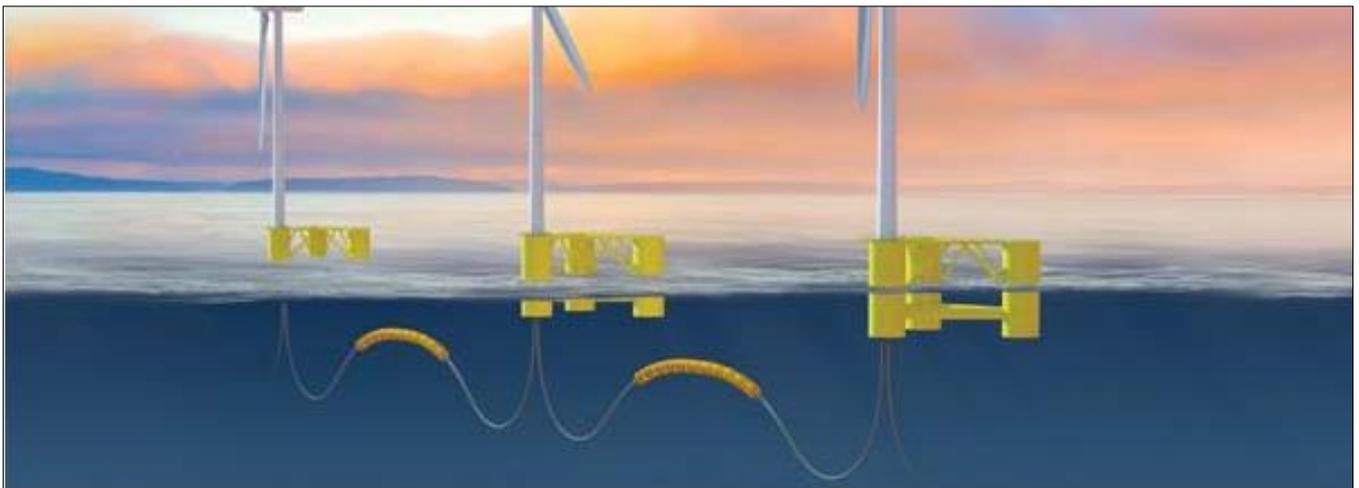


Figura 20 - cavi inter-array con collari di galleggiamento

Per i cavi inter-array 66 kV sarà utilizzato un cavo del tipo tripolare con isolamento in XLPE e armatura in acciaio.

Per il collegamento delle stazioni di trasformazione alla terra sarà utilizzato un cavo di altissima tensione 220 kV AC del tipo tripolare con isolamento in XLPE ed armatura in acciaio.

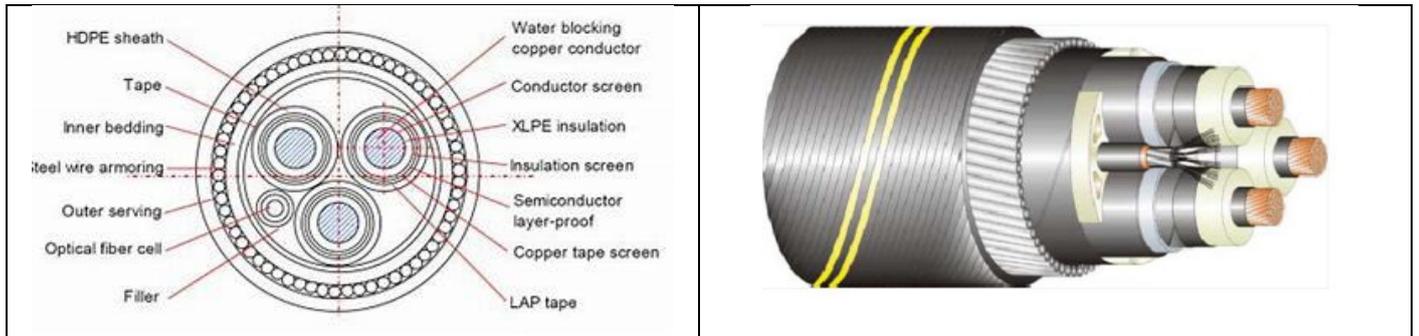


Figura 21 - cavo marino con isolamento in XLPE

Nel caso in oggetto, i cavi inter-array risultano avere un tratto dinamico di uscita dal WTG fino al tratto statico posato sul fondo del mare, in genere non è necessaria alcuna protezione contro le distorsioni e/o lavori di scavo e riempimento del cavo. L'armatura del cavo fornisce una protezione sufficiente (Figura 22).



Figura 22 - cavo marino con isolamento in XLPE posato sul fondo

Il cavo di connessione con la terra sarà invece semplicemente appoggiato nel fondale fino alla batimetrica di -50,00 dove inizia il tratto interessato dalla presenza di posidonia oceanica. Questo primo tratto di cavo avrà una lunghezza di circa 94.5 Km.

A partire da questo punto, l'intero percorso del cavo e per una lunghezza di circa 6,5 Km sarà scavato utilizzando un dispositivo standard di scavo per cavi offshore telecomandato (Figura 23).



Figura 23 - posa del cavo 220 kV AC

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

Il cavo verrà posizionato all'interno della trincea ad una profondità di circa 1,5 metri e successivamente, con l'intera lunghezza installata, la trincea aperta sarà rabboccata con il materiale precedentemente rimosso.

La prateria di posidonia oceanica interessata dello scavo di cui sopra sarà preventivamente rimossa, posizionata temporaneamente in un idoneo fondale e successivamente reimpiantata nel sito di origine.

Si precisa che la tecnologia di cui sopra potrà essere utilizzata anche in altri tratti del percorso del cavo, previsti per il momento solo appoggiati sul fondale, dove si potranno ravvisare delle interferenze con altre attività quali la pesca a strascico.

L'ultimo tratto del cavo, per una lunghezza di circa 1000 metri, sia per la copiosa presenza di posidonia che per le limitate batimetrie, sarà realizzato con tecnologia no-dig e pertanto sarà completamente interrato ad una profondità di circa 1,5 metri sotto il livello del fondale naturale fino al raggiungimento del punto di connessione con il cavo terrestre.

La posa per questo ultimo tratto di condotta sarà effettuata mediante la trivellazione, guidata elettricamente dal punto di ingresso a quello di arrivo permettendo di evitare scavi nel fondale. Una volta pianificato il percorso di perforazione, viene praticato un foro pilota tramite una serie di aste di perforazione collegate ad una testa di perforazione. Una volta completato il foro pilota, si collega alla colonna di perforazione un alesatore, che allarga il percorso di perforazione per l'inserimento del cavo che verrà quindi trainato verso la perforatrice.

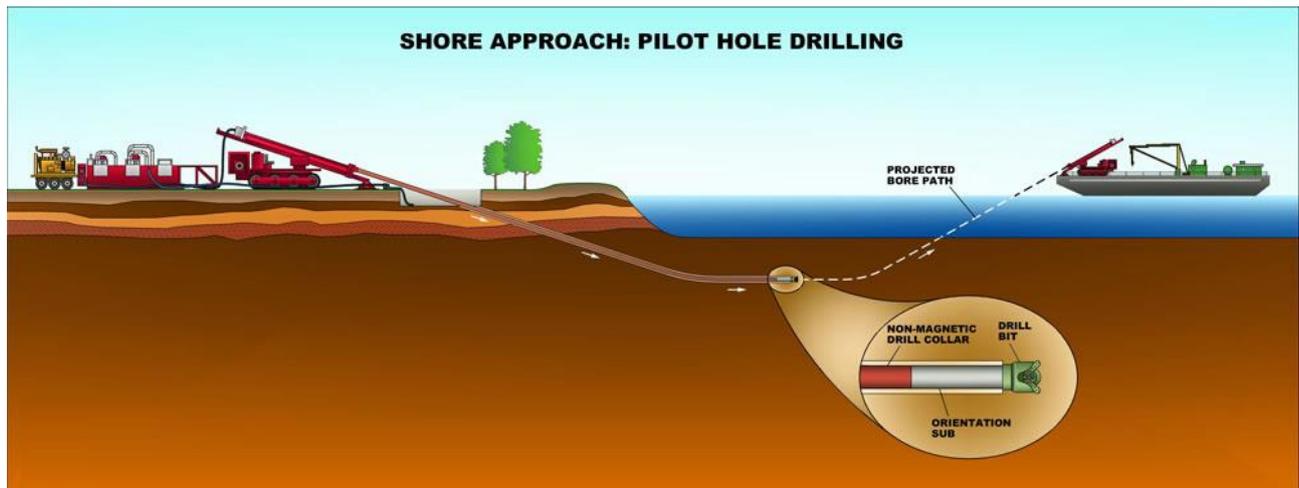


Figura 24 Schema posizionamento cavo con trivellazione Orizzontale Controllata

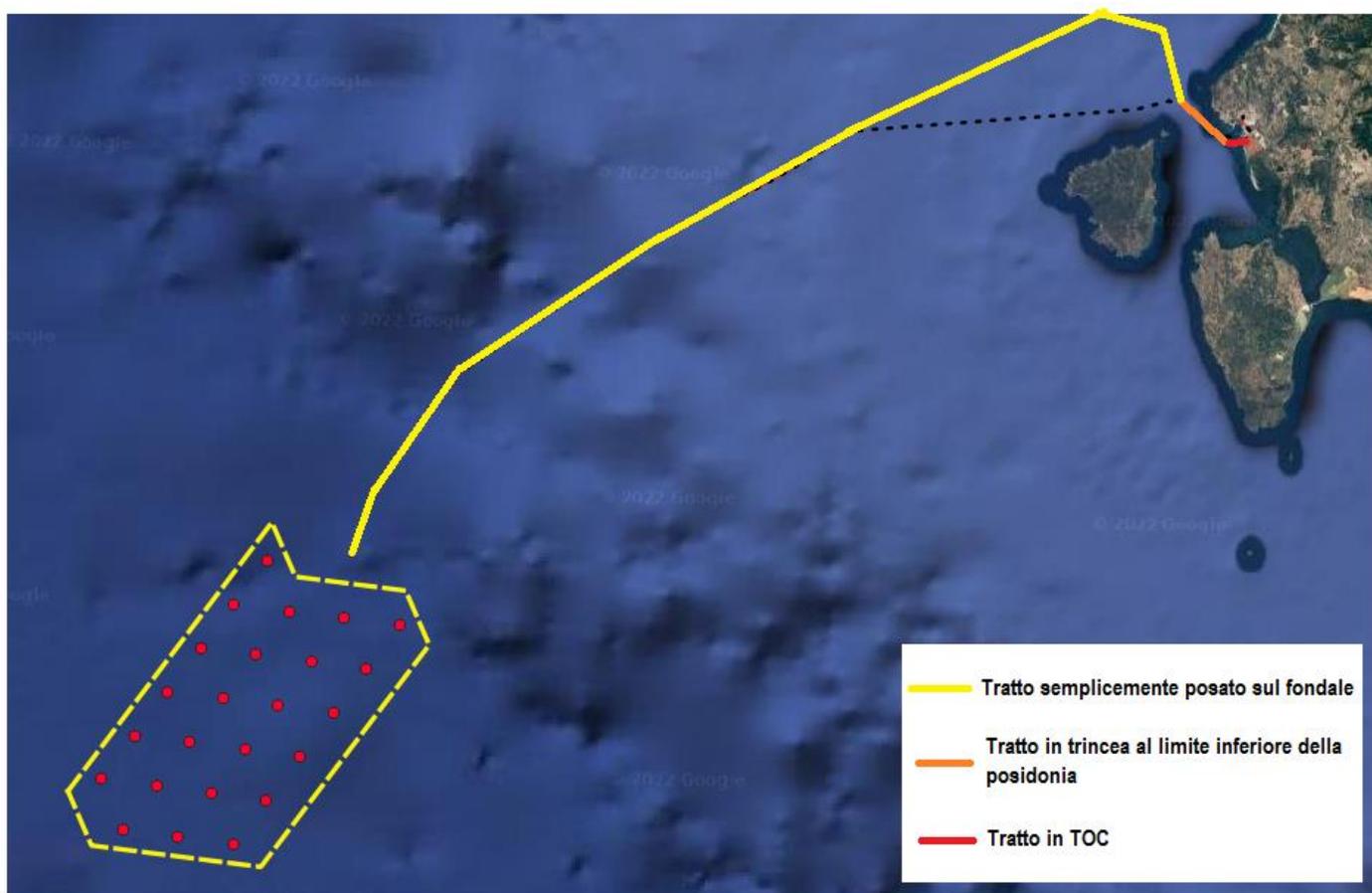


Figura 25 schematizzazione modalità di posa del cavo (in tratteggio il cavo richiesto in concessione e in giallo/arancio/rosso la posizione ottimizzata)

Il cavo sottomarino di altissima tensione AAT 220 kV, una volata arrivato a terra, verrà unito al cavo interrato terrestre, nel cosiddetto punto di sbarco, tramite un giunto denominato "terra-mare".

Il punto di sbarco corrisponde alla zona di transizione tra il settore marittimo e il settore terrestre e sarà localizzato a sud del molo di ponente del Porto di Portovesme (Figura 26).

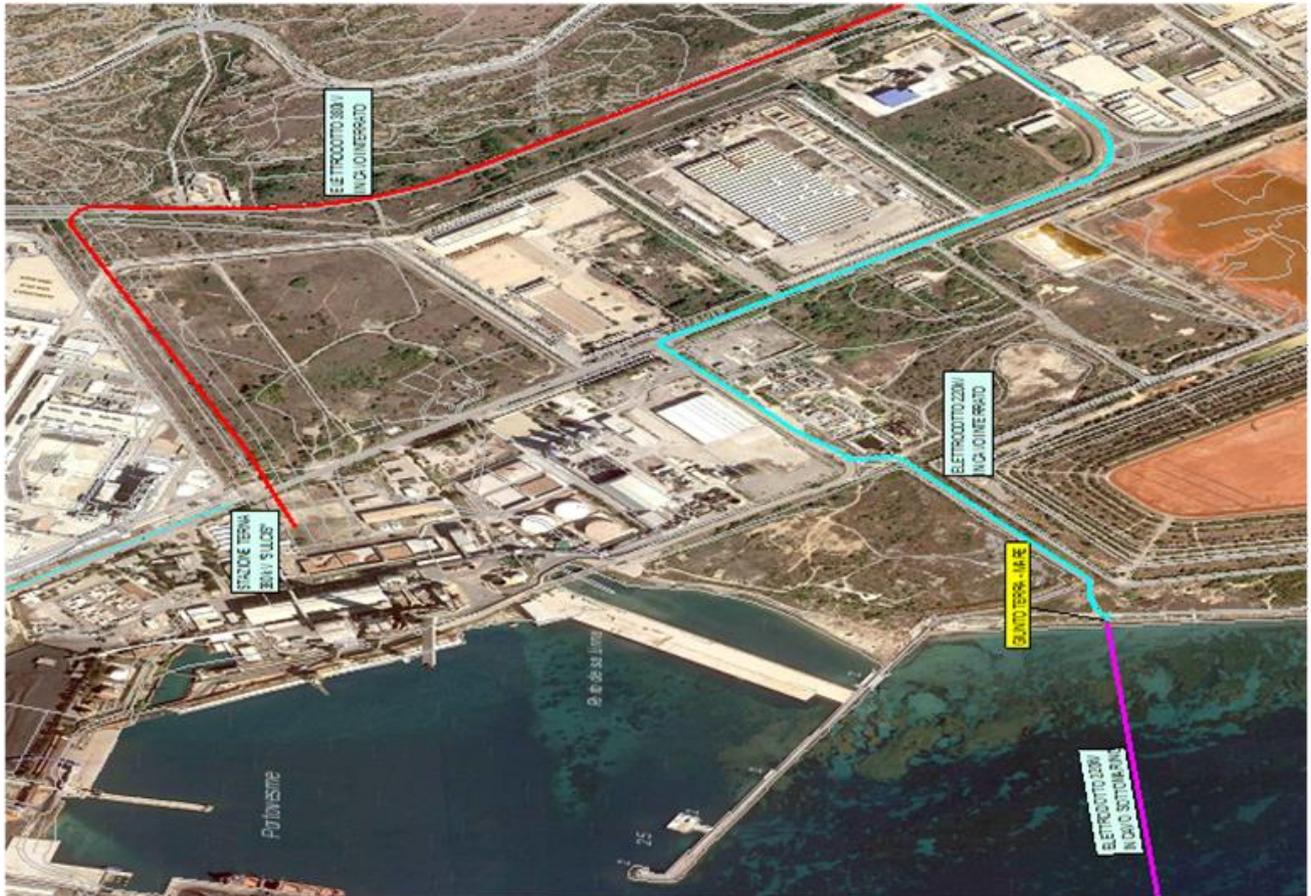


Figura 26: Punto di sbarco e inizio opere terrestri di connessione alla RTN;

In tale punto sarà realizzato un pozzetto interrato in c.a. denominato "buca giunti" di cui si riporta un esempio in Figura 27.

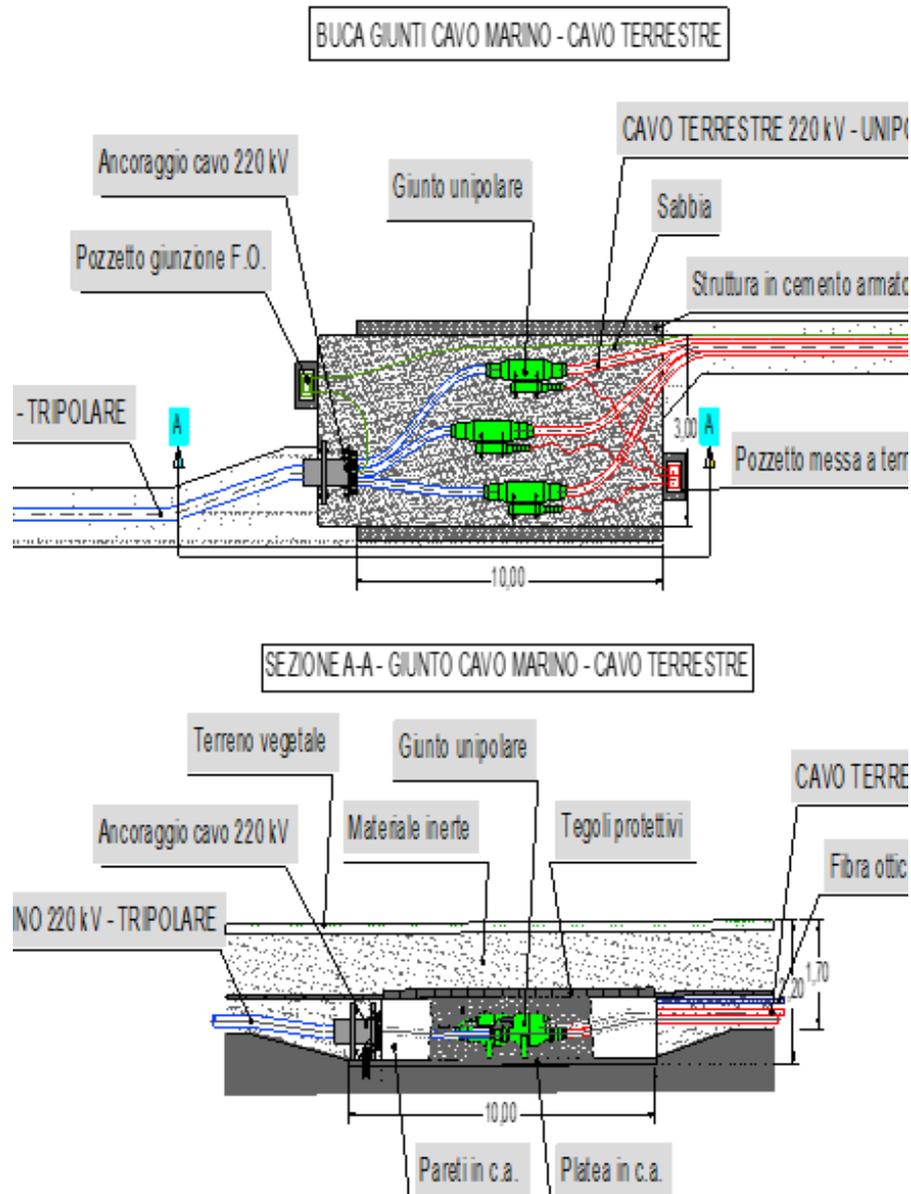


Figura 27: Buca giunti (giunto terra-mare)

Il cavo 220 kV terrestre, sempre del tipo in XLPE, giunto sulla terra verrà posato secondo le modalità indicate in Figura 28.

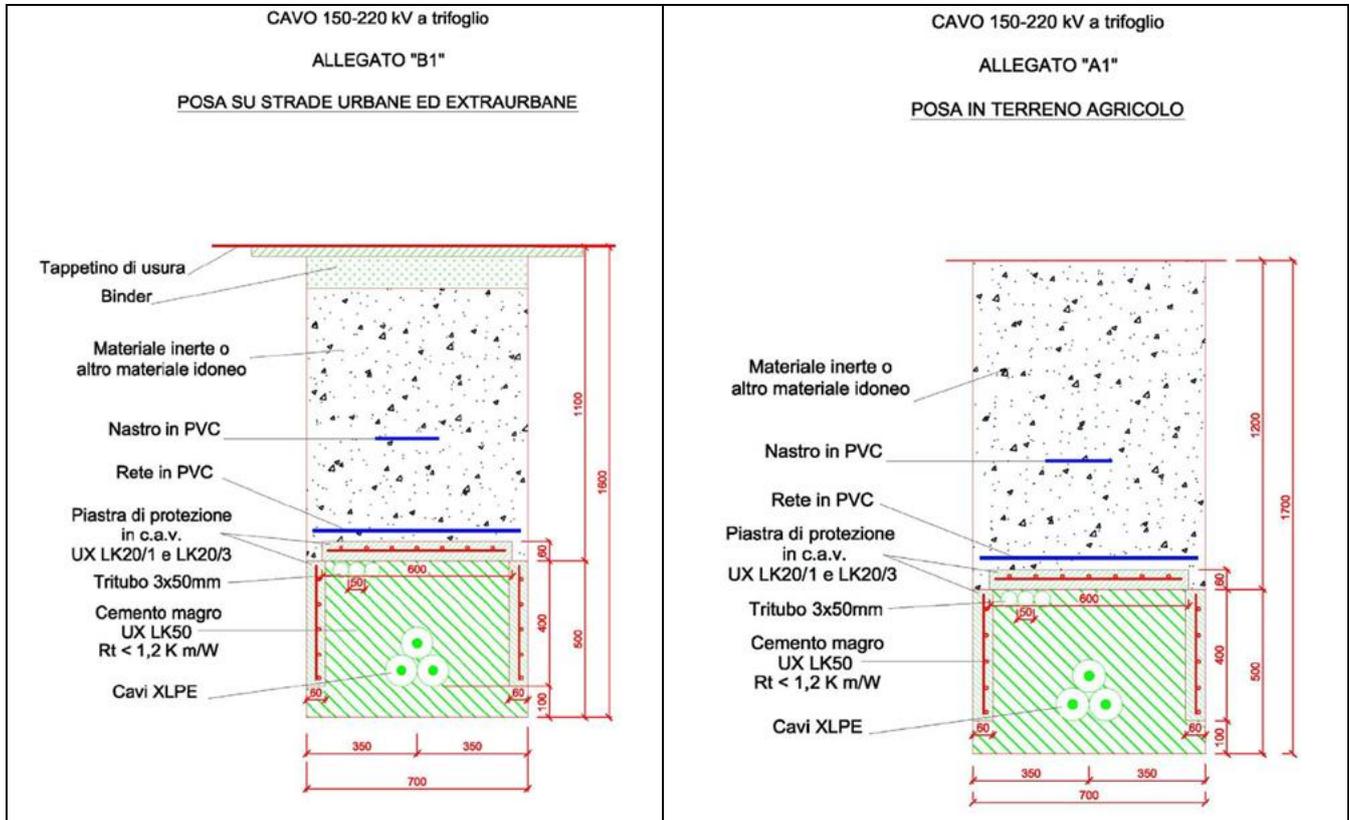


Figura 28 - Modalità di posa del cavo 220 kV terrestre

Il cavo 220 kV terrestre interrato, si svilupperà per circa 2,5 km interessando principalmente strade esistenti nell'area industriale di Portovesme. Il tracciato viene riportato nella precedente **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Il cavo 380 kV terrestre si svilupperà per circa 2,3 km dalla stazione on-shore 220/380 kV fino al punto di connessione sulla Stazione Terna Sulcis S/E.

Il tracciato interesserà principalmente strade esistenti nell'area industriale di Portovesme.

Il cavo verrà posato secondo le modalità indicate nella successiva Figura 29.

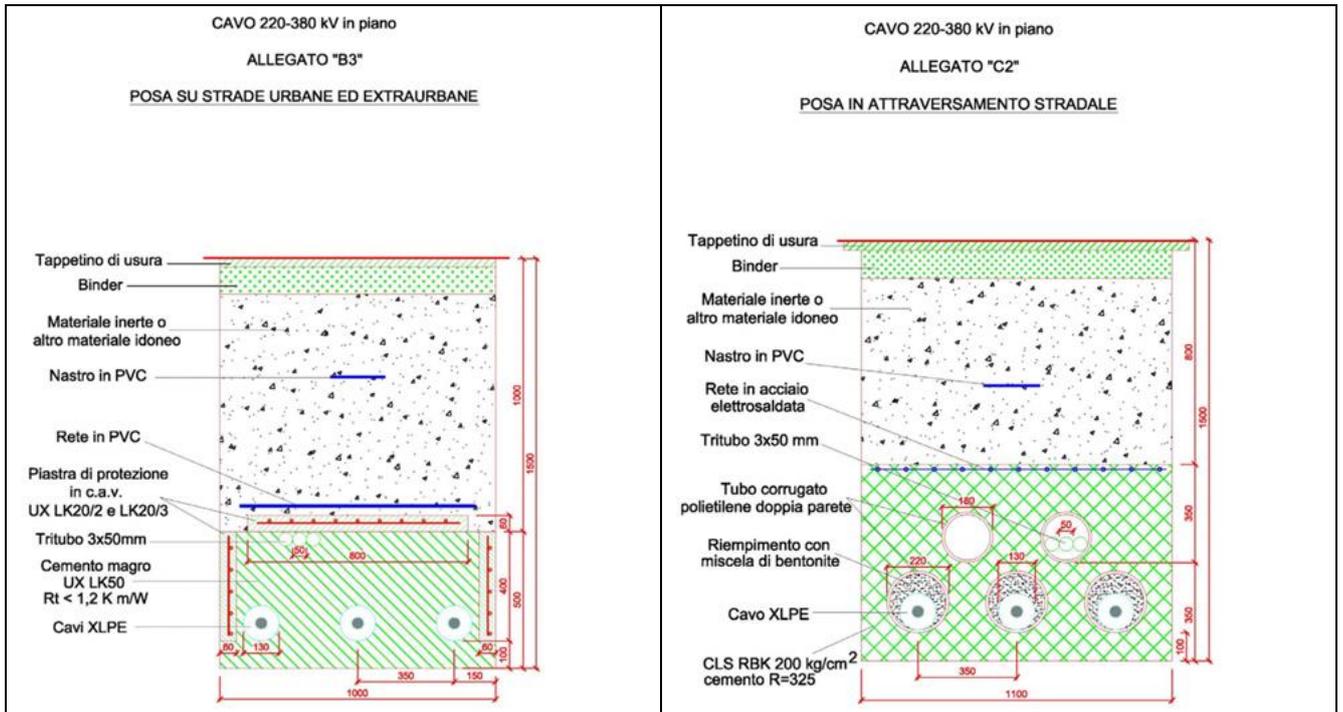


Figura 29 – Modalità di posa del cavo 380kV terrestre

Lungo il percorso il cavo attraversa alcune strade e altre infrastrutture; in questi luoghi, qualora necessario, verrà eseguita l'operazione di perforazione orizzontale (HDD: horizontal directional drilling) come in Figura 30.

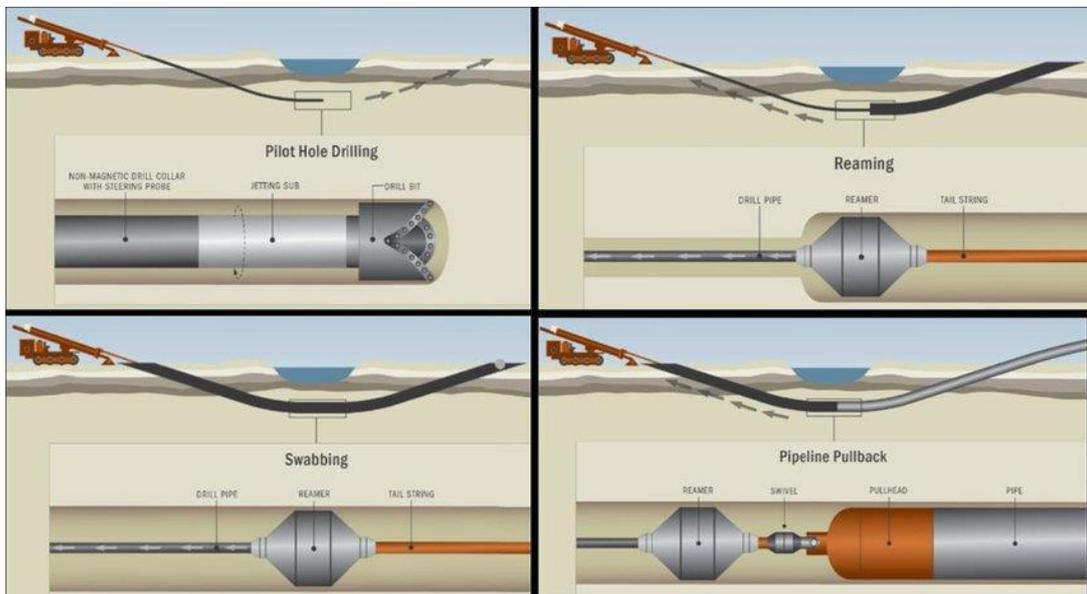


Figura 30 - drilling orizzontale

Il collegamento elettrico interrato terminerà presso la stazione elettrica TERNA 380 kV "SULCIS" e sarà necessario realizzare un nuovo stallo di arrivo in cavo per la consegna dell'energia elettrica proveniente dall'impianto eolico.

4.7. SOTTOSTAZIONE ONSHORE DI CONNESSIONE ALLA RETE NAZIONALE

Sempre nell'area di Portovesme verrà realizzata una stazione utente (on-shore) di trasformazione 220/380 kV oltre che per misure, protezioni e per il rifasamento della potenza reattiva dovuta in particolar modo dal cavidotto di collegamento 220 kV.

La stazione utente realizzata in tale area avrà quindi sia un ruolo di innalzamento della tensione al livello di connessione (380 kV), di gestione dell'impianto e di misura fiscale dell'energia che dovrà essere immessa in rete. In Figura 31 si riporta la planimetria e sezione elettromeccanica della stazione on-shore 220/380 kV.

STAZIONE ON-SHORE 220/380 kV - PLANIMETRIA E SEZIONE ELETTROMECCANICA

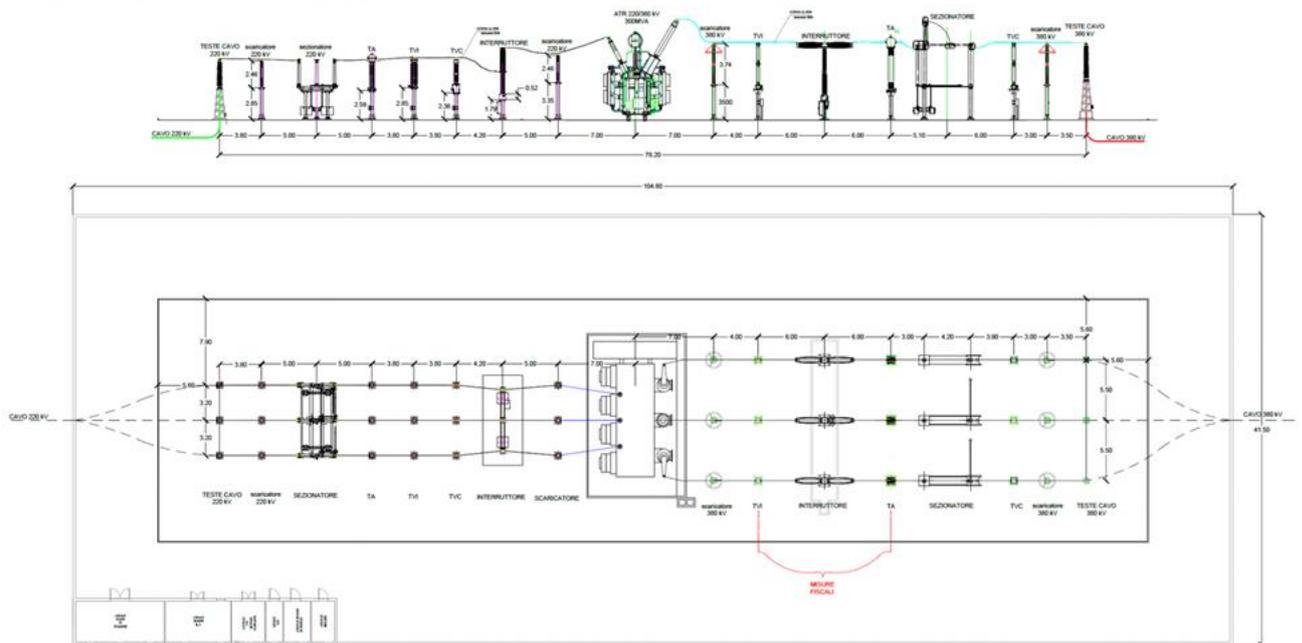


Figura 31- Stazione on-shore 220/380 kV

4.8. COSTRUZIONE E GESTIONE DELL'OPERA

Il Parco verrà costruito partendo dalla base logistica di Oristano dove le piattaforme in calcestruzzo galleggianti e le torri verranno costruite, le navicelle e le pale verranno assemblate e infine l'intera unità verrà montata pronta per il posizionamento in mare. Nel frattempo, le ancore e gli ormeggi saranno stati installati in posizione.

4.8.1. Il sito di realizzazione delle pale eoliche presso il porto di Oristano

Come già accennato, Seawind ha opzionato un'area del porto di Oristano nella quale installare un sito di produzione di turbine flottanti che servirà come sito di costruzione e assemblaggio delle turbine flottanti Seawind 12, da 12,2 MVA di potenza. A pieno regime la capacità del sito sarà di circa 60 unità/anno. Le turbine prodotte ad Oristano consentiranno la realizzazione di diversi parchi eolici in acque profonde, essenziali per consentire la transizione energetica non solo di Sardegna ed Italia, ma anche di altri paesi del Mediterraneo.

Per motivi di riservatezza e segreto industriale l'esatta ubicazione di detta area sarà rappresentata in apposito progetto.

Parte del sito ospiterà un impianto di preparazione e pompaggio del cemento per la realizzazione delle piattaforme flottanti su delle chiatte semisommersibili («floating docks») sulle quali troveranno posto 3 piattaforme flottanti. Una volta completata la costruzione delle n.3 piattaforme, il «floating dock viene spostato e ormeggiato alla banchina. Qui una gru provvederà al montaggio degli altri elementi (torri, navicelle e pale). Una volta completate le 3 turbine, il «floating dock» viene rimorchiato fuori dal porto, ed immerso per circa 25 metri fino a quando le turbine iniziano a galleggiare. Le turbine vengono poi rimorciate fino al sito finale mentre il floating dock vuoto viene nuovamente rimorciato alla banchina sud-ovest per ricominciare un ciclo produttivo.

Nella Figura 32 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** viene riportato un esempio di concetto per un sito 'tipo' di preparazione e assemblaggio.

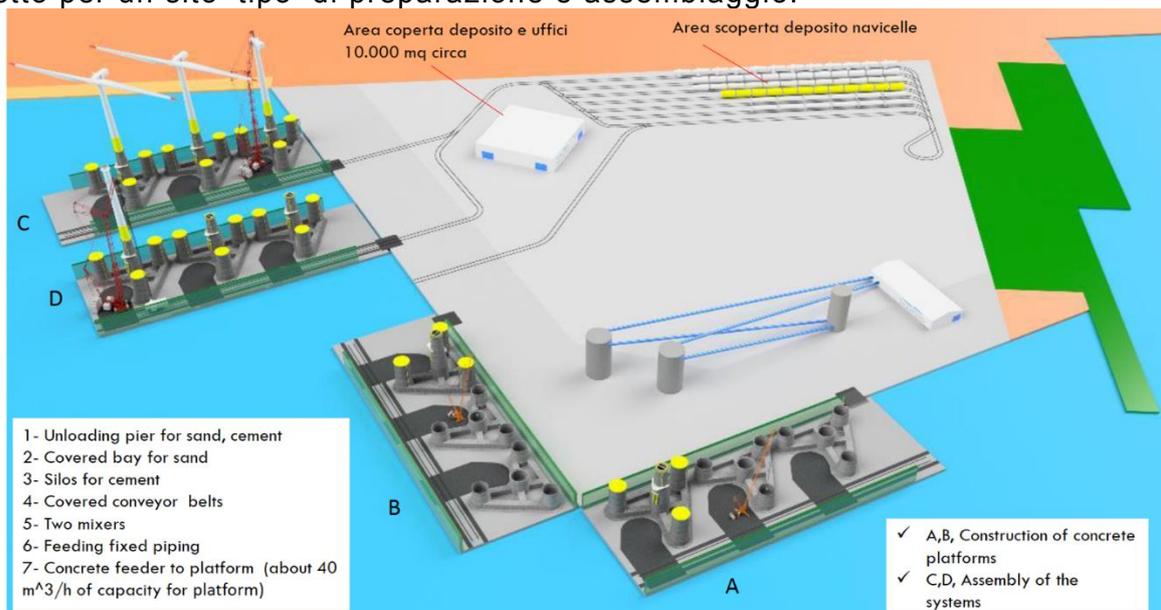
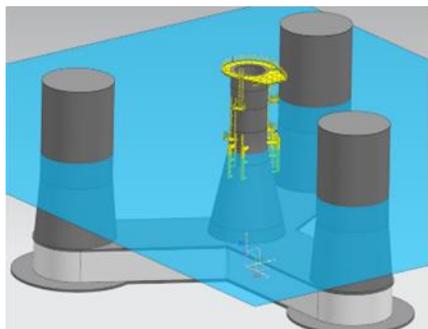


Figura 32: Esempio sito "tipo" di preparazione e assemblaggio;

Una volta che le turbine eoliche saranno state installate, verranno effettuati gli ancoraggi e i collegamenti elettrici tra le stesse.

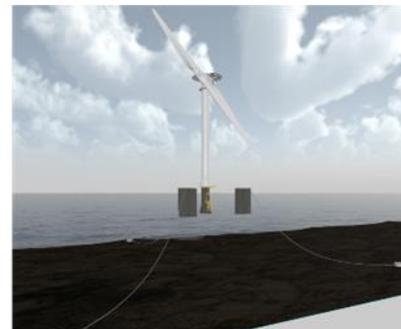
Di seguito si mostra il modo in cui le unità vengono prima semi sommerse e poi trasportate in posizione.



La struttura di supporto in calcestruzzo galleggiante viene semi-immersa



Il sistema galleggiante viene trainato al parco eolico



Sistema eolico galleggiante ormeggiato al sito del parco eolico

4.8.2. Manutenzione dell'opera

La missione di Seawind Ocean Technology è promuovere, progettare, costruire e gestire impianti eolici offshore in tutto il mondo. La società si impegna a fornire servizi di O&M (operazione e manutenzione) di prima classe assumendo, sviluppando e trattenendo professionisti qualificati. Seawind Ocean Technology esamina attentamente la leadership del settore eolico e recluta il miglior team di professionisti.

L'obiettivo delle attività operative è quello di mantenere i parametri operativi così come sono stati fissati nel modello prestazionale che fornisce le garanzie di impianto nel PPA1.

La figura mostra un organigramma di base per il team O&M:

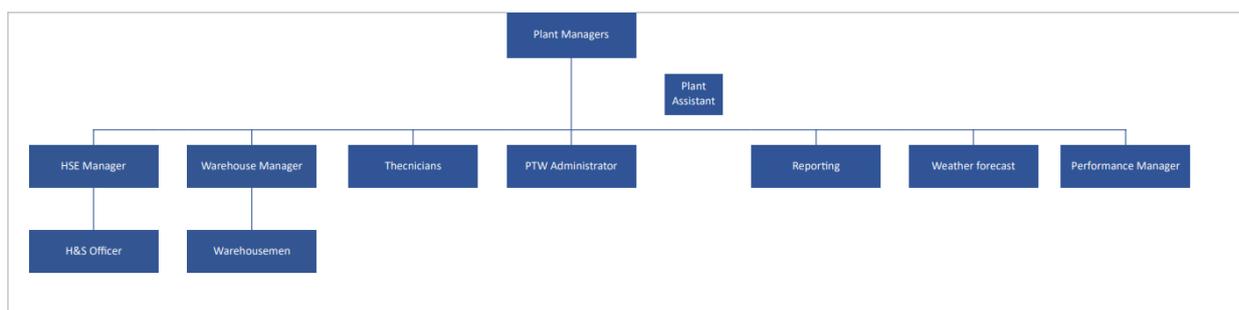


Figura 33: Organizzazione O&M;

Il Team è ottimizzato per garantire un'attività operativa sicura e affidabile.

Un CMMS (Computer Maintenance Management System) sarà implementato e ottimizzato durante la messa in servizio e il primo anno di esercizio commerciale. Il CMMS consentirà di assegnare priorità alle richieste di lavori di manutenzione sulla base di un'analisi costi/benefici, tiene traccia dei costi per attrezzatura e sistema e fornisce record di traccia per qualsiasi garanzia di attrezzatura del produttore di apparecchiature originali. Il CMMS sarà interattivo con i negozi e l'acquisto del software.

¹ Un accordo sulle prestazioni pianificate dell'impianto (PPA: project performance agreement) è uno strumento di gestione del progetto utilizzato per chiarire le performance che ogni sistema operativo e di manutenzione devono avere, consentendo a tutti gli operatori di quei sistemi di essere chiari su ciò che è loro richiesto in tutte le fasi del processo.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

La procedura di Operation and Maintenance impostata sarà basata sia sulla riduzione al minimo dei rischi operativi in termini sia di sicurezza del personale e delle attrezzature, sia sull'aumento dell'affidabilità del piano. Particolare attenzione sarà data ai rischi di inquinamento e sarà predisposto un piano ambientale da rispettare con la normativa locale, internazionale e gli standard di Seawind.

Le attività di manutenzione saranno focalizzate sui più elevati standard di sicurezza, qualità, disponibilità e affidabilità, fornendo il miglior supporto per il team operativo. Le attività di manutenzione programmata verranno eseguite in conformità con i requisiti dei produttori di apparecchiature e verranno eseguite contemporaneamente alle attività di manutenzione correttiva, riducendo drasticamente l'ambito e la durata della revisione annuale dell'impianto. Per implementare questa strategia di manutenzione, imposteremo un roster sia di elicotteri che di barche 24 ore su 24, 7 giorni su 7, per eseguire la manutenzione pianificata e non pianificata solo sulla turbina eolica spenta. Questa strategia ci consente di migliorare la disponibilità della centrale.

Il programma di affidabilità delle apparecchiature include un sistema di monitoraggio delle condizioni delle apparecchiature e valutazioni dell'affidabilità per identificare potenziali problemi con apparecchiature rotanti ed elettriche nelle loro fasi iniziali e l'implementazione di azioni preventive e correttive o miglioramenti che ridurranno o addirittura preverranno guasti catastrofici. Tutte le apparecchiature critiche saranno monitorate. La termografia sarà utilizzata per rilevare i punti ad alta temperatura che possono indicare l'inizio di un cattivo contatto elettrico o guasti di connessione. La tribologia è una tecnologia di analisi dell'olio che rileva la presenza di piccole quantità di materiali per cuscinetti in campioni di olio lubrificante che indicano l'usura dell'attrezzatura e verrà eseguita su ogni attrezzatura rotante. Le analisi dell'olio del trasformatore saranno eseguite secondo la raccomandazione dell'OEM.

La filosofia delle parti di ricambio si basa sullo stoccaggio del corretto numero e tipo di ricambi al fine di ridurre la durata di interruzioni impreviste e migliorare la disponibilità dell'impianto. Alcuni strumenti di gestione delle parti di ricambio saranno collegati al sistema di gestione dei lavori di manutenzione. Uno degli obiettivi della gestione dell'inventario dei pezzi di ricambio è ridurre al minimo la quantità di capitale necessaria per supportare la strategia di O&M.

In sintesi, gli obiettivi di O&M saranno:

- Massimizzare l'efficienza complessiva della generazione di energia.
- Ridurre al minimo il numero e la durata dei periodi di interruzione con conseguente elevata disponibilità dell'impianto.
- Massimizzare la sicurezza del personale e delle attrezzature.
- Minime emissioni ambientali.
- Rispettare i Requisiti di Sviluppo Economico, massimizzando i contenuti locali e nazionali.
- Ottimizzare i costi di O&M.

Si vuole infine sottolineare il fatto che le attività di manutenzione programmata verranno eseguite in conformità con i requisiti dei produttori di apparecchiature e verranno eseguite contemporaneamente alle attività di manutenzione correttiva, riducendo drasticamente l'ambito, la durata e il numero di interventi. Si massimizzerà la capacità dell'impianto di far monitorare da remoto le performance delle apparecchiature in modo da limitare, quando possibile, l'intervento per via mare o aria.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

4.8.3. Dismissione e fine vita del parco eolico

La società Seawind costituirà un fondo di garanzia per poter disporre dei necessari fondi per la dismissione delle opere. Tale fondo potrà essere costituito nei modi e nei termini da concordare con gli Enti proposti e potrà essere reso sotto forma di fidejussione o deposito bancario garantito.

Lo smantellamento di un parco eolico dipende anche dalle diverse linee guida nazionali per la demolizione. Nel caso dell'Italia, ci riferiamo come linea guida alla DIN 18007 rispetto alla quale vengono valutate le procedure più comuni in termini di idoneità e impatto a seconda della costruzione, del componente e del materiale da costruzione. Inoltre, la disattivazione delle turbine eoliche è disciplinata dal Decreto Ministeriale del 10 settembre 2010 intitolato "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili".

Alla fine del ciclo di vita di ogni impianto eolico offshore che impiega unità Seawind (e non) si consiglia di seguire un approccio standardizzato delle attività. Il ciclo di vita del parco eolico è stimato di cinquanta anni. Dopo i primi venticinque sarà necessario un aggiornamento delle componenti degli aereogeneratori ma non delle unità flottanti in calcestruzzo che sono progettate per durare cinquanta anni.

Alla fine della vita dell'impianto si effettuerà la cosiddetta fase di decommissioning e de-assemblamento.

Le attività principali attese sono:

- Lo smontaggio in loco delle unità (torre, navicella, pale) e trasporto a terra via nave
- Lo smontaggio dell'equipaggiamento elettrico-meccanico interno alle piattaforme, inclusa le cabine elettriche offshore locate nelle unità galleggianti di testa o di cluster. Il recupero dei sistemi di ancoraggio
- L'equipaggiamento recuperato verrà trasportato via nave a terra dove sarà smontato (riducendo i rischi di sicurezza a mare) e riciclato o smaltito presso i centri specializzati preposti
- Il ripristino dello stato delle aree occupate a terra

Le piattaforme galleggianti in calcestruzzo verranno affondate e lasciate in sede essendo state progettate in maniera biocompatibile con zero rilascio di sostanze inquinanti. Inoltre, queste saranno diventate rifugio per vita marina e quindi integrate con l'ecosistema.

Per quanto riguarda la rimozione dei cavi, questa andrà valutata durante il periodo di operazione e monitoraggio per decidere in fase finale di dismissione se sia più impattante rimuoverlo rispetto a lasciarlo in sede.

La panoramica semplificata è la seguente:

- **Scollegare il cavo sottomarino:**

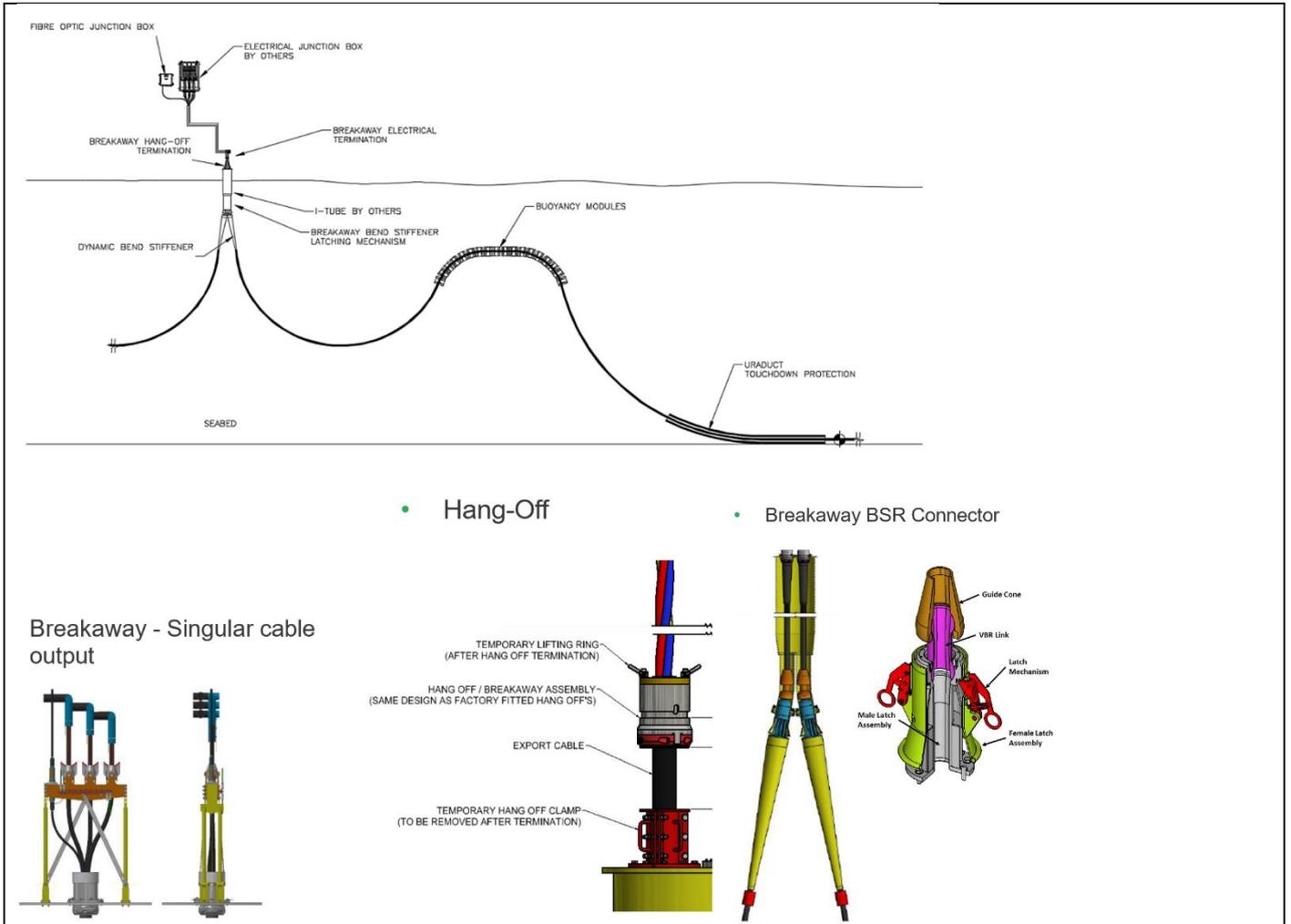


Figura 34 - dettagli fase scollegamento cavo sottomarino

- **Scollegare le linee di ormeggio dalla fondazione galleggiante:**

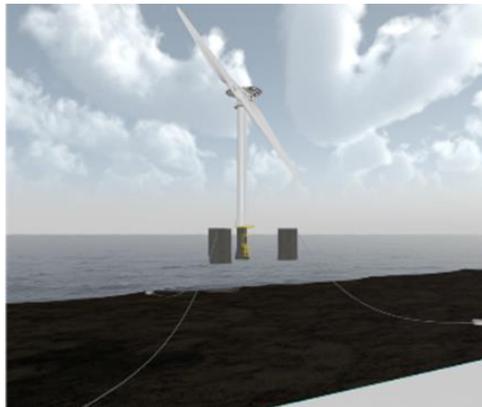


Figura 35 - ormeggi da scollegare

- **Immergere la fondazione galleggiante e trainarla alla base di assemblaggio Seawind di Oristano**

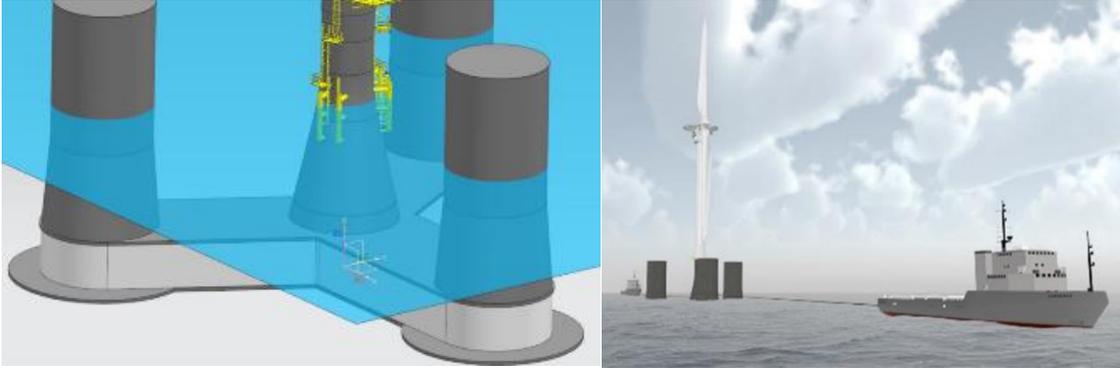


Figura 36 - traino della unità galleggiante

Il ripristino del sito è regolato dalla legislazione nazionale. Il Decreto Ministeriale del 10 settembre 2010 impone ai produttori di riportare il sito alle condizioni originarie. Il ripristino del sito è una responsabilità multi-stakeholder.

Le parti sono:

- proprietario delle unità WTG o dell'impianto eolico completo Del Toro 2;
- società operatrice delle unità WTG o dell'impianto eolico completo Del Toro 2;
- azienda di smantellamento;
- società di gestione dei rifiuti;
- Autorità preposte.

Piano indicativo per la disattivazione e smantellamento del Parco Del Toro 2

	M1		M2		M3		M4		M5		M6		M7		M8	
	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
1	Planning of dismantling and disposal															
1.1																
1.2																
1.3																
1.4																
1.5																
1.6																
1.7																
1.8																
2	Tendering and awarding															
2.1																
2.2																
2.3																
2.4																
2.5																
2.6																
2.7																
3	Execution planning - Preparatory works															
3.1																
3.2																
3.3																
4	Execution and Monitoring - Construction site works															
4.1																
4.2																
4.3																
4.4																
4.5																
4.6																
4.7																
4.8																
4.9																
5	Acceptance															
5.1																
5.2																
5.3																

Figura 37: Piano di decommissioning;

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

La procedura di smantellamento da applicare considera i seguenti aspetti:

- Compatibilità ambientale;
- Evitare danni alla terra;
- Considerazioni sulla sicurezza;
- Minimizzazione dell'inquinamento ambientale (rumore, polvere, vibrazioni);
- Adeguato rapporto costi-benefici.

A seconda della procedura di smontaggio da applicare, la sequenza di smontaggio e le singole fasi di smantellamento sono determinate come segue, come parte della pianificazione dello smantellamento:

Dove le varie sezioni aggregate si riferiscono a:

- Rotore (pale del rotore e mozzo);
- Navicella (gondola);
- Torre;
- Fondazione;
- Catene di ormeggio e cavi sottomarini
- Ancore e aree/ percorsi trincerati.

Lo smantellamento di altri componenti dell'infrastruttura e delle apparecchiature di bilanciamento dell'impianto (eventualmente trasformatori esterni del WTG, stazione di trasferimento, percorso interno del cavo, percorso del cavo esterno, punto di connessione alla rete, pannello di controllo, propria stazione di trasformazione, ecc.) sarà effettuato in parallelo o dopo lo smantellamento delle sezioni 1-5, a seconda delle circostanze in loco.

Inizio dello smantellamento - allestimento del cantiere

Prima di iniziare l'installazione in cantiere, si accerterà che le misure siano adatte per l'allestimento dell'area di montaggio gru e di accesso al molo nel centro assemblaggio di Oristano, compreso il raggio di curvatura.

Seawind non utilizzerà il molo di costruzione e assemblaggio del centro di Oristano poiché l'attività di costruzione e assemblaggio delle turbine eoliche continuerà. Ci sarà un molo dedicato separato contrassegnato come sito di smantellamento.

L'azienda di smantellamento creerà condizioni di lavoro sicure e sane sul cantiere con le attrezzature del cantiere.

Per quanto riguarda le attrezzature di cantiere:

- Il sito di smantellamento sarà protetto da una recinzione del sito e da una segnaletica;
- L'approvvigionamento idrico, lo smaltimento delle acque reflue e l'alimentazione elettrica saranno istituiti collegandosi alle reti esistenti o gestendo serbatoi di acqua dolce e acque reflue e installando un generatore di energia;
- Uffici, sale ricreative e servizi igienici saranno allestiti e attrezzati, comprese le strutture di primo soccorso;
- Saranno previste attrezzature e impianti antincendio per il taglio a fiamma;
- Le aree di traffico, comprese le vie di fuga e di soccorso, saranno chiaramente segnalate e fornite.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

- Saranno previsti spazi e aree operative sufficienti per la movimentazione, lo smontaggio e lo stoccaggio intermedio dei componenti del WTG e per la raccolta differenziata dei flussi di rifiuti/materiali;
- Saranno rispettati i requisiti di legge per rumore, polvere, vibrazioni in cantiere.

Sequenza di smontaggio

Smontaggio WTG

Di seguito sono riportati i singoli passaggi per lo smantellamento di un WTG fino al bordo superiore della fondazione (cioè escluso il componente di fondazione), i passaggi successivi mostrano un esempio di smantellamento di un WTG con torre tubolare in acciaio)

1. Imbardata della turbina ad un orientamento che consenta la manovra del braccio della gru,
2. Parcheggiare le pale in una posizione adatta allo smontaggio - per lo smontaggio completo del rotore, questo è con il bordo d'uscita rivolto in avanti per garantire l'altezza da terra una volta che il rotore è a terra.
3. Successiva disconnessione dell'alimentazione e cablaggio delle informazioni;
4. Se necessario, diseccitare i dispositivi di accumulo di energia per ridurre il rischio durante il processo, come batterie, recipienti a pressione, ecc.;
5. Erigere la gru principale sull'area di assemblaggio della gru;
6. Smontare il rotore nel suo complesso e abbassarlo in un'unica operazione.
7. (Piatto) posizionare il rotore a terra;
8. Smontaggio del rotore nelle sue singole parti (3 singole pale e mozzo);
9. Caricamento diretto delle pale del rotore su trasportatori pesanti (portapacchi di trasporto adatti);
10. Trasporto delle pale del rotore alla destinazione concordata dell'acquirente;
11. Caricamento diretto del mozzo su trasportatori pesanti (telaio di trasporto adatto);
12. Trasporto dell'hub verso la destinazione concordata dell'acquirente;
13. Smontaggio completo della navicella (inclusi albero motore e gerabox) e abbassamento;
14. Caricamento diretto della navicella su trasportatori pesanti (telaio di trasporto adatto);
15. Trasporto della navicella alla destinazione concordata dell'acquirente;
16. Successivo smantellamento delle singole sezioni della torre in acciaio dopo aver allentato i relativi collegamenti e abbassato ciascuna sezione della torre in acciaio in un'unica operazione;
17. Caricamento diretto delle singole sezioni della torre in acciaio su trasportatori pesanti (telaio di trasporto adatto);
18. Trasporto delle singole sezioni della torre in acciaio fino alla destinazione concordata dell'acquirente;
19. Smantellamento dei componenti WTG che potrebbero essere ancora nella base della torre;
20. Caricamento diretto di questi componenti WTG rimanenti su furgoni (telaio di trasporto adatto);
21. Trasporto di questi restanti componenti WTG alla destinazione concordata dell'acquirente.

Smaltimento del WTG con eventuale utilizzo secondario di singoli componenti

In caso di smaltimento del WTG in combinazione con un possibile uso secondario dell'intero WTG o di singoli componenti (ad esempio pala del rotore, riduttore o generatore dalla navicella), le singole fasi pertinenti relative ai componenti corrispondenti saranno sostituite seguendo le singole fasi corrispondenti da una procedura per un ulteriore utilizzo del WTG nel suo complesso.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Procedure di smantellamento della torre

La torre di un WTG è un tubo d'acciaio con un pezzo di cemento ibrido di transizione. Di seguito, lo smantellamento e la decostruzione della torre sono brevemente descritti:

La torre tubolare in acciaio, costituita da singole sezioni di acciaio disposte una sopra l'altra, è collegata alla base della torre al componente di transizione della fondazione in calcestruzzo, che fornisce il collegamento con la fondazione. Lo smantellamento della torre produrrà metalli non ferrosi come l'alluminio dai componenti della torre e il rame dal cavo di alimentazione tagliato nella torre, che sarà anche fornito a società specializzate nella gestione dei rifiuti.

Smantellamento della fondazione

Qualora non si possa lasciare la fondazione in loco è possibile considerare il suo smantellamento irreversibile. A causa dell'attuale mancanza di metodi di decostruzione alternativi, si può prevedere che la fondazione in calcestruzzo di ogni unità sia rimorchiata in un cantiere navale di rottami con bacino di carenaggio (non Oristano). Lì sarà smantellata in segmenti o distrutta in modo mirato. La fondazione in calcestruzzo smantellata sarà separata nei suoi componenti e riciclata in un processo successivo. A tale scopo, gli escavatori verranno utilizzati per frantumare le sezioni di calcestruzzo in modo che l'eventuale acciaio di rinforzo, se presente, sia separato dal cemento armato. Il calcestruzzo demolito durante il processo di smantellamento viene lavorato o riciclato direttamente in loco secondo necessità, ad esempio durante il ripotenziamento, oppure viene trasportato a società speciali per il riciclaggio.

Procedure di smontaggio

Lo smantellamento vero e proprio della fondazione in calcestruzzo può essere effettuato sia per mezzo di un escavatore che per sabbiatura. Le fondazioni possono essere smantellate utilizzando un escavatore. La fondazione verrà spezzata utilizzando uno scalpello idraulico e i frammenti esposti verranno quindi dragati. A causa delle vibrazioni durante la cesellatura, l'acciaio di rinforzo sarà separato dal calcestruzzo relativamente facilmente, o è già prevalentemente presente separatamente durante lo scavo.

La sabbiatura (nota anche come sabbiatura sciolta) sarà l'opzione che potrebbe essere concordata con la struttura del cantiere navale di rottami. L'autorità competente in tale impianto di demolizione del cantiere navale sarà informata in anticipo, dettagliando, tra l'altro, il piano di sabbiatura e assicurando che non possa causare alcun danno alle aree e agli spazi vicini. Dopo aver effettuato la sabbiatura, il calcestruzzo e l'acciaio di rinforzo sono per lo più disponibili separatamente e possono essere rimossi dalla fondazione utilizzando escavatori. L'acciaio e il calcestruzzo di rinforzo saranno trasportati separatamente in impianti speciali per un ulteriore recupero o riciclaggio.

Smontaggio dell'infrastruttura meccanica delle attrezzature dell'impianto

I requisiti per l'infrastruttura meccanica e le attrezzature di bilanciamento dell'impianto sono brevemente dettagliati di seguito:

- assicurare alla gru di raggiungere il fondo della fondazione in calcestruzzo
- i trasformatori interni vengano smontati prima della decostruzione della fondazione;
- si esegua la rimozione di cavi interni e cavi esterni;
- sì, rimuovano le apparecchiature al punto di connessione alla rete (pannello di controllo MT, propria stazione di trasformazione, ecc.);

Il carico e il trasporto di questi componenti alla società specializzata nella gestione dei rifiuti saranno effettuati nel rispetto delle norme di sicurezza per quanto riguarda eventuali sostanze pericolose (inclusi PCB, SF6) contenute nei componenti.

Quando sarà decisa la disattivazione del parco Del Toro, verrà fatta una distinzione tra il cablaggio specifico dell'unità e il cablaggio che collega l'impianto eolico offshore al punto di

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

connessione alla rete, cioè il percorso del cavo di esportazione. I cavi specifici dell'unità saranno completamente smontati.

Si intende che il cavo di esportazione e il percorso del cavo nella misura concordata con l'autorità rimarranno nel terreno in attesa di eventuali controlli e indagini sulle condizioni e sullo stato di operabilità per il futuro sviluppo di impianti eolici offshore nella stessa posizione o in quella adiacente. Ciò sarà esaminato e valutato con l'autorità competente in base alle rispettive condizioni limite esistenti sotto gli aspetti giuridici, ecologici ed economici.

Taglio e separazione

Le attività di taglio delle pale eoliche saranno. È fondamentale che le attività di taglio e separazione siano svolte in base a requisiti elevati di salute e sicurezza, come regolato dalla legislazione europea e nazionale.

Possibili tecniche di esecuzione

Indipendentemente dall'utensile, il sezionamento mediante un processo meccanico (sega/fresa apposta su un escavatore) è la migliore pratica rispetto a un processo manuale (utensili portatili). Ove possibile, il taglio dovrebbe avvenire in un ambiente chiuso (ad esempio tende a silos temporanei) per ridurre al minimo le emissioni di polvere e rumore.

Taglierina a getto d'acqua

Questo metodo utilizza un getto d'acqua ad altissima pressione o una miscela di acqua e una sostanza abrasiva. Può tagliare diversi materiali della pala, compresi i metalli. Il processo è in gran parte rispettoso dell'ambiente, per quanto riguarda le emissioni di polvere e rumore, ma l'uso dell'acqua è elevato rispetto agli altri metodi elencati di seguito.

Sega a filo

Il metodo utilizza un filo d'acciaio raffreddato ad acqua con particelle / denti diamantati, che è avvolto attorno alla pala della turbina eolica. Il filo può tagliare diversi materiali inclusi compositi e metalli ed è limitato solo dalla lunghezza del filo che può essere estesa indefinitamente. Il processo è relativamente rispettoso dell'ambiente, per quanto riguarda le emissioni di polvere e rumore. L'acqua di raffreddamento può essere riciclata. Inoltre, i tagli sono relativamente lisci e ben definiti. Lo svantaggio è che il metodo richiede molto tempo e la lama deve essere saldamente fissata durante il taglio per evitare di pizzicare il filo.

Sega circolare

È possibile utilizzare diversi tipi e dimensioni di seghe circolari a punta diamantata. Le dimensioni vanno dalle seghe portatili alle seghe ad azionamento idraulico. La sega può fare qualsiasi sezione di dimensioni, ma di solito è necessario effettuare diversi tagli. Ciò aumenta la quantità di polveri/tagli/emissioni che vengono prodotte per ogni sezione. Se eseguita correttamente, la sega circolare produrrà tagli di movimentazione relativamente fini. Può essere combinato con diversi sistemi di raccolta delle polveri, sia sottovuoto che ad acqua. Il vantaggio principale è che è possibile effettuare tagli indipendenti in tutte le direzioni. Questo dà la possibilità di estrarre materiali selezionati, come i laminati principali o la balsa per scopi speciali.

Fresa a mascella

La fresa a mascella è il metodo più comune per sezionare le pale delle turbine eoliche. Azionata idraulicamente produce un taglio molto ruvido attraverso il materiale e il materiale viene schiacciato nella zona di taglio. È difficile controllare le emissioni di polveri e fibre, quindi è necessaria una nebbia d'acqua per controllare la polvere. È anche necessario pulire l'area dopo il completamento. Le sezioni sono soggette a emettere polvere e fibre durante il trasporto, il che aumenta la richiesta di un adeguato stivaggio, copertura e / o avvolgimento sulle navi / camion di trasporto.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Requisiti di salute e sicurezza

La gestione del rischio durante la movimentazione ed il trasporto deve essere fatta nel rispetto della direttiva CE 96/53 e dalla legislazione nazionale. Ciò è particolarmente importante per quei componenti quali trasformatori e componenti delle unità eoliche.

Competenza richiesta:

- Solo personale addestrato, certificato e competente può essere impiegato durante il carico/scarico/accatamento e trasporto. Le sfere di responsabilità del personale per il funzionamento degli strumenti devono essere chiaramente definite;
- Deve essere nominata una persona responsabile che controlli la sicurezza durante il carico/scarico/accatamento e impedisca l'esecuzione di qualsiasi lavoro che comprometta la sicurezza.

Mezzi di trasporto - Requisiti generali:

- Tutte le unità di trasporto saranno sottoposte a manutenzione conformemente alle norme nazionali e ai requisiti del costruttore;
- Tutti gli operatori devono essere formati e idonei dal punto di vista medico per lavorare in questo ambiente;
- Tutte le parti impegnate nel trasporto devono essere in grado di fornire una valutazione del rischio / dichiarazione di metodo / piano di lavoro relativo a queste operazioni.

Gestione dei rifiuti e delle risorse

Le unità eoliche forniranno risorse preziose che saranno reintrodotti nell'economia circolare. Il prerequisito per questo è una separazione pulita dei materiali e processi di riciclaggio innovativi. L'attenzione di Seawind si concentra sull'uso efficiente delle risorse (e sull'evitamento dei materiali) al più alto livello della gerarchia dei rifiuti.

Gerarchia di trattamento dei rifiuti

Keep parts for longer.
Design for easier dismantling and recycling.
Minimise number of materials in design manufacture.

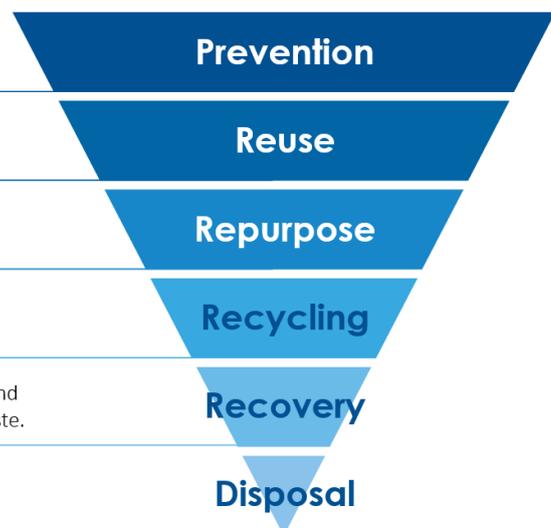
Check, clean, repair whole items or spare parts.

Re-use an existing part for a different application, usually of lower value than the original.

Convert waste into a new substance product.
Includes composting if it meets protocols.

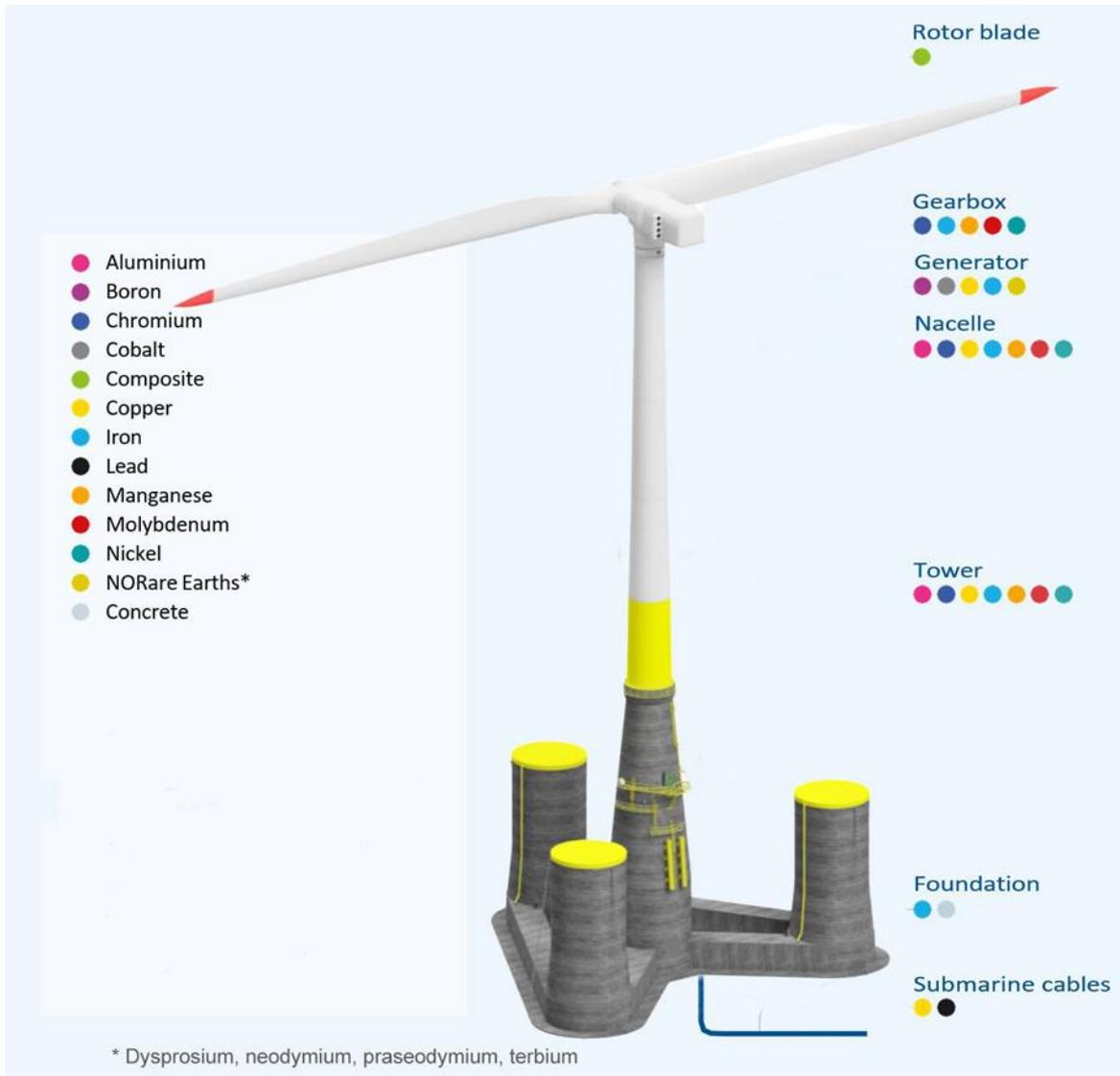
Includes anaerobic digestion, incineration with energy recovery, gasification and pyrolysis which produce energy (fuels, heat and power) and materials from waste.

Landfill and incineration without energy recovery.



	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

Materie prime utilizzate nelle turbine eoliche Seawind:



Calcestruzzo

I rifiuti da costruzione e demolizione (CDW) sono uno dei flussi di rifiuti più pesanti e voluminosi generati nell'UE. Ogni anno nell'UE vengono prodotti 380 milioni di tonnellate, che rappresentano circa il 25-30% di tutti i rifiuti generati nell'UE (Commissione europea 2020, Commissione europea 2019).

Esiste un elevato potenziale di riciclaggio e riutilizzo di CDW, poiché alcuni dei suoi componenti hanno un alto valore delle risorse. Esiste un mercato del riutilizzo per gli aggregati derivati da CDW. La tecnologia per la separazione e il recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione è ben consolidata, facilmente accessibile e generalmente poco costosa.

Riciclaggio

Come l'acciaio e l'alluminio, il calcestruzzo può essere ripetutamente riciclato (o ri-riciclato). Il prodotto in calcestruzzo riciclato viene comunemente frantumato in aggregato e può essere

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

riutilizzato in molti modi, ad esempio sostituzione del cemento, argini in calcestruzzo per la protezione dalle inondazioni, riempimento e riempimento.

Il calcestruzzo riciclato ha diversi vantaggi:

- Sostituisce altri materiali come la ghiaia che altrimenti devono essere estratti e trasportati per l'uso.
- Riduce i rifiuti nelle discariche ed evita le spese di smaltimento o di discarica.

Nonostante il suo potenziale, il livello di riciclaggio e recupero dei materiali di CDW varia notevolmente (tra meno del 10% e oltre il 90%) in tutta l'UE (Commissione europea 2019). Il rapporto CEMBUREAU (2016) indica che, in media, solo un terzo del CDW viene riciclato e non sono le difficoltà tecniche che impediscono un tasso di riciclaggio più elevato. Ci sono centri di riciclaggio fissi e impianti mobili di frantumazione e selezione per CDW.

Uno dei principali ostacoli citati per un maggiore riutilizzo e riciclaggio di CDW per applicazioni di qualità superiore è la mancanza di fiducia nei prodotti realizzati con materiali riciclati.

Seawind intende utilizzare schemi di certificazione per accertare che i prodotti riciclati possano essere considerati affidabili secondo le linee guida del rapporto 2020 della Commissione europea.

Recupero

Attualmente ci sono circa 210 cementifici gestiti da forni distribuiti in tutta l'UE. Le cementerie gestite da forni possono fornire una soluzione di co-elaborazione, compreso il recupero energetico dei rifiuti.

Smaltimento

L'aumento dei costi e delle normative associate alle discariche, allo smaltimento di determinati materiali, tra cui il calcestruzzo, sta diventando più difficile. Inoltre, molte di queste discariche non possono più ospitare le dimensioni e il volume dei rifiuti di calcestruzzo.

METALLI

I metalli sono risorse elementari utilizzate nelle turbine eoliche, possono essere riutilizzati e riciclati. La domanda di materie prime per le tecnologie eoliche e solari fotovoltaiche nella transizione verso un sistema energetico decarbonizzato, acciaio e ghisa rappresentano parti sostanziali del peso di una turbina eolica. C'è una forte domanda di ferro e rame in Europa. Poiché i metalli nelle turbine eoliche sono facilmente riciclabili, tali metalli saranno riutilizzati a livello nazionale e comunitario.

COMPOSITI

Le pale delle turbine eoliche per il Del Toro saranno realizzate in materiale composito che aumenta le prestazioni dell'energia eolica consentendo pale più leggere e più lunghe. Sebbene le composizioni dei materiali varino tra i vari tipi di pale, esse sono generalmente composte dai seguenti elementi (vedere la figura seguente):

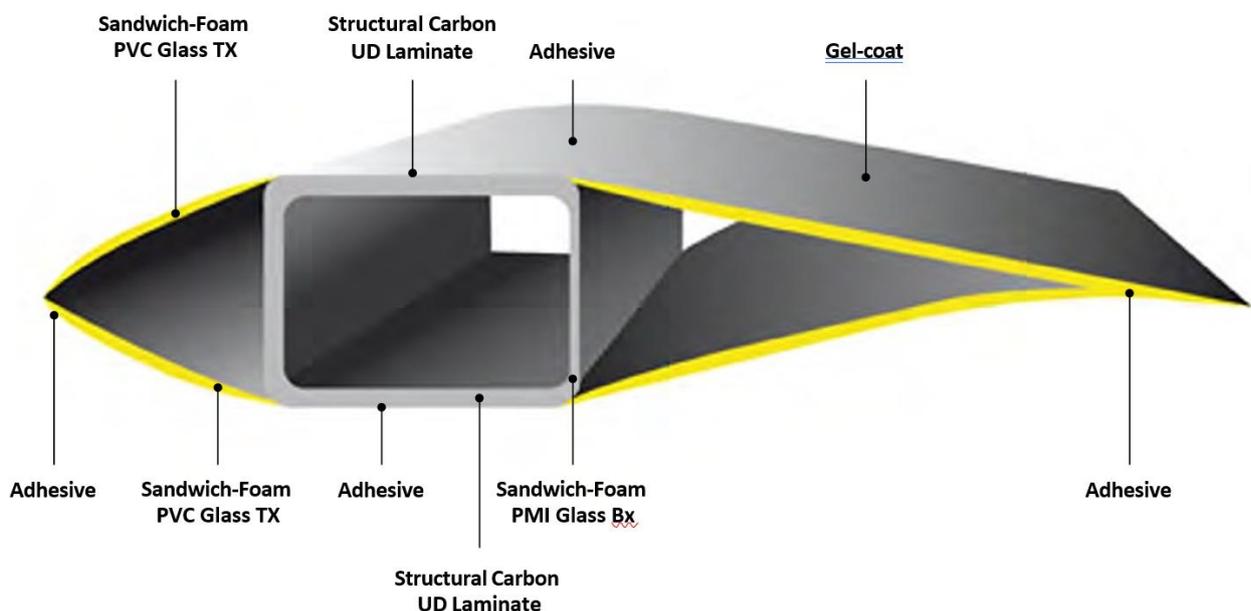
1. Fibre di rinforzo, ad esempio vetro, carbonio. La fibra di vetro rappresenta il materiale primario nelle pale delle turbine eoliche. La fibra di carbonio viene utilizzata anche nelle pale delle turbine eoliche, ma in misura minore.
2. Una matrice polimerica, ad esempio termoindurenti come epossidici, poliesteri, esteri vinilici, poliuretano o termoplastici; resina epossidica.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

3. Un nucleo sandwich, ad esempio schiume di balsa come cloruro di polivinile (PVC), polietilene tereftalato (PET); Foam PVC.
4. Adesivi strutturali ad esempio epossidici, poliuretano (PUR).
5. Rivestimenti ad esempio polietilene (PE), poliuretano (PUR); Coating PUR.
6. Metalli ad esempio cablaggi in rame, bulloni in acciaio, parafulmine e inserti in acciaio più borchie.

La combinazione di fibre e polimeri, nota anche come compositi polimerici rinforzati con fibre (FRP), rappresenta la maggior parte della composizione del materiale della lama (60%-70% fibre di rinforzo e 30-40% di resina in peso).

Composizione generica di una pala del rotore



Prevenire gli sprechi

Gli sprechi di materiali per le pale saranno considerati e prevenuti attraverso sforzi di riduzione della massa con conseguente riduzione del materiale da riciclare e riduzione del tasso di guasto e prolungamento della durata di vita (i test e le certificazioni dei componenti svolgono un ruolo di garanzia importante in questo senso).

Riutilizzo

Le pale sono destinate ad essere utilizzate e riutilizzate il più a lungo possibile prima che sia necessario smaltirle con il trattamento dei rifiuti. Per l'estensione della durata, verrà condotta una "valutazione della durata utile residua" (cioè l'analisi del carico di fatica utilizzando i dati SCADA) combinata con ispezioni in loco e azioni di manutenzione necessarie. Le eventuali riparazioni saranno effettuate in base allo standard DNV-GL per l'estensione della vita delle turbine eoliche (DNVGL-ST-0260) e allo standard della Commissione elettrotecnica internazionale (IEC TS 61400-28).

Esempi di riutilizzo, invece, includono:

- Riutilizzo del materiale delle pale per parchi giochi o arredo urbano;

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

- Parti strutturali specifiche possono anche essere riutilizzate per la costruzione di strutture come pensiline, biciclette, ponti (un esempio è quello di Nørresundby, Danimarca, in via di costruzione) passerelle, elementi architettonici.

Laddove il riutilizzo non è possibile, il riciclaggio è l'opzione successiva.

Riciclo e recupero delle pale eoliche

Riciclaggio significa che la pala diventerà un nuovo prodotto o materiale con un diverso uso funzionale. Il riciclaggio richiede energia e altre risorse per convertire i rifiuti.

Recupero significa trasformare i rifiuti in un combustibile per i processi produttivi dopo aver rimosso tutti i singoli componenti che possono essere riutilizzati. La co-lavorazione del cemento, l'incenerimento con recupero di energia e il letto fluido rientrano nella categoria del recupero.

Ad oggi la tecnologia principale e più affidabile per il riciclaggio dei rifiuti compositi è attraverso il percorso del forno per cemento, noto anche come co-processing del cemento. I materiali compositi possono anche essere riciclati o recuperati attraverso processi meccanici di macinazione, termici (pirolisi, letto fluido), termochimici (solvolisi) o elettromeccanici (frammentazione di impulsi ad alta tensione) o una combinazione di questi. Ma queste tecnologie alternative sono a diversi livelli di maturità e non tutte sono disponibili su scala industriale. I metodi di lavorazione variano anche nei loro effetti sulla qualità delle fibre (lunghezza, resistenza, proprietà di rigidità), influenzando così il modo in cui le fibre riciclate possono essere applicate.

Smaltimento

Per la strategia di smaltimento delle pale delle turbine eoliche, Del Toro combinerà progettazione, test (secondo gli standard più recenti per ridurre i tassi di riparazione e guasto), manutenzione, aggiornamenti (ad esempio rinforzo) e la tecnologia di riciclaggio appropriata per garantire che il valore massimo del materiale venga recuperato per tutta la sua vita. Darà inoltre priorità alle tecnologie con il riutilizzo di materiali per scopi uguali o simili (ad esempio, consente alle matrici polimeriche di tornare ai monomeri ed evita danni alle fibre durante il processo).

Oli

I fluidi operativi o i lubrificanti sono utilizzati nei WTG nel generatore, nel convertitore, nel cambio, nell'impianto idraulico, nei cuscinetti del rotore e nel trasformatore. Durante i lavori preparatori per lo smantellamento, quindi, i fluidi operativi (in particolare gli oli e i fluidi idraulici utilizzati nell'impianto) o i lubrificanti, cioè le sostanze pericolose per l'acqua, saranno drenati. I fluidi operativi saranno estratti da personale specializzato addestrato con l'ausilio di macchine speciali, che vengono utilizzate anche nel processo di manutenzione quando si cambia l'olio negli impianti, e vengono raccolte in contenitori speciali al fine di riciclarli di conseguenza, ad esempio raffinandoli e ricondizionandoli come olio base.

Sebbene in genere non sia possibile rimuovere tutti i fluidi operativi senza lasciare residui, in modo che di solito nell'impianto rimangano singole piccole quantità di fluidi, il rischio di contaminazione risultante è significativamente ridotto al minimo. Come misura aggiuntiva contro il rischio residuo, il piano dettagliato di disattivazione comprenderà disposizioni accessorie che stabiliscono che l'agente vincolante deve essere tenuto a disposizione durante la disattivazione al fine di prevenire l'introduzione di sostanze inquinanti per l'acqua.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Elettrico ed elettronico

Separatamente, i componenti elettrici ed elettronici incorporati nella turbina costituiscono circa l'1% della sua massa. Si stima che circa 9.500 parti elettroniche, microcomponenti e nano-componenti formano le unità di controllo delle turbine eoliche. Questi sono costituiti da segnali elettronici e componenti di potenza come resistori, condensatori e circuiti integrati. Alluminio, stagno, zinco, tantalio e metalli preziosi, in varie quantità, sono tra i loro principali costituenti.

Tracciabilità dei materiali

Seawind si concentrerà sulla gestione della documentazione completa del prodotto (specifiche dei materiali) e si lavorerà sulla tracciabilità dei componenti. L'operatore del parco Del Toro potrà garantire il flusso di informazioni dai produttori ai riciclatori per garantire e migliorare il riciclaggio di alta qualità. Inoltre, la tracciabilità dei materiali e delle sostanze in essi contenute svolge un ruolo cruciale nel ridurre i rischi normativi, come la conformità alla direttiva REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) dell'UE.

Ripristino del sito

Dopo il completamento delle misure di decostruzione delle turbine eoliche e dell'infrastruttura e delle attrezzature di bilanciamento dell'impianto, è necessario garantire che l'area marittima e la trama del fondo marino soddisfino nuovamente le funzioni d'uso originali. A tal fine, sono necessarie misure, come l'apertura delle aree scavate, la rimozione del materiale di compattazione sostenibile e la creazione di adeguati usi successivi dell'infrastruttura dei fondali marini.

Le fosse risultanti dalla disattivazione degli ancoraggi galleggianti di fondazione e anche delle vie dei cavi devono essere riempite di materiale. In linea di principio, deve essere selezionato il materiale che consentirà l'utilizzo e la gestione futuri delle aree. Inoltre, saranno presi in considerazione anche alcuni requisiti riguardanti le proprietà del suolo (ad esempio il biosuolo) e la funzione generale del suolo.

Ripristinare il sito in greenfield

Nel caso in cui si decida di ripristinare completamente il sito come greenfield, le fasi elaborate di seguito descrivono le attività dopo che tutte le opere strutturali sono state rimosse, tra cui la turbina eolica, la fondazione, l'infrastruttura, la stazione di trasmissione e altre.

Passi:

1. Valutazione, prima della realizzazione dell'impianto eolico Del Toro, mediante didascalie fotogrammetriche delle condizioni dei fondali derivanti dalle rilevazioni marine e dei fondali marini e aggiunte come allegato al contratto di concessione marittima;
2. Valutazione del permesso di esercizio e del permesso di smantellamento se contengono requisiti speciali per la rimozione delle turbine eoliche e la progettazione dell'ambiente circostante. Potrebbero inoltre essere previsti requisiti aggiuntivi da parte delle autorità nazionali e locali in materia di protezione dell'ambiente, ecc.;
3. Pianificare come l'area del mare e dei fondali marini del Del Toro dismessa si occuperà dello smantellamento, con il supporto di speciali consulenti di pianificazione e partner di Seawind (per circostanze complesse);

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

4. Discutere la progettazione con esperti per il monitoraggio ambientale delle costruzioni, l'amministrazione della fauna marina, le organizzazioni marine e ONG regionali e altre parti interessate;
5. Gare d'appalto e affidamento di opere edili;
6. Esecuzione dei lavori di costruzione compresa la supervisione e la documentazione;
7. Ispezione del sito con l'autorità locale e rapporto di consegna dell'area finita, compresa la documentazione fotografica del fondo marino.

Minimizzazione dei danni

Una volta dismesso il parco Del Toro, il ripristino del sito marino mirerà a ottenere i maggiori miglioramenti con il minimo disturbo e impatto sul tessuto paesaggistico, sul carattere o sull'amenità visiva dei recettori vicini attraverso un attento controllo delle opere. Le seguenti tecniche di rimozione dell'infrastruttura possono essere usate:

- restrizione delle larghezze dell'area di lavoro;
- protezione delle aree adiacenti dall'incursione e dallo stoccaggio di navi marine;
- tempo/tempistica stagionale per evitare danni ai substrati;
- controllo dell'orario di lavoro per ridurre al minimo le intrusioni notturne;
- misure di abbattimento delle polveri per evitare la creazione di pennacchi di polvere visibili;
- attenta progettazione e localizzazione di scorte di terreno / tumuli di stoccaggio;
- rapido e progressivo ri-sporco e ripristino del sito con substrato appropriato.

Correzione visiva

Già nella progettazione iniziale di Del Toro, Seawind ha posto grande attenzione alla distanza tra le turbine eoliche e alla sensibilità all'impatto visivo. Il parco Del Toro ha un layout ottimizzato per eliminare quasi completamente l'impatto visivo, mentre nel frattempo c'è un equilibrio tra perdite di effetto di scia e CAPEX di cavi inter-array.

Costi di decommissioning

In questa fase si può stimare che il costo di disattivazione di ciascuna unità integrata varierà da 200.000 a 532.000 euro. Le economie di scala nel decommissioning e nella gara d'appalto per i relativi affidamenti, svolgono un ruolo significativo e incideranno sui costi variabili. Inoltre, i prezzi dei servizi e del carburante stanno aumentando significativamente al di sopra dei tassi di inflazione anno su anno.

Sul contrappeso dell'aumento dei costi di disattivazione, anche il fabbisogno e il prezzo delle materie prime riciclate e dei componenti riciclati e ricondizionati sono in aumento con un tasso dal +3,8 al 5% su base annua, superiore al tasso di inflazione.

Il parco Del Toro secondo i requisiti normativi degli impianti eolici offshore in Italia metterà da parte fondi per il decommissioning su base annua.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato: B – Studio Preliminare Ambientale	Rev. 00

Valore di recupero

Le unità dismesse di Del Toro avranno un certo valore di recupero. Si prevede ai prezzi odierni un costo medio di disattivazione di ca. 90.805 euro per MW, con un valore medio di recupero di 79.355 euro per turbina eolica.

La stima di disattivazione per il Del Toro 2* I prezzi si basano sull'indice Global SPONS 2021	
Condizioni Generali	€1.433.620
Funzionamento e manutenzione	€94.804
Decostruzione della sottostazione	664.349 €
Torri, smantellamento /decostruzione di turbine eoliche e preparazione degli accessi	5.780.249 €
Smaltimento pale	€ 6.030.463
Rimozione della fondazione	€ 2.556.964
Ripristino del sito con rimozione della linea di cavi di esportazione	€ 5.633.421
Preparazione allo smantellamento e al salvataggio della torre	6.387.298 €
Cavo di export fino al punto di atterraggio	€ 253.106
Costo totale stimato di disattivazione	27.305.850 €
Costo totale stimato di disattivazione per MW	€ 91.019
Valore di recupero per MW	79.355 €
Costo netto totale di disattivazione per MW meno valore di recupero	11.664 €

Si stima che la conseguente vendita successiva di materiali potrebbe recuperare fino all'87% dei costi di decommissioning. Il riciclaggio dei compositi è la parte più grande e redditizia dell'economia circolare europea e produce molto benefici tra i quali brevetti esportabili, servizi, competenze e tecnologie. L'industria eolica offshore gioca già un ruolo centrale ed il mercato dei compositi che ha il percorso di crescita futuro più veloce grazie alla sua criticità per la transizione energetica.

Prevediamo che entro il 2025 verranno introdotti standard molto severi nelle normative locali, europee e potenzialmente internazionali. Il recupero e il ritrattamento dei riciclati dai materiali delle pale è ora un'opzione finanziariamente interessante per gli sviluppatori di impianti eolici offshore. Il parco Del Toro nella prossima fase della Valutazione di Impatto Ambientale, si concentrerà sui costi e i benefici ambientali, sociali, economici e tecnici del riciclo delle pale.

4.8.4. Applicazione dei principi di economia circolare al progetto

Il settore eolico ha molto da guadagnare dall'integrazione delle strategie di economia circolare. Circa il 70-80% dell'impatto ambientale della produzione di turbine eoliche deriva dall'estrazione e dalla lavorazione dei materiali (Jensen 2019; Stamford & Azapagic 2021), evidenziando l'importanza di massimizzare la produttività delle risorse durante tutto il ciclo di vita di un parco eolico. Ma la gestione della fine dell'uso dell'infrastruttura eolica è un "punto fragile" nelle prestazioni ambientali (Pego 2019).

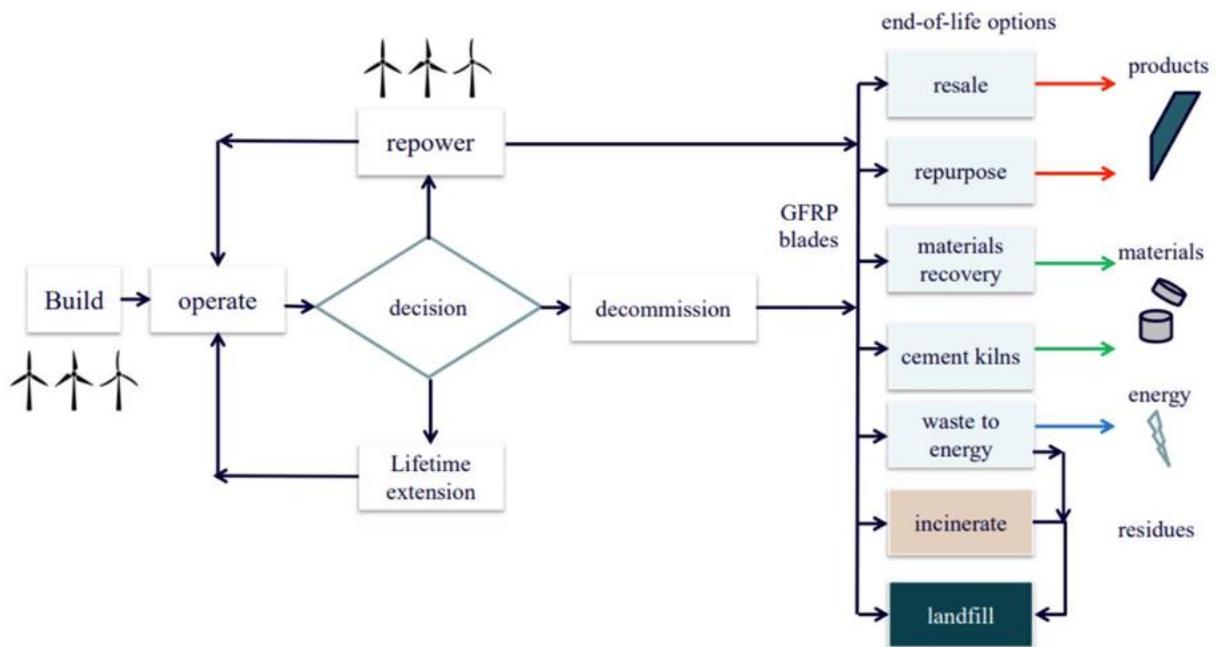


Figura 38: Ciclo di vita di un campo eolico;

Si stima che l'80-90% del peso delle turbine eoliche possa essere riciclato (Pego 2019). Tuttavia, la documentazione circa i tassi di riciclaggio effettivi in letteratura è ancora scarsa. Inoltre, il riciclaggio si colloca relativamente in basso nella gerarchia delle strategie di economia circolare in questo settore perché: a) altre strategie come la riparazione, il riutilizzo e la rigenerazione hanno generalmente un potenziale di sostenibilità migliore e b) il riciclaggio può essere ad alta intensità energetica e idrica, pur essendo associato a perdite di qualità dei materiali e volumi che devono poi essere sostituiti in nuovi cicli produttivi. Le maggiori difficoltà riguardano il riciclaggio delle pale a causa della mancanza di soluzioni sostenibili per recuperare i compositi di cui sono costituite.

Per il presente progetto è previsto il riciclaggio di tutte le parti metalliche di torre e navicella, con recupero dei materiali a fine vita. Stimando il fine vita a 25 anni (stima conservativa perché si prevede di utilizzare le piattaforme per 50 anni) potrà essere garantito un risparmio nelle emissioni di CO₂ pari a 1757 tCO₂ (considerando la percentuale media mondiale del riciclaggio per l'acciaio dell'86%).

Jensen, J.P., 2019. Evaluating the environmental impacts of recycling wind turbines. *Wind Energy* 22, 316-326; Jensen (2019)
 Stamford, L., Azapagic, A., 2012. Life cycle sustainability assessment of electricity options for the UK. *International Journal of Energy Research* 36, 1263-1290.
 Pego, A.C., 2019. The Portuguese Offshore Energy SWOT Analysis, *Journal of Physics: Conference Series*, 1 ed; EU (2015) Energy sectors and the implementation of the Maritime Spatial Planning Directive.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

5. DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE E LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO IN RELAZIONE ALLA SENSIBILITA' DELLE AREE INTERESSATE

Il progetto Del Toro 2 ha una capacità totale di 293 MW.

L'elettricità viene prodotta (seguendo la soluzione tecnica proprietaria di riferimento del progetto preliminare, che potrebbe essere modificata in sede di progettazione definitiva) utilizzando 24 innovativi generatori a turbina eolica galleggiante brevettata da Seawind, con una capacità di 12,2 MW ciascuna.

La produzione totale di energia sarà di 1,2 milioni di Megawattora (MWh) all'anno, contribuendo notevolmente alla decarbonizzazione della capacità energetica della Sardegna.

Ciascuna delle 24 unità sarà posizionata in uno specchio d'acqua ad una profondità maggiore di 2800 m al largo della Sardegna sudoccidentale.

Nella figura seguente è possibile osservare la posizione dell'impianto nel mare sudoccidentale della Sardegna compreso tra il limite delle 24MN e quello dei limiti delle acque internazionali.

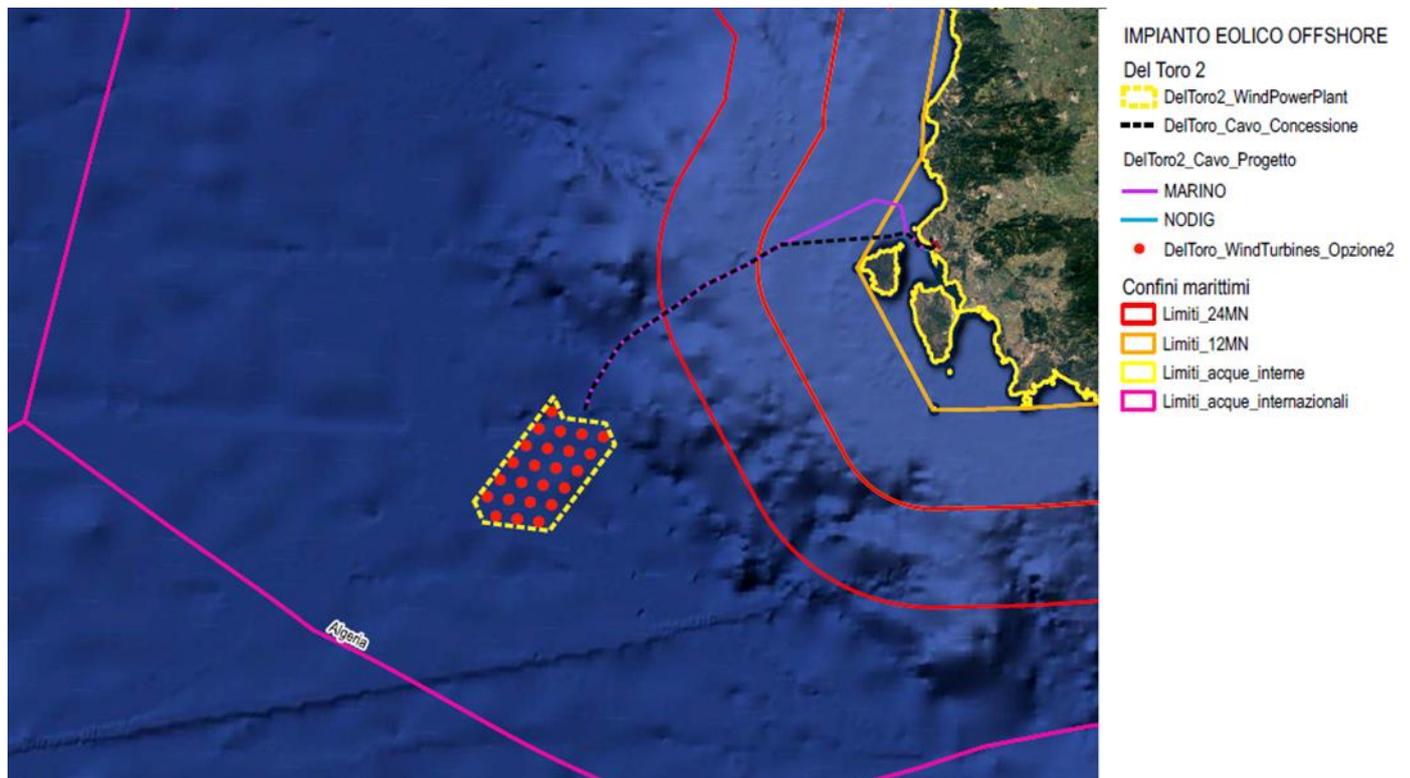


Figura 39: Collocazione dell'impianto eolico Del Toro 2 rispetto ai confini marittimi;

5.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area di posizionamento dell'impianto eolico Del Toro 2, è ubicata nel settore marino costiero della Sardegna sud-occidentale nel Mar di Sardegna.

L'area di interesse più prossima alla costa dista circa 73 km (circa 39.5 miglia nautiche) rispetto all'Isola di Sant'Antioco e circa 67 km (circa 40 miglia nautiche) rispetto alla costa dell'Isola di San Pietro. L'area di realizzazione dell'impianto è posizionata su fondali compresi fra i -2800 e i -2850 m come evidente dalla tavola batimetrica allegata.

In questa zona, in letteratura non sono presenti considerazioni sulla natura dei fondali; si può ipotizzare un fondale con le caratteristiche di piana abissale coperto da sequenze del Pliocene-Quaternario in bacini del Miocene dei margini occidentale e meridionale della Sardegna, probabilmente in parte appartenenti al sistema Oligo-Miocene *Rift* Sardo.

In riferimento all'area più prossima alla costa dell'Isola di Sant'Antioco, questa può essere identificata all'interno della piattaforma interna nella quale è presente una morfologia complessa ben delimitata, strettamente condizionata da elementi strutturali simili a quelli che si ritrovano a terra ed è caratterizzata da una morfologia irregolare con ampi affioramenti della successione vulcanico-sedimentaria terziaria fino alla profondità di -125 metri, ma che si estende verso il largo con una fascia monotona sul bordo di -175 metri caratterizzata da una copertura con sedimenti fini inconsolidati, concentrati prevalentemente nelle depressioni.

Alla presente relazione viene allegata una Carta Geomorfológica "della piattaforma continentale e delle coste del Sulcis" – Orrù e Ulzega (1989), rappresentativa del settore costiero emerso e sommerso dell'area in osservazione e nello specifico dell'area più prossima alla costa.

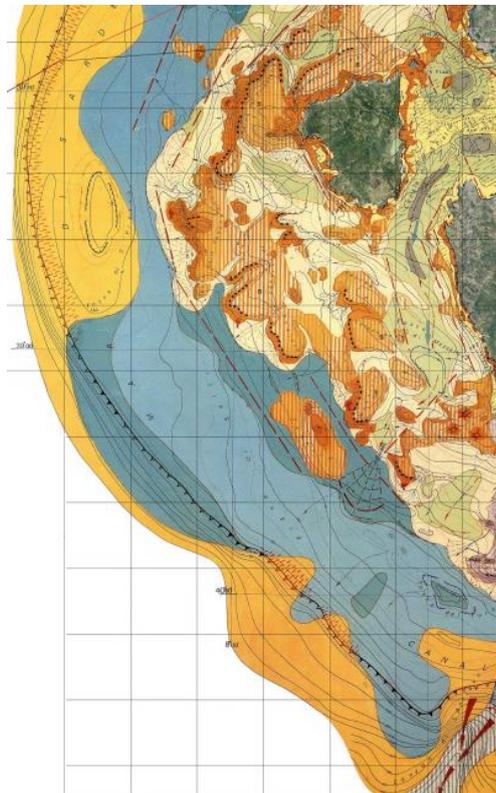


Figura 40: Carta geomorfologica della Piattaforma Continentale e delle Coste del Sulcis (Orrù - Ulzega, 1989) - SETTORE SOMMERSO

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Fanno eccezione alcune zone particolari: ad Ovest dell'Isola di Sant'Antioco una depressione parallela alla costa sottolinea la presenza di un piccolo Graben in fase di colmata; a Nord dell'Isola di San Pietro una depressione normale alla costa rappresenta probabilmente il limite settentrionale del bacino terziario del Sulcis.

Nella zona prossimale sono presenti grandi morfologie strutturali sommerse del distretto vulcanico Oligo-miocenico con centri di emissione e colate, rilievi tabulari a mesas e cuevas, caldere a orlo complesso, necks e mega-dicchi, separati da profonde incisioni, spesso occupate da grossi sedimenti di origine sia bioclastica, sia terrigena.

La piattaforma prossimale leggermente inclinata è colmata dalla serie sedimentaria del Miocene superiore e nel settore distale dalla successione progradante del Plio – Pleistocene. Nella piattaforma esterna i sedimenti ricoprono completamente il substrato obliterandone le eventuali forme legate a processi morfogenetici o a motivi strutturali.

Valori significativi riguardanti l'acclività possono essere indicati solo per la piattaforma esterna, con valori sempre inferiori al 0,004%; il limite tra piattaforma interna ed esterna è rappresentata da una serie di scogliere incise nel substrato vulcanico.

L'area in studio emersa e sommersa geologicamente rientra in una regione della Sardegna sud-occidentale dominata strutturalmente dalle vulcaniti calco-alcaline oligo-mioceniche, poggianti sui sedimenti epicontinentali eocenici che formano il bacino lignitifero del Sulcis.

Una tettonica disgiuntiva con faglie dirette di notevole importanza interessa l'intero bacino, a terra e in mare a partire dalle sponde, rappresentate da formazioni sedimentarie del Paleozoico inferiore.

Nel Golfo di Palmas sono inoltre presenti alcuni affioramenti di sedimenti carbonatici mesozoici, residui di una copertura molto più estesa, interessata anch'essa da una tettonica terziaria.

Movimenti neotettonici sono stati individuati lungo la fascia costiera tra il Golfo di Palmas e il Canale di San Pietro.

Tramite datazioni assolute, le età di messa in posto delle vulcaniti per l'Isola di Sant'Antioco sono comprese da un massimo di circa 18 milioni di anni ad un minimo di 16 milioni di anni ed è variabile, sia per caratteri chimico-petrografici, sia per litofacies legate a modalità di attività vulcaniche differenti.

A Sud dell'Isola di Sant'Antioco, a circa 1,5 miglia nautiche dalla costa, è situata l'Isola della Vacca con l'Isolotto del Vitello e ancora più a Sud, a circa 5,4 miglia nautiche, l'Isola del Toro che risulta essersi messa in posto circa 13 milioni di anni fa.

Queste piccole isole sono caratterizzate da rocce vulcaniche a vario chimismo e testimoniano il vulcanesimo che ha caratterizzato sulla costa l'isola madre con l'alternanza di effusioni laviche ed eruzioni esplosive.

Esse sono costituite da una sequenza vulcanica basale del tipo breccia d'esplosione, intervallata da depositi vulcano-clastici laminati e ricchi di frammenti litici eterometrici, riconducibili a depositi da surge piroclastico (flussi che contengono un quantitativo di gas molto superiore rispetto ai materiali solidi) e da sequenze superiori di colate laviche dalla presunta affinità calco-alcalina e presunta composizione basaltico-andesitica ed andesitica.

L'Isola della Vacca (altezza massima 94 metri) e del Vitello sono formate da VULCANITI BASICO-ANDESITICHE di colore rosso scuro, con rocce fortemente erose dal vento.

Rocce vulcaniche più recenti sono presenti presso il "neck" o collo vulcanico trachitico dell'Isola del Toro, che rappresenta il punto geografico più a Sud del territorio sardo.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	B – Studio Preliminare Ambientale

Questa struttura prodotta dalla solidificazione del magma all'interno di un camino vulcanico emerge dal mare con forma tronco-conica; è di notevole imponenza viste le non comuni dimensioni del condotto ed evidenzia la presenza di rocce a composizione strettamente trachitica legate al vulcanismo oligo-miocenico.

La sua geologia è caratterizzata da VULCANITI RIOLITICHE del Terziario rappresentate da trachiti alcaline olocristalline massive messe in posto nelle ultime fasi del vulcanesimo oligo-miocenico.

La superficie rocciosa dell'Isola del Toro è aspra e scoscesa, abbondantemente erosa e modellata dalle forze del mare e dal vento con quasi totale assenza di suolo utile alla vegetazione.

La forma è quasi circolare (diametro 350-400 metri), misura circa 11 ettari di superficie e si innalza con la sua forma tronco-conica alquanto ripida sino alla quota massima di 112 m s.l.m. in corrispondenza del vecchio fanale di avvistamento per segnalazione ai naviganti, da diversi anni alimentato a pannelli solari, che è raggiungibile mediante una scalinata di pietra scolpita nella roccia.

Nell' Isola non sono presenti approdi protetti, non possiede riserve di acqua o risorse diverse di alcun tipo.

In riferimento all'area di approdo nel Porto di Portovesme del caviodotto, essa è rappresentata nel suo sviluppo verso la Stazione da terreni, riportati in dettaglio nella seguente carta geologica, ascrivibili prevalentemente a depositi pleistocenici dell'area continentale del Sintema di Portovesme – litofacies nel Subsintema di Portoscuso caratterizzati da ghiaie alluvionali terrazzate, da medie a grossolane con subordinate sabbie, da sabbie e arenarie eoliche, con subordinati detriti e depositi alluvionali. PLEISTOCENE SUP. – (Quaternario)



Figura 41: Carta geologia terrestre

5.2. CARATTERIZZAZIONE BATIMETRICA DELL'AREA

L'ambito territoriale del Mare di Sardegna Sud Occidentale è caratterizzato da un andamento batimetrico variabile con buona continuità, entro i primi 20 - 30 km dalla costa. Dall'analisi dei dati disponibili GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans - <https://www.gebco.net/>), per distanze superiori ai 50 km si osserva una repentina variazione del fondale passando da -200 m a -1200 m.

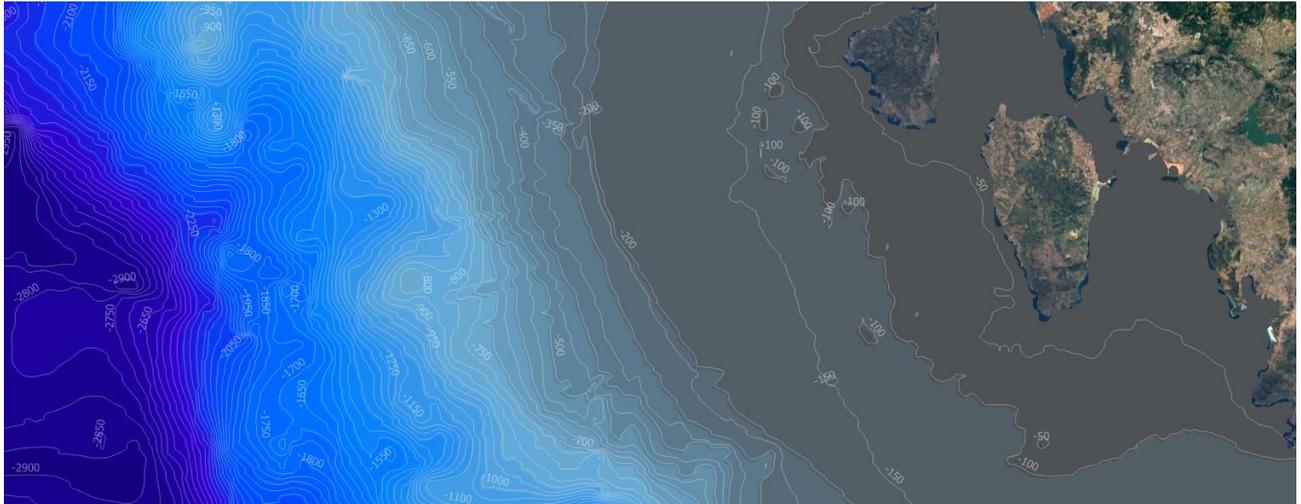


Figura 42: Caratterizzazione batimetrica dell'area - fonte: GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans) <https://www.gebco.net/>;

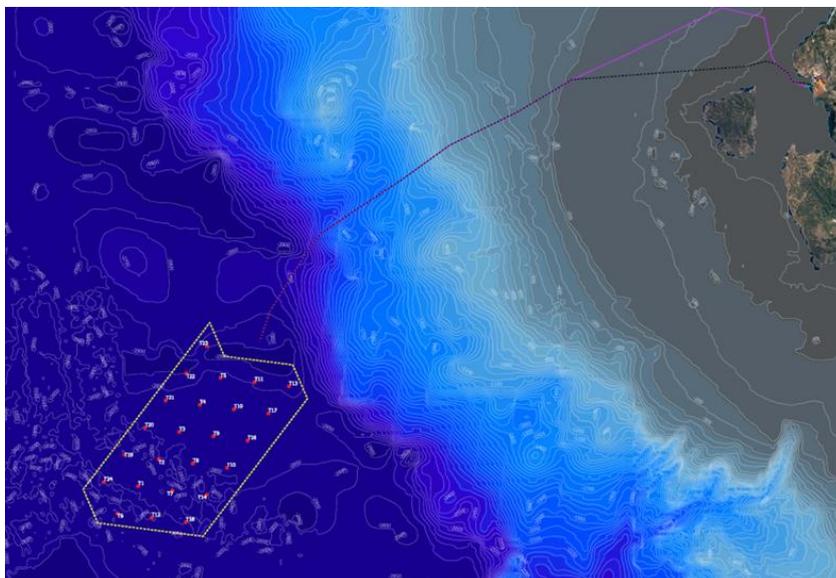


Figura 43: Caratterizzazione batimetrica dell'area - fonte: GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans) <https://www.gebco.net/>;

Al di sotto della scarpata continentale, il cui limite superiore è posto a circa 23 km dalle isole di Carloforte e Sant'Antioco si riscontra la presenza di un fondale regolare fino al raggiungimento della profondità di -2800 m in circa 42 km dal piede della scarpata continentale. La precedente figura illustra i dati relativi alla batimetria nell'area interessata dal progetto. Le profondità che interessano l'Impianto eolico offshore denominato Del Toro2 variano attorno ai -2800 m / -2850 m.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>

5.3. INQUADRAMENTO METEOMARINO

Per i dettagli meteomarini si rimanda all'allegato completo della relazione meteomarina di cui si riportano alcuni elementi in questo paragrafo.

Lo studio è stato fatto sulla base del reperimento di dati meteo-marini a lungo termine, disponibili in noti archivi internazionali, la cui analisi ed elaborazione ha permesso la definizione del regime tipico di venti, onde e correnti al fine di stimare dei valori estremi dei vari parametri che influenzano la progettazione dell'installazione di turbine eoliche offshore su piattaforme galleggianti nell'area del progetto Del Toro2.

L'area di studio, situata S-SW della Sardegna, dista circa 25 Km a Sud dall'isola di San Pietro, 17 Km a Sud dall'isola di Sant'Antioco e 15 Km a Ovest dalla piccola isola Del Toro, in profondità d'acqua comprese tra i 100 e i 300 m.

Anche se il contenuto di questo studio rappresenta un contributo preliminare che dovrà poi essere approfondito durante il progetto dettagliato, i dati di vento e onde riscontrati sono relativi ad un periodo di 30 anni e di conseguenza possono essere considerati rappresentativi della variabilità climatica e consentono la valutazione dei valori estremi interessati da un'incertezza statistica associata al numero di anni di osservazione (inevitabile nelle stime) sicuramente bassa.

Inoltre, per quanto riguarda la circolazione delle masse d'acqua nell'area, si è fatto riferimento a quanto è noto dalla letteratura scientifica, integrate però misurazioni locali lungo la colonna d'acqua a profondità dell'ordine di 2800 m, effettuate nel corso di importanti progetti europei. L'area di studio è principalmente interessata, per quanto riguarda il vento e le onde, dalla presenza del Golfo del Leone, da cui provengono forti venti e notevoli temporali.

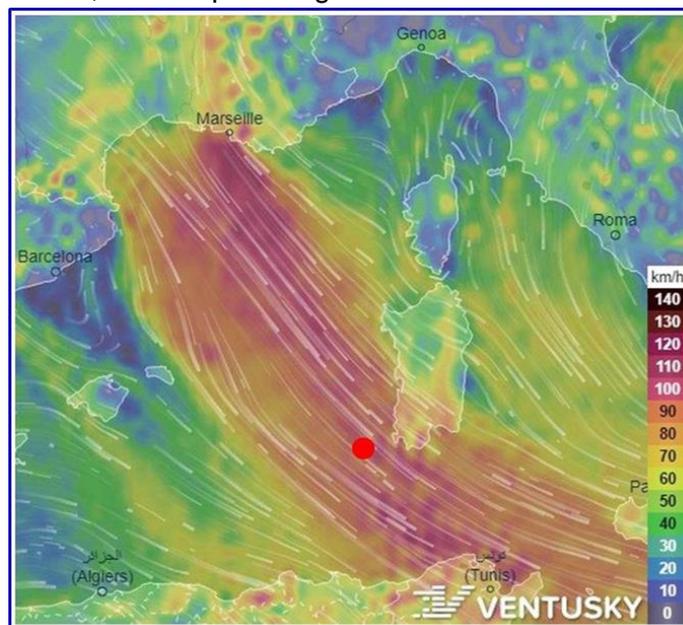


Figura 44: Venti tipici del golfo del leone (novembre 2018)
(dal: <https://news.meteogiornale.it/>)

La descrizione delle caratteristiche del vento e delle onde è riportata di seguito. I dati del vento, relativi all'altitudine di 10 m sopra il livello medio del mare, rappresentano la velocità media e la direzione in entrata nell'arco di 1 ora.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA												
	Codifica Elaborato: B – Studio Preliminare Ambientale												

Sono state analizzate la persistenza degli eventi al di sopra delle soglie di velocità del vento selezionate, definite "tempeste", e al di sotto delle soglie, definite "calme" e i risultati sono riassunti in tabelle che mostrano il numero di eventi e la percentuale cumulativa, per ogni classe di velocità del vento, che sono caratterizzate dall'aver una durata maggiore o uguale alle ore indicate.

L'attenzione è stata focalizzata su durate che vanno dalle 3 alle 99 ore, con risoluzione di 6 ore.

I risultati sono presentati nella scheda 3.3-3.4.

Così, ad esempio, se nella scheda 3.3 ("tempesta") si considera la soglia di velocità W di 10 m/s, sono stati osservati 417 eventi che sono durati più a lungo o uguale a 27 ore e la frequenza percentuale corrispondente è del 12,7%, cioè ha reso al 100% il numero di eventi che hanno durata maggiore o uguale a 3 ore e velocità del vento superiore a 10 m/s, Il 12,7% degli eventi caratterizzati da velocità del vento maggiore o uguale a 10 m/s hanno durate più lunghe o uguali di 27 ore, il 5,8% è durato più di 39 ore, lo 0,4% è durato più di 75 ore.

Nella scheda 3.4 ("calma") se si considera la soglia di 12 m/s (cioè la velocità del vento nell'intervallo $10 < W \leq 12,0$ m), sono stati osservati 1078 eventi che sono durati più a lungo o uguale a 21 ore, 861 eventi che sono durati più a lungo o uguale a 45 ore, 721 eventi che sono durati più a lungo o uguali a 75 ore; le percentuali corrispondenti sono 58,7%, 47,3%, 39,2%.

Resta tuttavia del tutto ovvio che, se i risultati qui presentati consentono una valutazione ragionevolmente attendibile delle variazioni di vento previste nel periodo di 30 anni esaminato, si tratta di risultati statistici di fenomeni casuali e come tali non rappresentano certezze ma vanno adeguatamente considerati nella pianificazione della progettazione del parco eolico.

TAB. 3.3 – PERSISTENZA (ore) DEI VALORI MAGGIORI DELLE SOGLIE DI VELOCITÀ DEL VENTO

THRESHOLDS	NUMBER OF EVENTS (STORM) PERSISTENCE GREATER OR EQUAL TO HOURS																
	W (m/s)								hours								
	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99
4.0	6826	4096	3238	2708	2368	2066	1800	1554	1346	1184	1031	895	791	699	596	502	427
8.0	5337	2614	1793	1344	1010	770	574	436	341	261	198	160	122	90	68	50	39
10.0	3587	1599	1032	702	497	345	245	171	124	96	63	39	25	18	11	9	5
12.0	2150	857	501	319	210	130	70	44	27	18	7	4	1	1	1	1	1
15.0	805	260	118	63	30	14	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.0	180	28	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22.0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERSISTENZA (ore) DEI VALORI INFERIORI O PARI ALLE SOGLIE DI VELOCITÀ DEL VENTO

THRESHOLDS	% FREQUENCY OF EVENTS (STORM) PERSISTENCE GREATER OR EQUAL TO HOURS																
	W (m/s)								hours								
	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99
4.0	100.0	60.0	47.4	39.7	34.7	30.3	26.4	22.8	19.7	17.3	15.1	13.1	11.6	10.2	8.7	7.4	6.3
8.0	100.0	49.0	33.6	25.2	18.9	14.4	10.8	8.2	6.4	4.9	3.7	3.0	2.3	1.7	1.3	0.9	0.7
10.0	100.0	44.6	28.8	19.6	13.9	9.6	6.8	4.8	3.5	2.7	1.8	1.1	0.7	0.5	0.3	0.3	0.1
12.0	100.0	39.9	23.3	14.8	9.8	6.0	3.3	2.0	1.3	0.8	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.0	100.0	32.3	14.7	7.8	3.7	1.7	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18.0	100.0	15.6	6.1	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

THRESHOLDS	NUMBER OF EVENTS (CALM)																
	PERSISTENCE GREATER OR EQUAL TO HOURS																
W (m/s)	hours																
	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99
4.0	6826	2899	1526	884	538	350	226	157	102	66	44	35	29	20	12	10	10
8.0	5337	3307	2634	2265	1956	1725	1511	1335	1187	1063	959	848	768	692	610	557	495
10.0	3588	2404	2023	1789	1604	1492	1383	1290	1216	1132	1056	979	912	842	801	760	708
12.0	2151	1511	1312	1208	1132	1078	1013	961	915	876	841	807	776	737	699	666	645
15.0	805	603	545	511	496	481	468	462	450	432	421	414	404	396	388	376	370
18.0	180	142	134	133	133	132	131	129	126	126	123	123	120	118	118	117	115
22.0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

THRESHOLDS	% FREQUENCY OF EVENTS (CALM)																
	PERSISTENCE GREATER OR EQUAL TO HOURS																
W (m/s)	hours																
	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99
4.0	100.0	42.5	22.4	13.0	7.9	5.1	3.3	2.3	1.5	1.0	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
8.0	100.0	62.0	49.4	42.4	36.6	32.3	28.3	25.0	22.2	19.9	18.0	15.9	14.4	13.0	11.4	10.4	9.3
10.0	100.0	67.0	56.4	49.9	44.7	41.6	38.5	36.0	33.9	31.5	29.4	27.3	25.4	23.5	22.3	21.2	19.7
12.0	100.0	70.2	61.0	56.2	52.6	50.1	47.1	44.7	42.5	40.7	39.1	37.5	36.1	34.3	32.5	31.0	30.0
15.0	100.0	74.9	67.7	63.5	61.6	59.8	58.1	57.4	55.9	53.7	52.3	51.4	50.2	49.2	48.2	46.7	46.0
18.0	100.0	78.9	74.4	73.9	73.9	73.3	72.8	71.7	70.0	70.0	68.3	68.3	66.7	65.6	65.6	65.0	63.9
22.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Di seguito viene presentata la probabilità congiunta vento-onda, cioè la probabilità di avere determinati valori dell'altezza significativa dell'onda in funzione della velocità del vento. La situazione è mostrata graficamente in figura dove viene presentato il diagramma a dispersione W-Hs che fornisce informazioni sulla gamma di altezze d'onda generate dal vento.

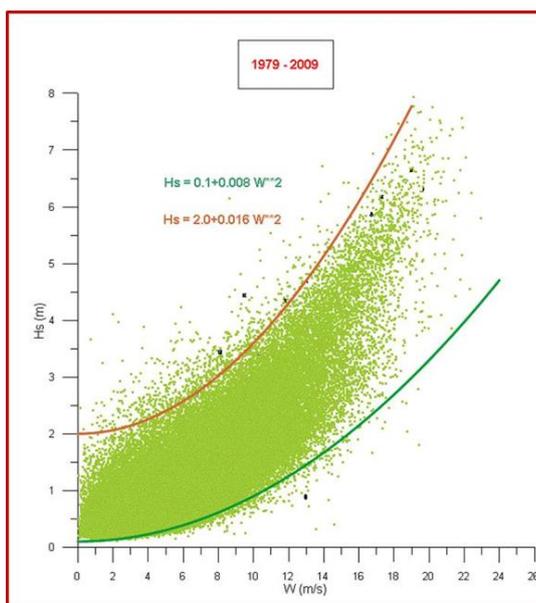


Figura 45: diagramma di dispersione tra la velocità del vento e l'altezza dell'onda

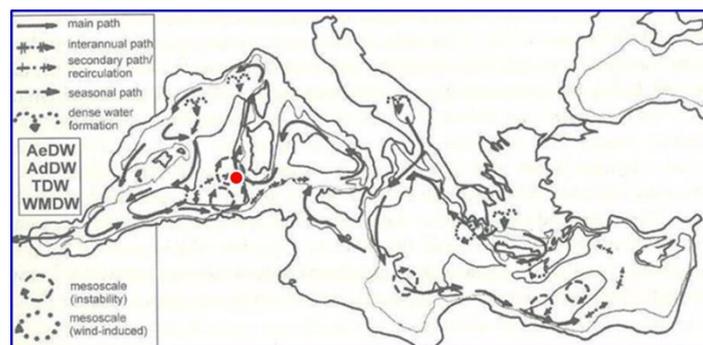
Per quanto attiene alle caratteristiche di moto ondoso la relazione meteomarina riporta un'analisi degli eventi estremi della quale si riporta la tabella riepilogativa.

3-hour SEA STATE												
RETURN PERIODS (years)												
INCOMING DIRECTION (°N)	1				5				10			
	H _s (m)	H _{max} (m)	T _{pe} (s)	T _s (s)	H _s (m)	H _{max} (m)	T _{pe} (s)	T _s (s)	H _s (m)	H _{max} (m)	T _{pe} (s)	T _s (s)
0	3.5	6.5	8.0	7.6	4.5	8.4	9.0	8.7	4.9	9.2	9.4	9.0
30	1.7	3.2	5.6	5.3	2.7	5.0	7.0	6.7	3.1	5.8	7.5	7.2
60	1.7	3.2	5.6	5.3	2.4	4.5	6.6	6.3	2.7	5.0	7.0	6.7
90	2.9	5.4	7.3	7.0	3.8	7.1	8.3	8.0	4.1	7.7	8.6	8.3
120	3.9	7.3	8.4	8.1	4.5	8.4	9.0	8.7	4.7	8.8	9.2	8.9
150	2.1	3.9	6.2	5.9	2.8	5.2	7.1	6.8	3.1	5.8	7.5	7.2
180	1.8	3.4	5.7	5.5	2.4	4.5	6.6	6.3	2.7	5.0	7.0	6.7
210	2.2	4.1	6.3	6.1	2.9	5.4	7.3	7.0	3.3	6.2	7.7	7.4
240	4.8	9.0	9.3	8.9	5.7	10.7	10.2	9.7	6.1	11.4	10.5	10.1
270	5.5	10.3	10.0	9.6	6.5	12.2	10.9	10.4	6.9	12.9	11.2	10.7
300	5.4	10.1	9.9	9.5	6.6	12.3	11.0	10.5	7.2	13.5	11.4	11.0
330	6.9	12.9	11.2	10.7	7.9	14.8	12.0	11.5	8.4	15.7	12.4	11.8
OMNIDIR	6.9	12.9	11.2	10.7	7.9	14.8	12.0	11.5	8.4	15.7	12.4	11.8
INCOMING DIRECTION (°N)	25				50				100			
	H _s (m)	H _{max} (m)	T _{pe} (s)	T _s (s)	H _s (m)	H _{max} (m)	T _{pe} (s)	T _s (s)	H _s (m)	H _{max} (m)	T _{pe} (s)	T _s (s)
0	5.5	10.3	10.0	9.6	5.9	11.0	10.4	9.9	6.4	12.0	10.8	10.3
30	3.7	6.9	8.2	7.9	4.2	7.9	8.7	8.4	4.7	8.8	9.2	8.9
60	3.0	5.6	7.4	7.1	3.3	6.2	7.7	7.4	3.5	6.5	8.0	7.6
90	4.6	8.6	9.1	8.8	4.9	9.2	9.4	9.0	5.3	9.9	9.8	9.4
120	5.1	9.5	9.6	9.2	5.3	9.9	9.8	9.4	5.5	10.3	10.0	9.6
150	3.5	6.5	8.0	7.6	3.8	7.1	8.3	8.0	4.1	7.7	8.6	8.3
180	3.0	5.6	7.4	7.1	3.2	6.0	7.6	7.3	3.4	6.9	7.9	7.5
210	3.7	6.9	8.2	7.9	4.0	7.5	8.5	8.2	4.3	8.0	8.8	8.5
240	6.6	12.3	11.0	10.5	6.9	12.9	11.2	10.7	7.3	13.7	11.5	11.0
270	7.5	14.0	11.7	11.2	7.9	14.8	12.0	11.5	8.3	15.5	12.3	11.8
300	7.8	14.6	11.9	11.4	8.4	15.7	12.4	11.8	8.8	16.5	12.6	12.1
330	8.7	16.3	12.6	12.0	9.4	17.6	13.1	12.5	9.8	18.3	13.3	12.8
OMNIDIR	8.7	16.3	12.6	12.0	9.4	17.6	13.1	12.5	9.8	18.3	13.3	12.8

Figura 46 ALTEZZE D'ONDA ESTREME E PERIODI ASSOCIATI

Dai dati sopra riportati risulta che il sito sia caratterizzato da onde aventi altezza massima pari a 18.3 metri.

Per quanto riguarda la circolazione delle masse d'acqua e delle correnti marine, l'area risente della presenza di un vortice, definito Eastern Algerian Gyre.


Figura 47: Schema della circolazione in acque profonde

Per dettagli non esaurientemente descritti si rimanda alla Relazione E.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato: <i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

5.4. RETE NATURA 2000 SITI DI IMPORTANZA COMUNITARIA SIC – ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE ZPS – ZONE SPECIALI DI CONSERVAZIONE ZSC

La Rete Natura 2000 è un insieme di aree d'importanza naturalistica definite sulla base dei criteri contenuti in due distinte Direttive Comunitarie:

- La Direttiva CEE n° 409/1979 (2009/147/CE) riguarda specificatamente la conservazione degli uccelli selvatici (meglio conosciuta come Direttiva "Uccelli") e stabilisce che tutti gli Stati membri devono attuare una serie di interventi finalizzati alla conservazione di determinate specie avifaunistiche e dei loro habitat, primo fra tutti l'individuazione sul territorio nazionale di Zone di Protezione Speciale (ZPS) all'interno delle quali attuare adeguate misure di conservazione;
- La Direttiva CEE n° 43/1992 (Direttiva Habitat) è finalizzata conservazione degli habitat naturali e seminaturali della flora e della fauna selvatiche, consente l'istituzione di sistema di aree protette costituite dai Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e dalle Zone Speciali di Conservazione (ZSC).

In Sardegna la Rete Natura 2000, caratterizzata da un'estensione complessiva di 574.836 ettari, è costituita da 93 Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e 37 Zone di Protezione Speciale (ZPS).

Gli ambiti in cui è proposta l'ubicazione degli aerogeneratori, il percorso dell'elettrodotto sottomarino e il tracciato del cavidotto a terra, non ricadono all'interno di nessuna delle tipologie di aree della Rete Natura 2000.

Nell'area vasta, selezionata includendo i comuni di Sant'Antioco, Calasetta, Carloforte, Portoscuso, San Giovanni Suergiu, Sant'Anna Arresi e Teulada, sono presenti diversi SIC/ZSC e ZPS di cui si riportano le distanze più brevi dalle opere previste in progetto nella seguente tabella:

RETE NATURA 2000	ELEMENTO PROGETTUALE	DISTANZA MINIMA (km)
SIC/ZSC		
Isola del Toro	Aerogeneratore	73.7
	Cavidotto terrestre	36.0
	Elettrodotto sottomarino	35.0
Isola della Vacca	Aerogeneratore	78.4
	Cavidotto terrestre	27.4
	Elettrodotto sottomarino	27.5
Isola di San Pietro	Aerogeneratore	67.0
	Cavidotto terrestre	5.7
	Elettrodotto sottomarino	1.5
Costa di Nebida	Aerogeneratore	86.3
	Cavidotto terrestre	1.5
	Elettrodotto sottomarino	4.0
Punta s'Aliga	Aerogeneratore	83.5
	Cavidotto terrestre	1.5
	Elettrodotto sottomarino	1.7
Stagno di Santa Caterina	Aerogeneratore	85.1
	Cavidotto terrestre	13.0
	Elettrodotto sottomarino	28.0
Stagno di Porto Botte	Aerogeneratore	88.8
	Cavidotto terrestre	18.5
	Elettrodotto sottomarino	19.2
Prom., dune e z.u. di Porto Pino	Aerogeneratore	89.2
	Cavidotto terrestre	24.0
	Elettrodotto sottomarino	24.5
Isola Rossa e Capo Teulada	Aerogeneratore	91.5

	Cavidotto terrestre	34
	Elettrodotto sottomarino	34.5
Serra de Is Tres Portus	Aerogeneratore	78.7
	Cavidotto terrestre	21.0
	Elettrodotto sottomarino	20.9
Is Pruinis	Aerogeneratore	82.2
	Cavidotto terrestre	15.8
	Elettrodotto sottomarino	16.0
Tra Poggio la Salina e P.ta Maggiore	Aerogeneratore	75.7
	Cavidotto terrestre	11.6
	Elettrodotto sottomarino	11.7
A nord di Sa Salina	Aerogeneratore	76.7
	Cavidotto terrestre	10.3
	Elettrodotto sottomarino	9.9
ZPS		
Isola del Toro	Aerogeneratore	73.7
	Cavidotto terrestre	36.0
	Elettrodotto sottomarino	35.00
Isola della Vacca	Aerogeneratore	78.4
	Cavidotto terrestre	27.4
	Elettrodotto sottomarino	27.5
Isola di S. Antioco, Capo Sperone	Aerogeneratore	75.1
	Cavidotto terrestre	21.4
	Elettrodotto sottomarino	21.5
P.ta Cannoni e P.ta delle Oche (Isola S. Pietro)	Aerogeneratore	68.7
	Cavidotto terrestre	10.2
	Elettrodotto sottomarino	2.8

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>

5.5. INQUADRAMENTO NATURALISTICO RISPETTO ALLE AREE IBA

Le Aree Importanti per l'Avifauna (IBA), sono siti d'importanza internazionale per la conservazione dell'avifauna; sono state proposte da organizzazioni no-profit, in Italia dalla LIPU, e individuate secondo criteri standardizzati e accordati internazionalmente. Ogni singola IBA risponde ai requisiti per la conservazione di determinate specie di uccelli per i quali sono state identificate. La funzione delle aree della rete IBA è, in sostanza, quella di identificare e proteggere su scala biogeografica un insieme di aree critiche per la sopravvivenza nel lungo termine di popolazioni di uccelli che in esse sono diffusi. L'inventario delle zone IBA è stato individuato dalla Commissione Europea come meritevole di designazione a ZPS, pertanto è stato anche un punto di riferimento fondamentale nel processo di designazione delle ZPS nell'ambito della definizione della Rete Natura 2000.

In Sardegna sono presenti un totale di 35 aree IBA che comprendono sia porzioni terrestri sia porzioni marine.

Gli ambiti in cui è proposta l'ubicazione degli aerogeneratori, il percorso dell'elettrodotto sottomarino e il tracciato del cavidotto a terra, non ricadono all'interno di nessuna area IBA di tipo marino e terrestre (vedi Tavola 15).

Nell'area vasta, che comprende i comuni di Sant'Antioco, Calasetta, Carloforte, Portoscuso, San Giovanni Suergiu e Teulada sono presenti diverse IBA di cui si riportano le distanze più brevi dalle opere previste in progetto nella seguente tabella:

Distanze minime tra gli ambiti d'intervento progettuale e le aree IBA (Important Birds Areas).

IBA MARINE E TERRESTRI	ELEMENTO PROGETTUALE	DISTANZA MINIMA (km)
Isole di S. Pietro e S. Antioco (Isola del Toro)	Aerogeneratore	71.9
	Cavidotto terrestre	34.0
	Elettrodotto sottomarino	33.8
Isole di S. Pietro e S. Antioco (Isola della Vacca)	Aerogeneratore	76.9
	Cavidotto terrestre	27.0
	Elettrodotto sottomarino	27.6
Isole di S. Pietro e S. Antioco (costa I. S. Antioco)	Aerogeneratore	73.2
	Cavidotto terrestre	21.5
	Elettrodotto sottomarino	20.7
Isole di S. Pietro e S. Antioco (costa Calasetta)	Aerogeneratore	72.6
	Cavidotto terrestre	9
	Elettrodotto sottomarino	8.6
Isole di S. Pietro e S. Antioco (costa I. S. Pietro)	Aerogeneratore	67.5
	Cavidotto terrestre	10.5
	Elettrodotto sottomarino	1.4
Isole di S. Pietro e S. Antioco (costa Isola Piana)	Aerogeneratore	78.8
	Cavidotto terrestre	6.3
	Elettrodotto sottomarino	2.4
Stagni del Golfo di Palmas	Aerogeneratore	81.9
	Cavidotto terrestre	0.4
	Elettrodotto sottomarino	0.7
Capo Teulada	Aerogeneratore	92.3
	Cavidotto terrestre	38.1
	Elettrodotto sottomarino	41.0
Isola Rossa e Capo Teulada	Aerogeneratore	26.0
	Cavidotto terrestre	38.0
	Elettrodotto sottomarino	38.4

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>

5.6. INQUADRAMENTO NATURALISTICO RISPETTO ALLE AREE SECONDO LA L.R. 31/89 e 23/98

La Regione Sardegna, ai fini della conservazione, del recupero e della promozione del patrimonio biologico, naturalistico e ambientale dell'Isola, definisce con la L.R. 31/89 l'istituzione e la gestione dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturalistica e ambientale.

Gli ambiti in cui è proposta l'ubicazione degli aerogeneratori, il percorso dell'elettrodotto sottomarino e il tracciato del cavidotto a terra, non ricadono all'interno di nessuna area protetta definita dalla norma di cui sopra (vedi Tavola 16).

Nell'area vasta, che comprende i comuni di Sant'Antioco, Calasetta e Carloforte, Portoscuso, San Giovanni Suergiu, Sant'Anna Arresi e Teulada sono presenti due tipologie di aree protette di cui si riportano le distanze più brevi dalle opere previste in progetto nella seguente tabella:

AREE PROTETTE L.R. 31/89	ELEMENTO PROGETTUALE	DISTANZA MINIMA (km)
RISERVE NATURALI (proposta istituzione)		
Isola del Toro	Aerogeneratore	74.1
	Cavidotto terrestre	36.3
	Elettrodotto sottomarino	36.3
Isola della Vacca	Aerogeneratore	78.8
	Cavidotto terrestre	27.7
	Elettrodotto sottomarino	27.6
Isole Rossa e Capo Teulada	Aerogeneratore	94.1
	Cavidotto terrestre	39.1
	Elettrodotto sottomarino	39.2
Porto Pino	Aerogeneratore	91.0
	Cavidotto terrestre	29.5
	Elettrodotto sottomarino	29.6
Punta S'Aliga	Aerogeneratore	83.9
	Cavidotto terrestre	1.0
	Elettrodotto sottomarino	1.5
Isole Piana, dei Ratti e del Corno	Aerogeneratore	79.3
	Cavidotto terrestre	6.5
	Elettrodotto sottomarino	2.8
MONUMENTI NATURALI		
Colonne di Carloforte	Aerogeneratore	71.2
	Cavidotto terrestre	13.5
	Elettrodotto sottomarino	12.5

In Sardegna le norme per la protezione della fauna selvatica e per l'esercizio dell'attività venatoria sono disciplinate dalla L.R. 23/98; nell'ambito di tale norma sono indicati anche le tipologie e i criteri per la definizione degli istituti faunistici di protezione e gestione.

Gli ambiti in cui è proposta l'ubicazione degli aerogeneratori, il percorso dell'elettrodotto sottomarino e il tracciato del cavidotto a terra, non ricadono all'interno di nessuna area protetta definita dalla norma di cui sopra

Nell'area vasta, che comprende i comuni di Sant'Antioco, Calasetta e Carloforte, sono presenti due tipologie di aree protette di cui si riportano le distanze più brevi dalle opere previste in progetto nella seguente Tabella:

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato: <i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

Distanze minime tra gli ambiti d'intervento progettuale e le Aree Protette definite dalla L.R. 23/98.

AREE PROTETTE L.R. 23/98	ELEMENTO PROGETTUALE	DISTANZA MINIMA (km)
OASI DI PROTEZIONE FAUNISTICA		
Isola del Toro	Aerogeneratore	74.1
	Cavidotto terrestre	36.3
	Elettrodotto sottomarino	36.3
Isola della Vacca	Aerogeneratore	78.8
	Cavidotto terrestre	27.7
	Elettrodotto sottomarino	27.6
Mercuri	Aerogeneratore	74.5
	Cavidotto terrestre	9.2
	Elettrodotto sottomarino	8.7
Isola di San Pietro	Aerogeneratore	69.3
	Cavidotto terrestre	12.9
	Elettrodotto sottomarino	9.0
Isola Piana	Aerogeneratore	79.3
	Cavidotto terrestre	6.5
	Elettrodotto sottomarino	2.8
ZONE TEMPORANEE DI RIPOPOLAMENTO E CATTURA		
Su Cruccuru de Merareddu	Aerogeneratore	78.6
	Cavidotto terrestre	9.2
	Elettrodotto sottomarino	9.1
Colonne - Carloforte	Aerogeneratore	69.0
	Cavidotto terrestre	11.4
	Elettrodotto sottomarino	11.3

5.7. INQUADRAMENTO NATURALISTICO RISPETTO ALLA CARTA DELLA NATURA DELLA REGIONE SARDEGNA

La Carta della Natura individua lo stato dell'ambiente naturale in Sardegna, evidenziando i valori naturali ed i profili di vulnerabilità; da tale elaborato tecnico è possibile evidenziare la distribuzione degli habitat (vedi tavola 18) con dettaglio in scala 1:25.000, inoltre per ciascun biotopo, mediante l'impiego di alcuni indici sintetici, è stato calcolato il Valore Ecologico, la Sensibilità Ecologica, la Pressione Antropica e la Fragilità Ambientale (vedi tavola 18).

Gli ambiti d'intervento previsti sulla terraferma conseguenti la realizzazione del cavidotto interrato, interessano l'ambito territoriale comunale di Portoscuso; in particolare il tracciato si sviluppa per una lunghezza pari a circa 2,8 km dal punto di approdo a dell'elettrodotto marino, in prossimità dell'area portuale di Portovesme, fino alla sottostazione elettrica ubicata all'interno dell'area industriale di Portovesme.

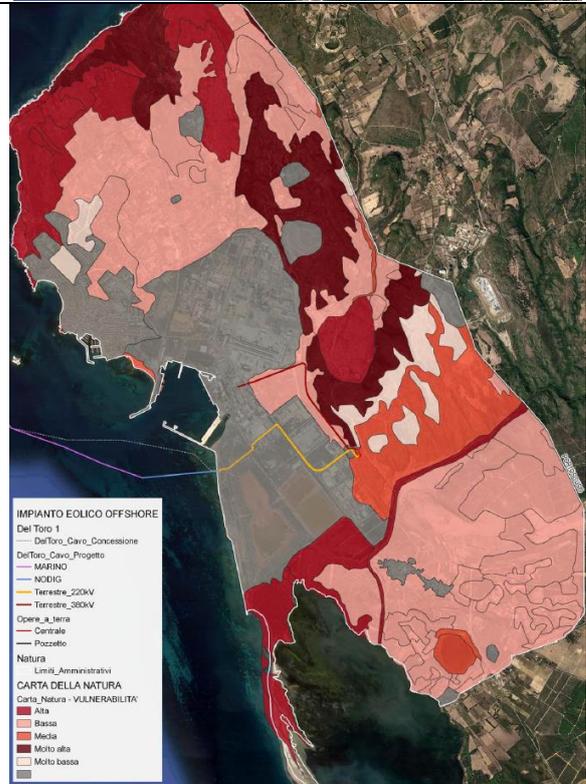
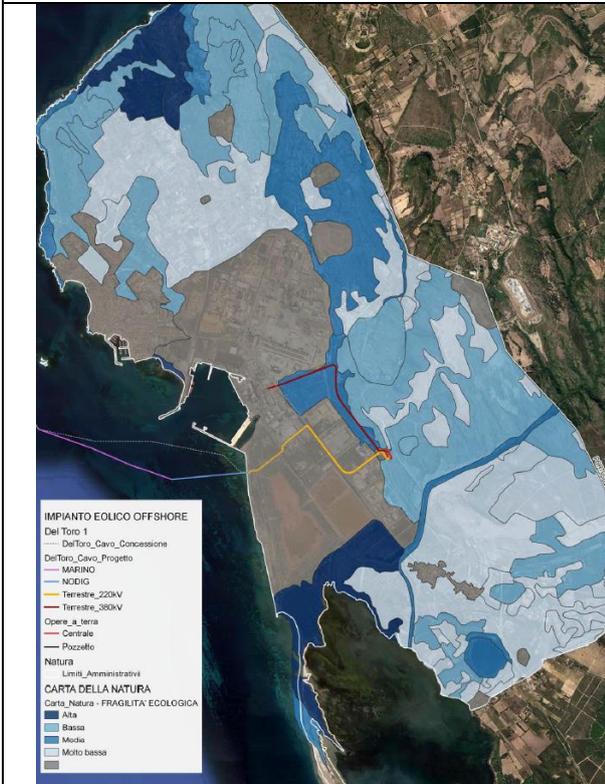
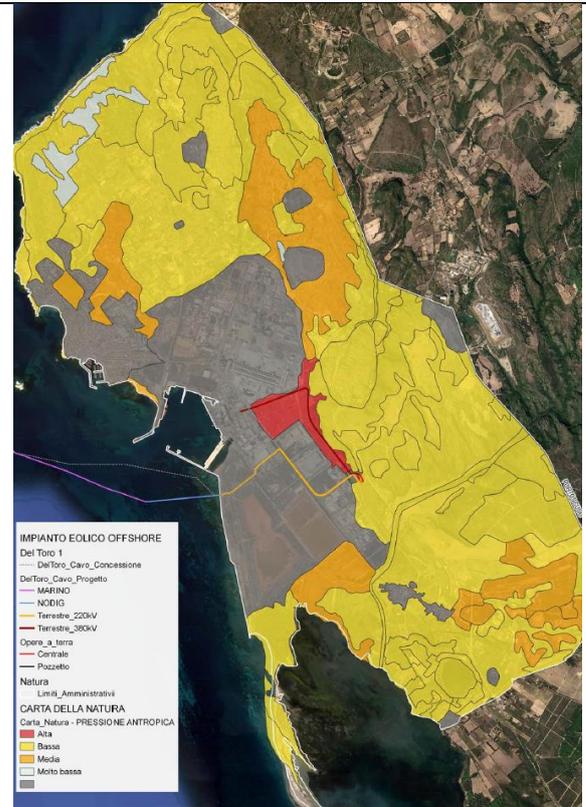
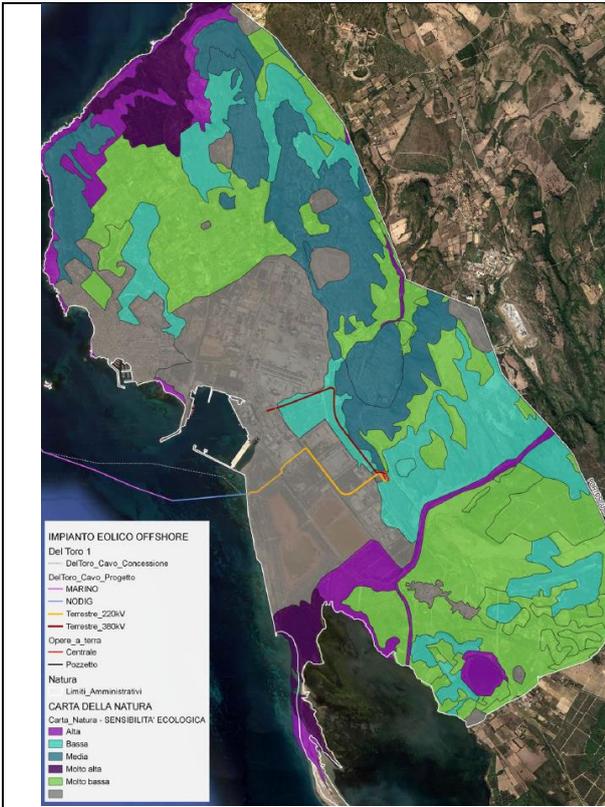
Di seguito nella tabella, sono riportate le classi intercettate dal cavidotto in relazione ai valori naturali ed i profili di vulnerabilità territoriali interessati dall'opera; si sottolinea che tutto il tracciato del cavidotto interrato, è previsto lungo la pertinenza della viabilità già esistente.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>

Valori naturali e vulnerabilità degli ambiti territoriali attraversati dal cavidotto terrestre.

CARTA DELLA NATURA	CLASSI	Ambito intercettato dall'opera
Sensibilità Ecologica		
Cavidotto terrestre e sottostazione di trasformazione	Molto alta	
	Alta	
	Media	
	Bassa	X
	Molto bassa	
	Siti industriali	X
Valore Ecologico		
Cavidotto terrestre e sottostazione di trasformazione	Molto alto	
	Alto	
	Medio	
	Basso	X
	Molto basso	
	Siti industriali	X
Pressione antropica		
Cavidotto terrestre e sottostazione di trasformazione	Molto alta	
	Alta	X
	Media	
	Bassa	
	Molto bassa	
	Siti industriali	X
Fragilità Ambientale		
Cavidotto terrestre e sottostazione di trasformazione	Molto alta	
	Alta	
	Media	X
	Bassa	
	Molto bassa	
	Siti industriali	X

Come riportato nella tabella di cui sopra, il tracciato del cavidotto è ricadente in un ambito industriale attivo pertanto le valenze naturalistiche sono evidentemente compromesse, pertanto in questo caso la Carta della Natura non attribuisce nessuna classe di valutazione specifica per ognuno degli aspetti analizzati riportati in tabella.



	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

5.8. CONTENUTI ARCHEOLOGICI

I contenuti archeologici all'intervento progettuale vengono portati in questa fase come fattori di interesse, per un primo indirizzo sulla formulazione del relativo sottosistema nei contesti ambientali, su cui dovranno essere determinate incidenze, interazioni e specifiche sulla concretizzazione degli interventi in valutazione di progetto e che avranno luogo da parte del Soggetto attuatore, ai sensi delle vigenti discipline di legge.

L'intervento progettuale si localizza nel Sulcis, nella regione storica del Sulcis-Iglesiente, che si estende nella porzione sudoccidentale della Sardegna, compresa nella Provincia del Sud Sardegna. L'area si colloca tra il Golfo di Palmas e l'Arcipelago del Sulcis e delle sue isole minori.

L'assetto progettuale prevedendo di intervenire con una infrastrutturazione marina relativa a un parco eolico e cavidotti che si collegheranno alle linee di trasmissione terrestri della rete elettrica nazionale, afferisce ad un ambiente di riferimento prevalentemente marittimo.

Questa prima nota archeologica allo Studio preliminare ambientale focalizza i principali macrofattori considerabili in questa fase, relativi all'intervento progettuale marino Del Toro2 dal limite demaniale.

Il quadro conoscitivo dei resti della forte antropizzazione storica e assetto costruito previsto dall'intervento, sono in evoluzione di progetto, è già chiaro che l'area sia ad alta densità abitativa e ricca di testimonianze antiche note, per tanto il presente rapporto di sintesi intende formulare alcuni principali indirizzi specifici, per lo Studio di interesse archeologico preliminare al progetto e relativa valutazione di rischio e mitigazione.

Il contesto antropico antico del più ampio settore costiero delle aree in valutazione di progetto si mostra particolarmente ricco di presenze archeologiche dall'epoca prenuragica, fino a quella moderna. Mentre la frequentazione risalente al Paleolitico, quando lo stazionamento del livello medio del mare ad una quota sensibilmente più bassa rese disponibili grazie alla regressione marina porzioni di territori, non è ad oggi attestata nell'ambiente marittimo di riferimento.

Già per l'Età del Bronzo, le testimonianze archeologiche in Sardegna suggeriscono la più antica tradizione nuragica nell'ambito della marineria: la presenza dei nuraghi in alcune delle isole minori sarde, il bronsetto ritrovato nell'isola dell'Asinara, la realizzazione di nuraghi costieri con l'evidente funzione verosimilmente di facilitare gli approdi delle navi, le ancore litiche probabilmente databili al Bronzo Finale (più specificatamente agli ultimi secoli del II millennio), ed inoltre le numerose note raffigurazioni di navicelle in bronzo presenti in Sardegna con centinaia di reperti, che ad oggi ne fanno una delle isole con la maggiore documentazione di modellini di navi, costituiscono i reali già noti e probanti dell'attività marittima nuragica.

L'inserimento della Sardegna nelle rotte tra oriente e occidente è datato a partire dal XIV secolo a.C.; ben presente nel circuito dei collegamenti extra insulari passanti via mare, da e per la Sardegna, era la stessa ricchezza dell'isola a metterla al centro di questi traffici tra l'Egeo e il Mediterraneo occidentale, e la sua posizione geografica le conferiva un ruolo fondamentale nello smistamento delle merci lungo le principali rotte commerciali, rimasto verosimilmente invariato, pur con alterne vicende, anche lungo i secoli successivi.

La produzione locale di imitazione di modelli soprattutto egei, e di materiali sardi rinvenuti fuori dall'isola evidenziano gli intensi rapporti di relazione e scambio esistenti tra la Sardegna e l'intero bacino del Mediterraneo, inquadrabili all'interno di un vasto movimento di beni, modelli e tecnologie, esistente verso la fine del II millennio fra oriente e occidente del Mediterraneo. In questa rete di relazioni la Sardegna si inserisce progressivamente nella commercializzazione trasmarina dei metalli e delle risorse prodotte.

Durante il movimento cosiddetto "coloniale" tra le diverse aree del Mediterraneo antico l'area Sarda raggiunta per prima, fu la costa a occidente di Cagliari ovvero il Sulcis-Iglesiente. Questo territorio dell'isola è il più rappresentativo delle testimonianze arcaiche tanto da essere definito come "regione fenicia" e in realtà la scelta di questo territorio non è casuale, considerata la ricchezza mineraria che lo contraddistingue. Presenta in particolare il più antico tra i centri

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>

coloniali costieri sardi, Sulky, situato nella costa occidentale della laguna dell'isola di Sant'Antioco, che restituisce attestazioni risalenti alla fine del IX-prima metà dell'VIII secolo a.C. sia dall'area dell'abitato, sia dall'area del tofet. Ultimo, come data di fondazione, degli insediamenti fenici sorti nella regione sulcitana, è quello di Pani Loriga, riferibile all'ultimo quarto del VII secolo a.C. in base ai materiali rinvenuti nell'impianto funerario ad incinerazione. Attorno alla metà dello stesso periodo un secondo centro anonimo doveva sorgere in prossimità dell'odierno abitato di Portoscuso, dove è stata scoperta, in località San Giorgio, una necropoli ad incinerazione, datata al 770-750 a.C., non solo testimonia l'esistenza di un abitato fronteggiante l'isola di Sant'Antioco, ma ne attesta l'alta arcaicità in base ai materiali rinvenuti. L'insediamento di San Vittorio nell'Isola di San Pietro, la Inosim fenicia, ove sorse sicuramente un abitato punico con il tempio dedicato a Bashshamem, si pone secondo modalità caratteristiche della geografia dei primitivi insediamenti fenici occidentali e, presumibilmente, attuate cronologicamente nell'ambito del sistema di occupazione dei coevi e vicini centri fenici sulcitani. Recentemente i materiali rinvenuti permettono una collocazione cronologica posta tra la seconda metà dell'VIII secolo a.C. e la metà del VII secolo a.C., in linea con quanto riscontrato negli altri insediamenti sulcitani e ipotizzando che il nome dello stanziamento fenicio fosse il medesimo nome dell'isola, secondo uno schema presente ad esempio, nella colonizzazione a Ibiza e Pantelleria.



Figura 48: Principali insediamenti fenici nella Sardegna Meridionale;

Il successivo evolversi della cultura nuragico-fenicia nel periodo punico dalla metà del VI sec. a.C. è dovuto all'espansione cartaginese volta a definire un preciso predominio politico determinato attorno al 510 a.C.

Sulky restituisce strati archeologici di abbandono le cui cause vengono attribuite alla presenza territoriale in Sardegna di Cartagine, dovute non solo all'appropriarsi delle ricchezze del sottosuolo dell'isola e delle terre coltivabili, ma soprattutto pianificato dal desiderio di interrompere la concorrenza commerciale delle città nuragico-fenicie di Sardegna e di estinguere sul nascere eventuali, anche se improbabili, mire espansionistiche greco-orientali.

Nell'area anche per le successive fasi storiche si attesta la frequentazione da parte di navi onerarie di epoca romana ellenistica e repubblicana che ha trovato riscontro in diversi contesti subacquei, i cui reperti contribuiscono a tracciare le reti relazionali con la penisola italiana e il percorso dei "carichi di ritorno" provenienti dalle province iberiche.

Lo specchio acqueo del Sulcis-Iglesiente in un intorno nel quale sono in valutazione gli interventi di progetto, restituisce anche resti riferibili all'Età Moderna (inizio del XV sec., fine del XVI sec.) antecedenti alla colonizzazione Tabarchina dell'Isola di San Pietro del 1738.

La fervida intensità di interazioni e di traffici archeologicamente già documentati, la costante insediativa che conobbe il territorio, oltre che per i periodi del Bronzo Finale, della

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

colonizzazione Fenicia e Punica, anche per la successiva Epoca romana fino a quella Moderna e seguenti, potrebbero essere ancora rinvenibili in contesti lungo la costa e subacquei, coincidendo con aree mai archeologicamente esplorate e non edificate.

In funzione di dette attività antropiche antiche, oltre che del riparo offerto da questo tratto di costa rispetto ai venti dominanti, le acque circostanti l'arcipelago sulcitano furono intensamente frequentate e, di conseguenza, possono aver conservato numerose evidenze di interesse archeologico. L'Opera si localizza infatti in un tratto di costa che presenta importanti evidenze del popolamento antico; nella porzione subacquea mai indagata archeologicamente, la probabilità che sia conservata una rilevante stratificazione di derivazione antropica, in base allo stato delle attuali conoscenze archeologiche dei fondali in evoluzione di Progetto, andrà ponderata, in base alle risultanze dei dati che dovranno essere acquisiti per la corretta gestione del potenziale archeologico.

Vista l'oggettiva debolezza delle potenzialità previsionali in questa fase e del tutto prematura per la definizione del sottosistema archeologico, per lo studio di interesse archeologico preliminare al progetto e relativa valutazione di rischio e mitigazione, si ritiene utile quanto considerato a seguito per giungere a stesura del quadro conoscitivo della componente archeologica nell'area in intervento progettuale.

Al fine di gestire la potenzialità archeologica dei fondali, a una selezione preliminare, i contenuti dello Studio generale per definire la componente ambientale archeologica dovranno includere:

- collazione archeologica delle fonti bibliografiche e documentazione edita e inedita relativa ai territori ricadenti nella zonazione dei comuni di Carloforte, Portoscuso interessati attualmente dalle tratte ipotizzate da progetto
- collazione storica cartografica e dei rinvenimenti archeologici nell'areale in valutazione di progetto
- Studio archeologico delle componenti negli Strumenti di Valutazione Territoriale (VAS – PUC)
- Indagine archeologica marina

Evidenziando l'importanza del territorio nei suoi mutamenti di natura antropica che hanno caratterizzato questi luoghi nel corso dei millenni, lo Studio (prima della Relazione Tecnica di Posa) necessiterà di indagine archeologica dettagliata a seguito:

- Indagine archeologica durante le attività di survey marine nearshore e offshore (oltre le 12 MN) per la caratterizzazione delle condizioni ambientali lungo le direttrici ipotizzate per l'Opera e nell'area contigua suscettibile di essere interessata direttamente o indirettamente
- Indagine archeologica inland sull'area ipotizzata di approdo
- Indagine archeologica inshore area ipotizzata di atterraggio (raccordo terra/mare)

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

L'esecuzione tecnica di base per l'indagine integrata allo Studio archeologico durante le attività di survey marine nearshore e offshore, dovrà espletarsi da 0,5 MN dal limite demaniale, oltre la batimetria dei -30 mt. Slm, con metodi strumentali indiretti (ecoscandaglio multifascio, sonar a scansione laterale, magnetometro, ROV), con specifica dettagliata di acquisizione utile in termini archeologici. Dovrà consentire la valutazione della qualità dei rilievi e l'area di indagine, nonché dei risultati dell'indagine.

L'indagine archeologica inland integrata allo Studio archeologico, da includere tra le più ampie attività di survey marine per la caratterizzazione delle condizioni ambientali delle aree ipotizzate di approdo, eseguita con metodi strumentali indiretti (ecoscandaglio multifascio, sonar a scansione laterale, magnetometro, ROV) con specifica dettagliata, dovrà espletarsi da 0,5 MN dal limite demaniale al limite delle acque interne.

L'indagine archeologica inshore sull'area di atterraggio (raccordo terra/mare) si eseguirà durante le attività di survey marine per la caratterizzazione delle condizioni ambientali delle aree ipotizzate, con metodi strumentali indiretti (ecoscandaglio multifascio, sonar a scansione laterale, magnetometro, ROV) entro le 0,5 MN dal limite demaniale alla linea di battigia, nonché con prospezione diretta entro gli 800 mt. dalla linea di battigia entro i -30 mt di profondità slm.

In sintesi, quindi la eventuale presenza di evidenze archeologiche verrà verificata in sede di progetto definitivo e si provvederà a gestire il potenziale archeologico e ad adottare tutti gli accorgimenti sul tracciato del cavidotto e del parco eolico, in modo tale che non interferiscano su eventuali contesti archeologici e/o altre evidenze archeologicamente rilevanti.

- Dalla battigia alla batimetrica dei -30 mt slm (fino a 800m di distanza rispetto al punto di installazione del pozzetto di connessione) verranno eseguite indagini archeologiche strumentali (ecoscandaglio multifascio, sonar a scansione laterale, magnetometro, ROV) in presenza di archeologo subacqueo adeguatamente qualificato, e prospezioni archeologiche con metodologie dirette da archeologi subacquei qualificati;

Oltre i -30mt slm fino all'ubicazione del parco eolico si eseguiranno i survey con metodi strumentali indiretti (ecoscandaglio multifascio, sonar a scansione laterale, magnetometro, ROV) in presenza di archeologo subacqueo adeguatamente qualificato.

La schematizzazione delle aree di indagine è riportata nell'allegato grafico n.28.

5.9. ATTIVITÀ ECONOMICHE DELLA PESCA

Il Mar Mediterraneo è ripartito in una serie di aree che fanno da riferimento alle attività di gestione della pesca. Tali aree rappresentano, con i loro confini, un compromesso tra i vari aspetti in gioco (giuridico, geografico, ambientale). Il Mar Mediterraneo è stato suddiviso in 30 sub-aree geografiche, denominate GSA (Geographic Sub Areas). Il termine "sub" è riferito al fatto che il Mar Mediterraneo è a sua volta, uno degli oltre 60 Grandi Ecosistemi Marini (Large Marine Ecosystem) del pianeta. Tale ripartizione è stata stabilita dalla risoluzione 31/2007/2 della Commissione Generale per la Pesca nel Mediterraneo (General Fishery Commission for the Mediterranean - GFCM). Le 30 aree differiscono largamente per dimensioni e per caratteristiche. L'area d'interesse per il presente studio di riferimento è l'Area GSA 11 suddivisa a sua volta in GAS 11.1 Sardegna Ovest e GAS 11.2 Sardegna Est.



Figura 49: Suddivisione delle aree di pesca nel Mediterraneo;

Quest'area è caratterizzata da una vasta estensione sia dei fondi di piattaforma che di scarpata. La platea infatti termina fra i 150 e i 200 metri, con un pendio poco marcato seguito dalla scarpata continentale leggermente inclinata. Il particolare interesse dei fondi della platea continentale, oltre alla loro notevole estensione, è dato dalla scarsità dei fondi costituiti da fango e dall'abbondanza di fondi a sabbia grossolana. Questa condizione, unita alla grande trasparenza delle acque, permette uno sviluppo molto accentuato della vegetazione; tra 0 e 40 metri si hanno infatti estese praterie di fanerogame marine (*Posidonia oceanica*). A differenza delle altre zone, nella costa occidentale si alternano Detritico Costiero e Coralligeno. I fondali duri costieri presentano le biocenosi tipiche delle pareti verticali. Sono presenti alcune delle più interessanti facies a gorgonacei (*Paramuricea clavata*) e corallo rosso (*Corallium rubrum*). Il margine della piattaforma continentale si caratterizza per la presenza di fondi detritici con concentrazioni elevate del crinoide *Leptometra phalangium*. Quest'area è esposta ai venti provenienti dal terzo e quarto quadrante. La costa meridionale è caratterizzata dalla presenza del Golfo di Cagliari. La piattaforma è molto più ampia (11 km) nella porzione occidentale (40 km di costa) piuttosto che in quella orientale, dove la sua estensione è molto limitata e ripida (l'isobata 500 m decorre a meno di 3 km dalla costa).

• Tipologia di pesca

Il settore peschereccio della Sardegna è connotato da una marcata artigianalità nonché da un'accentuata polivalenza. La piccola pesca rappresenta il segmento più rilevante, sia da un punto di vista numerico che sociale, occupazionale ed economico. Tuttavia, lo strascico ricopre un ruolo tutt'altro che secondario nel panorama regionale in quanto, oltre a rappresentare la

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

maggior percentuale in stazza di tutta la flotta isolana, detiene anche una quota molto consistente delle catture regionali. La composizione degli sbarchi si caratterizza per l'elevata presenza di pesci (61%), seguiti dai molluschi (28%) e dai crostacei (11%). L'attività media dei battelli a strascico dell'area è di circa 150 giorni per battello a fronte di un valore nazionale medio di 160 giorni.

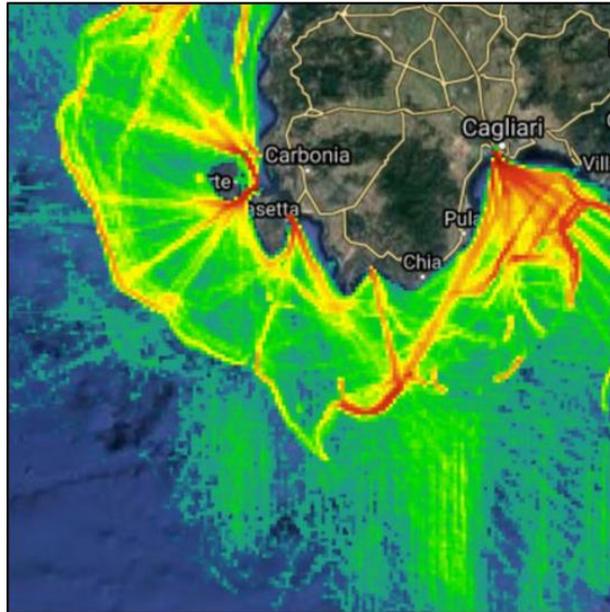


Figura 50: Nella figura sono rappresentate le principali rotte dei pescherecci a strascico dell'Area GSA 11.1

L'elevata dimensione degli strascicanti sardi è diretta conseguenza della necessità di allontanarsi dall'area di costa per raggiungere aree più pescose, dove le caratteristiche geomorfologiche sono più adatte alla pesca con reti a strascico. I battelli più grandi sono soliti muoversi verso sud, per la pesca dei gamberi rossi e del nasello.

Il gambero rosso rappresenta, insieme al gambero viola, una delle specie commerciali più importanti per la GSA 11. Questa specie si distribuisce principalmente su fondi epimesobatiali a profondità comprese tra 350 e 700 m. Il reclutamento avviene principalmente in primavera con un picco in marzo a profondità comprese tra 500 e 550 m.

Le aree di nursery sono distribuite nella costa sudoccidentale, aree caratterizzate principalmente da fondi fangosi con notevole presenza di *Isidella elongata* (Specie In Pericolo Critico (CR) A2c IUCN). Questa specie era una delle specie strutturanti più diffuse sui fondali fangosi nella batimetrica dei 500-1000. Oggi l'areale di distribuzione della specie è circoscritto a zone più limitate al di sotto dei 1000 oppure in piccole enclave più superficiali al di sotto dei 200 m. La minaccia principale è l'impatto della pesca a strascico. In alcune aree rocciose circondate da fondi fangosi tuttavia, anche i tramagli e i palamiti possono accidentalmente impattare sulle colonie. Le aree di nursery e le spawning areas sono dislocate con maggiore persistenza nelle coste sud-occidentale e meridionale dell'isola.

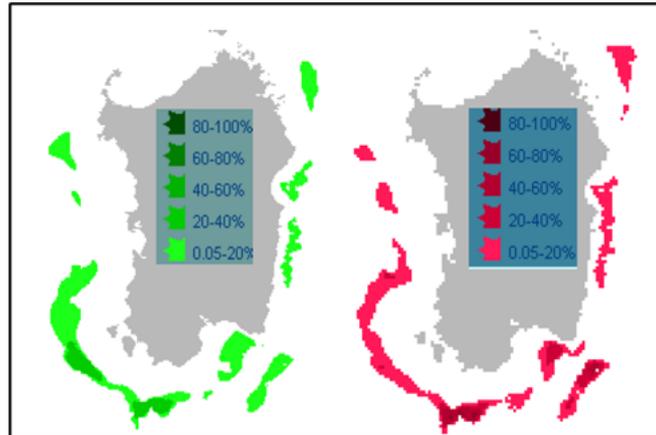


Figura 51: Mappe di persistenza delle aree di nursery (sinistra) e di riproduzione (destra) del gambero rosso nella GSA 11 (MEDISEH, 2013).



Figura 52: *Isidella elongata* nei fondali fangosi delle acque del lato sud occidentale della Sardegna – Tratto da: M. Bo et al. Persistence of Pristine Deep-Sea Coral Gardens in the Mediterranean Sea (SW Sardinia) PLOS ONE March 19, 2015.

L'altra specie principalmente pescata con le reti a strascico è il nasello (*M. merluccius*). Questa specie si distribuisce tra 30 e 1000 m di profondità. Il nasello presenta un periodo riproduttivo prolungato, con due picchi di attività che cadono in inverno ed in estate. Nei mari sardi viene pescato quasi esclusivamente mediante l'utilizzo di imbarcazioni a strascico, in quanto differentemente da altre GSA, non è presente una tradizione della pesca con palamiti di fondo. Zone di concentrazione dei giovanili sono distribuite tra i 100-200 m sebbene una densità considerevole sia stata registrata anche a maggiori profondità (tra i 300-400 m).

Le principali nursery areas, caratterizzate da una biocenosi a *Leptometra phalangium*, sono state identificate sia nella costa occidentale che in quella settentrionale. Le spawning areas sono distribuite lungo le coste occidentali e meridionali dell'isola.

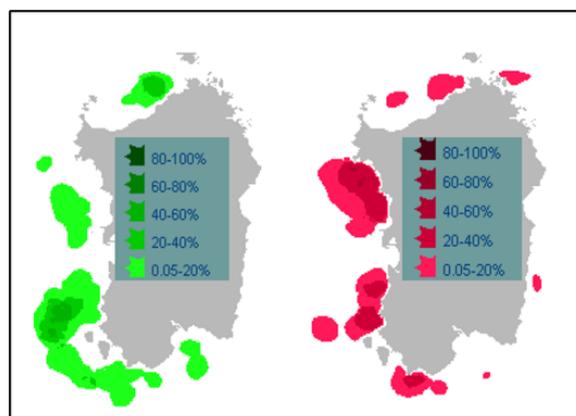


Figura 53: Mappe di persistenza delle aree di nursery (sinistra) e di riproduzione (destra) del nasello nella GSA 11 (MEDISEH, 2013)

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Come è noto, in Sardegna, i sistemi più largamente diffusi sono gli attrezzi da posta e lo strascico. Le imbarcazioni specializzate nella pesca a strascico costituiscono poco più di un quarto della flotta italiana, ma ben il 61% del tonnellaggio totale. I poli produttivi più importanti si trovano nel Medio e Basso Adriatico e in Sicilia (con una elevata concentrazione nelle marinerie di Ancona, Pescara, Molfetta, Manfredonia e Mazara del Vallo), ma in tutti i litorali lo strascico incide in modo consistente sul tonnellaggio totale, essendo praticato da imbarcazioni di dimensioni segnatamente superiori alla media nazionale.

La rete a strascico impiegata quasi ovunque è quella a divergenti, nelle sue varie versioni "all'italiana", "francese" o "da gamberi tipo americano", le ultime due assai meno conosciute. Molto meno frequenti le reti da traino a bocca fissa, come il rapido e la sfogliara.

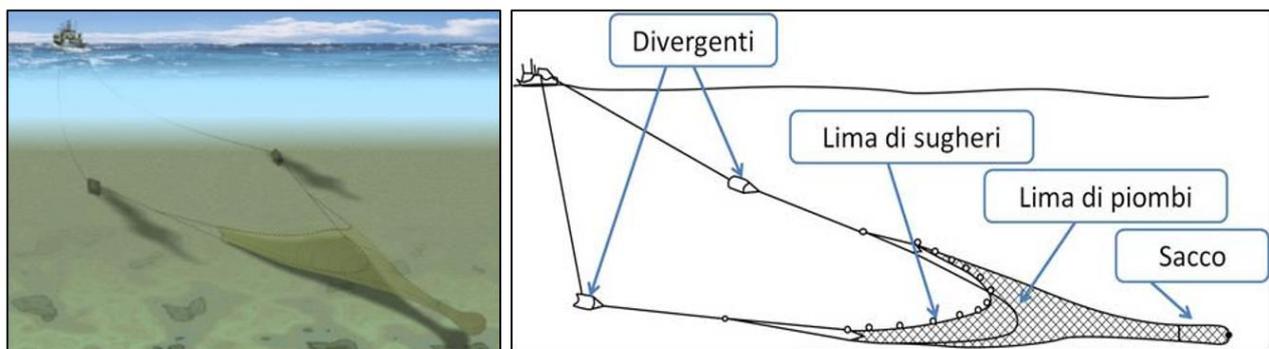


Figura 54: <http://www.ocean4future.org/savetheocean/archives/6572>

La pesca a strascico bentonica causa un notevole impatto sull'ambiente marino in quanto le reti distruggono il fondale lasciando, a volte per sempre, un ambiente devastato. Un esempio di impatto disastroso è quello subito dalle praterie di Posidonia oceanica, che possono essere totalmente distrutte anche con una sola passata. Al fine di evitare questo gravissimo impatto in Italia si è deciso di vietare la pesca a strascico sotto costa (entro le tre miglia marine o al di sopra della batimetrica dei 50 metri). Purtroppo, questo divieto è spesso colpevolmente violato e di fatto crea danni irreparabili che minano le possibilità di pesca future nelle stesse zone.

Altre tecniche di pesca assumono una certa rilevanza solo su scala locale o come tecniche accessorie, ossia impiegate per particolari periodi dell'anno a supporto del sistema principale. È il caso, ad esempio, dei palangari che raramente sono utilizzati come unico sistema di pesca ma hanno una diffusione del 23% in combinazione con altri sistemi; delle lenze; della circuizione per citare solo quelli più frequenti. Tali tecniche vengono spesso impiegate, nel corso dell'anno, in alternanza con le reti da posta, con un'intensità variabile in funzione delle condizioni meteomarine e di vari fattori (biologici, ecologici, di mercato, ecc.) che possono rendere più o meno remunerativa la pesca mirata a determinate specie bersaglio e quindi l'uso di un attrezzo piuttosto che un altro.

La consuetudine di impiegare alternativamente più tecniche di pesca nel corso dell'anno (ma anche, in alcuni casi, durante la stessa giornata di pesca) è certamente una peculiarità della pesca in queste zone come un po' in tutta Italia. Diffusa soprattutto tra gli equipaggi che operano con i mestieri tradizionali, si è sviluppata come una risposta "flessibile" alla variabilità dei fondali e delle condizioni meteomarine, quest'ultime particolarmente vincolanti per la nostra flotta, caratterizzata da imbarcazioni con basso tonnellaggio e potenza motore e un ridotto livello tecnologico. La polivalenza tecnica è un fenomeno che raggiunge la sua massima

diffusione in queste isole, dove circa un'imbarcazione su due utilizza più sistemi di pesca. Tra i principali attrezzi utilizzati dalle imbarcazioni del Sulcis Iglesiente abbiamo sicuramente le reti da posta fissa come il tramaglio. Questi attrezzi da posta costituiscono il sistema principale per oltre la metà delle imbarcazioni da pesca nell'area. Si tratta in gran parte di attrezzi utilizzati da natanti di dimensioni ridotte, con una bassa potenza motore e un'età media piuttosto elevata: ciò ne limita le capacità di spostamento, determinando una concentrazione dello sforzo di pesca nella fascia delle 6 miglia. Il tramaglio è una rete da posta fissa formata da tre pezze di rete sovrapposte delle quali la mediana è più estesa, con maglie di dimensioni molto più piccole delle pezze di rete esterne. Più produttiva sui fondali rocciosi o misti.

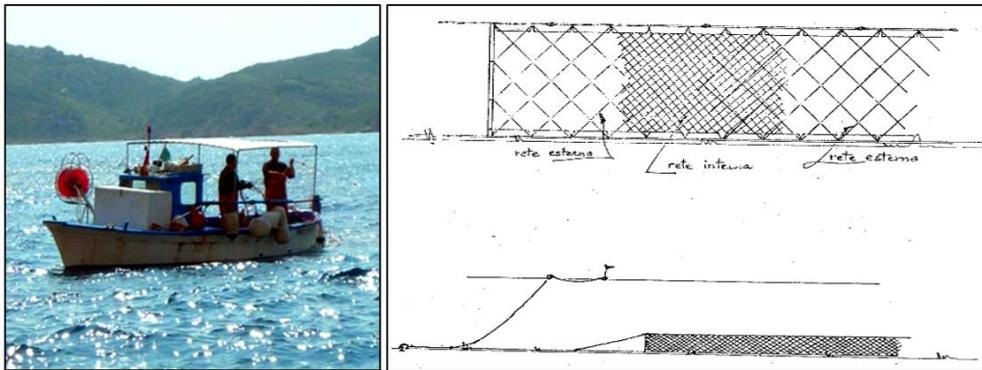


Figura 55: Attività pesca a strascico

Tra le specie più importanti nei mix di cattura del tramaglio si segnalano: triglie, scorfani, seppie, merluzzi e aragoste, quest'ultime pescate con reti a maglia larga spesso denominate "tramaglioni". Tra le catture accessorie hanno una certa rilevanza anche polpi, mormore, orate e spigole. Come il tramaglio, anche l'imbrocco è una rete selettiva la cui dimensione di maglia varia in funzione delle specie bersaglio, con target variabili da zona a zona. Esiste infine una terza tipologia di rete da posta, spesso denominata come "rete incastellata", che viene armata a tramaglio nella parte inferiore (per la cattura del pesce di fondo) e ad imbrocco nella parte superiore (per la cattura dei pelagici).

Tra gli altri attrezzi da posta, negli ultimi anni c'è stato un aumento di imbarcazioni che utilizzano le nasse, tra le specie catturate con le nasse, quelle che più pesano sul ricavo totale sono polpi, seppie, murene.

Tra le tecniche accessorie più utilizzate in combinazione con le reti da posta, hanno una certa rilevanza i palangari. I palangari maggiormente utilizzati nelle isole sulcitane sono i fissi, usualmente ancorati al fondo marino. Questo sistema è maggiormente usato soprattutto a livello dilettantistico o di pesca sportiva. Le specie bersaglio più importanti in termini di apporto ai ricavi totali della barca sono merluzzi, saraghi, dentici, pagari, pagelli, con mix di catture variabili in funzione del tipo di fondali, delle batimetrie sfruttate, del tipo di esca, delle dimensioni e della forma degli ami con cui viene armato l'attrezzo.

Meno usate professionalmente rispetto ai palangari sono le lenze. Sono impiegate sia trainate a velocità appropriata per la pesca di lampughe, calamari o altri pesci, sia controllate manualmente tramite una canna da pesca.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

- **La pesca del Tonno Rosso (*Thunnus thynnus*) nelle tonnare fisse Sulcitane**

..... Interesse per fenomeni rimasti inspiegabili, rimpianto per un'epoca che fa ormai parte della nostra storia. Per il turista che arriva in auto sino alla Punta, ruderi di vecchi muri, le baracche in abbandono, con le ferite aperte all'inclemenza del tempo, suscitano solo la curiosità. Per il carlofortino il quadro è istantaneo: fervore di lavoro, ciminiere fumanti, guardie ai cancelli e quel tipico odore nauseabondo, spesso opprimente, che faceva da contorno a uomini e cose. Una epopea si è spenta, si è spento il vociare festante sui moli all'arrivo dei vascelli, la curiosità pericoloso dei bimbi, finite le stette di mano, lo sguardo avido del tonnarotto. Ha vinto il silenzio. E noi, spesso protagonisti di simili momenti, non permetteremo che questo silenzio si radichi nella coscienza dei nostri figli. Scriviamo perché devono sapere, perché una parte del nostro paese è nata col sudore di quegli anni, perché un tempo dire falegname, navigante, muratore, contadino, e dire tonnarotto era la stessa cosa. Il tonno era l'amico timido, ma preciso come le rondini all'appuntamento della tarda primavera, a solcare le nostre acque per rinnovare la sicurezza delle famiglie ed il benessere della comunità. Ora questi mari sono deserti, magari solcati dalle prore di navi possenti perché il progresso vuole la sua ara sacrificale. Allora diciamo insieme: Addio Amico Tonno. Ma il ricordo deve vivere anche nelle generazioni future.

Così scrive il Prof. Giuseppe Conte nel suo libro "Addio Amico Tonno", dopo che alla fine degli anni 70 i tonni nelle tonnare sulcitane non venivano più pescati a causa degli sversamenti in mare dei fanghi rossi, derivanti dalla lavorazione della bauxite nelle industrie di Portovesme. All'epoca, infatti, venne autorizzato, dalle autorità competenti, lo sversamento a mare dei fanghi rossi alla distanza di 12 miglia dalla costa. Per un bieco risparmio di tempo e di danaro, però, i fanghi rossi venivano immessi in mare appena all'uscita del porto. Creando così una cortina di fanghi inquinanti che bloccarono le rotte fisse dei tonni lungo le coste occidentali della Sardegna. Così le tonnare non pescando più tonni furono costrette a chiudere.

Questo breve excursus, del Prof. Conte, e dei fanghi rossi è per far capire come le popolazioni delle Isole Sulcitane, ed in particolar modo le genti di Carloforte, sono legate alla pesca del tonno. Pertanto dedichiamo qualche paragrafo in più, in questa relazione, alla pesca del tonno in queste acque.

La pesca del tonno rappresenta sin dall'antichità un'attività importante per l'economia del Mediterraneo. Le grandi migrazioni di tonni, a partire soprattutto dalla prima età moderna, mettono così in movimento marinai, pescatori, maestranze specializzate, uomini d'affari e capitali che percorrono senza soste le acque del nostro mare e le sue coste. In questa vicenda, che per le dimensioni e per le tipologie produttive molti non esitano a definire "industriale", un ruolo fondamentale ricopre la Sardegna. L'individuazione delle modalità di nascita delle prime tonnare nell'isola e del loro repentino sviluppo appare dunque di notevole importanza dal punto di vista economico ma anche sociale e culturale. Recenti studi condotti con le più moderne tecnologie hanno confermato quello che i grandi pratici dell'età classica ed i naturalisti dell'era moderna avevano variamente e ripetutamente evidenziato. La presenza dei tonni nel Mediterraneo si deve in gran parte attribuire alle annuali migrazioni che questi pesci compiono partendo dall'Atlantico ed arrivando in alcuni casi sino al Mar Nero. Si tratta, ora lo sappiamo con certezza scientifica, di spostamenti in massa che dall'Atlantico orientale attraverso lo stretto di Gibilterra seguono le coste del mare interno, sia quelle meridionali nord-africane, sia quelle settentrionali iberiche, provenzali e tirreniche, con puntate verso le due maggiori isole italiane prima di proseguire la loro corsa in direzione del Levante cui segue, dopo un breve

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>

individui di 150-250 chilogrammi, lunghi non più di 2 metri. A circa 3-5 anni, quando pesa circa 30 chilogrammi e non supera i 120 centimetri, inizia a riprodursi. Il suo potenziale riproduttivo è enorme: una femmina depone mediamente ogni anno circa 10 milioni di uova e questa sua caratteristica ha fatto sì che riesca ancora a sopravvivere nonostante la pressione di pesca a cui è sottoposto. All'inizio degli anni novanta pescavamo, infatti, circa 30.000 tonnellate all'anno di tonno rosso, ma con l'introduzione della pesca industriale e delle tonnare volanti sono state rapidamente raggiunte le 50.000 tonnellate annue, mettendo di fatto in crisi la popolazione atlantico-mediterranea. Oggi la quota annualmente assegnata dall'International Commission for the Conservation of the Atlantic Tunas (ICCAT), l'ente che gestisce la risorsa a livello internazionale, varia intorno alle 13.000 tonnellate all'anno. Purtroppo i controlli sono molto complessi, ed è facile supporre che esista una quota significativa di catture non dichiarata.

Allo stato attuale in Sardegna persistono 4 concessioni demaniali per la pesca del tonno con le Tonnare. Il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali nel dipartimento delle politiche competitive, della qualità agroalimentare, della pesca e dell'ippica direzione generale della pesca marittima e dell'acquacoltura ha affidato alle 4 tonnare sulcitane le seguenti quote tonno per il 2021:

<i><u>TONNO ROSSO – CAMPAGNA DI PESCA 2021</u></i>			
<i>SISTEMA TONNARA FISSA (TRAP)</i>			
N. Progressivo	NUMERO ICCAT	Denominazione – sede impianto	Quota 2021 (tonnellate)
001	ATEU2ITA00003	"ISOLA PIANA" – Carloforte (CI)	177,786
002	ATEU2ITA00009	"CAPO ALTANO" – Portoscuso (CI)	129,796
003	ATEU2ITA00006	"PORTO PAGLIA" – Portoscuso (CI)	9,986
004			
005	ATEU2ITA00008	"CALA VINAGRA" – Carloforte (CI)	32,671

- **Gestione per le quote**

L'ICCAT gestisce la pesca agendo soprattutto sulla taglia dei tonni pescabili, sui quantitativi annuali, grazie a un sistema di quote che vengono assegnate agli Stati nazionali, e sul calendario di pesca. Le quote sono pertanto, uno strumento gestionale importante, anche se prevedono un complesso sistema di controllo. Per quanto concerne la pesca nelle acque europee, l'ICCAT affida annualmente da più di dieci anni una quota complessiva all'Italia, uno dei paesi europei più interessati alla pesca del tonno rosso, spetta una quota annuale di cattura di circa 1800 tonnellate, da dividere tra i quattro principali sistemi di pesca. Alla pesca del tonno con le tonnare, per il 2021, le quote elargite, per le tonnare sulcitane sono sopra elencate. Il tonno rosso ha due zone di riproduzione note in cui sono stati trovati costantemente adulti e larve riproduttiva mente attivi, ovvero il Golfo del Messico / Caraibi / Stretto della Florida e il Mar Mediterraneo.

La marcatura elettronica, l'otolito e i marcatori genetici hanno dimostrato che esiste un ampio grado di mescolanza tra popolazioni distinte nei terreni di foraggiamento del Nord Atlantico Studi genetici suggeriscono che ci sono almeno tre popolazioni distinte in tutto il suo intervallo

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

geografico che molto probabilmente rappresentano le popolazioni del Golfo del Messico, del Mediterraneo occidentale e del Mediterraneo orientale. Il tonno rosso maturo di origine orientale intraprende due tipi di migrazioni: i movimenti nel Mar Mediterraneo per deporre le uova, che si verificano nei mesi di aprile e maggio (Tonno di Corsa), e una migrazione di foraggiamento post deposizione delle uova nell'Oceano Atlantico settentrionale, intorno alla fine di luglio e agosto (Tonno di Ritorno).

Gli studi basati sull'archiviazione elettronica e sui tag di archiviazione satellitare pop-up nell'ultimo decennio sono stati determinanti nell'identificazione dei dettagli dei modelli di movimento del tonno rosso, delle distribuzioni verticali, delle preferenze di temperatura e delle abitudini alimentari. È interessante notare che un numero significativo di tonno rosso dell'Atlantico etichettato in archivio nell'Atlantico occidentale, in particolare nelle acque costiere al largo della Carolina del Nord (Nord America orientale), ha mostrato fedeltà al sito diretto alle zone di riproduzione del Mediterraneo occidentale. Questo è stato ipotizzato per indicare che i pesci di origine orientale effettuano migrazioni transatlantiche come giovani ma tornano nelle regioni oceaniche del Mediterraneo per la deposizione delle uova. Solo una volta un tonno rosso dell'Atlantico etichettato nell'Atlantico occidentale ha avuto una riconquista verificata ad est del Mare Adriatico.

Questi pesci presumibilmente vengono generati nel Mar Mediterraneo, occupano l'Oceano Atlantico occidentale come giovani presumibilmente alla ricerca di grandi banchi di aringhe e menadi, e poi tornano nel Mediterraneo mentre maturano in riproduttori. Una volta avvenuta la deposizione delle uova, l'etichettatura elettronica ha mostrato la fedeltà diretta al sito al Mediterraneo occidentale e all'Atlantico occidentale.

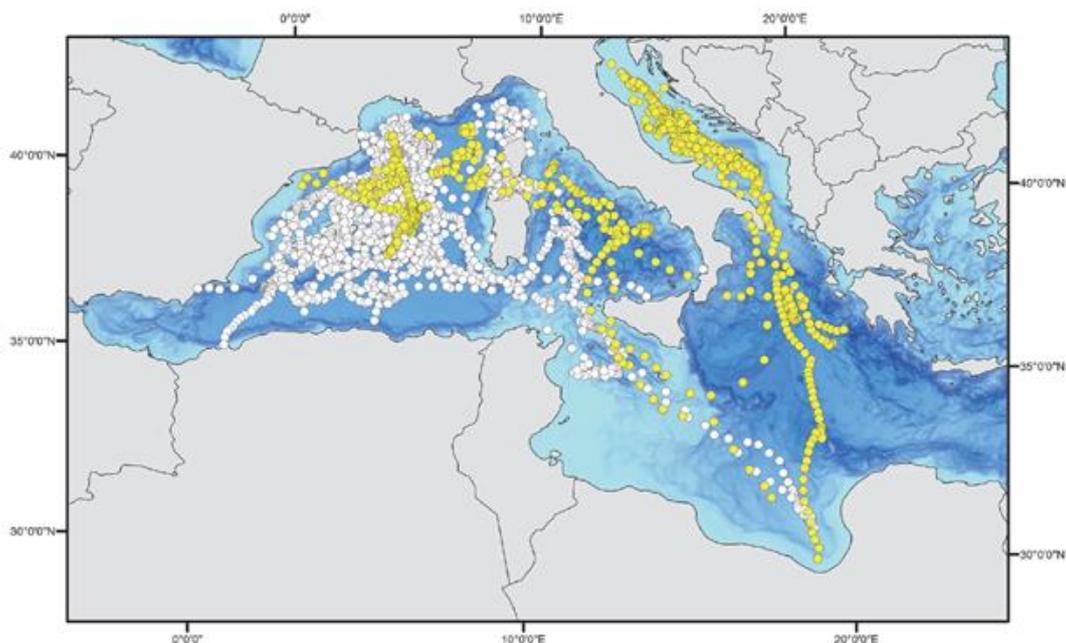


Figura 57: Posizioni giornaliere basate sulla geolocalizzazione stimata di 38 tonni contrassegnati all'interno del Mar Mediterraneo con satelliti pop-up e tag. (P. Cermenò et al. Electronic Tagging of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) Reveals Habitat Use and Behaviors in the Mediterranean Sea. PlosOne 2015)



Figura 58: Movimenti del Tonno rosso (*Thunnus thynnus*) sulla base delle catture delle quattro tonnare sulcitane



Figura 59: Posizione delle quattro tonnare attualmente operative nel Sulcis-Iglesiente;

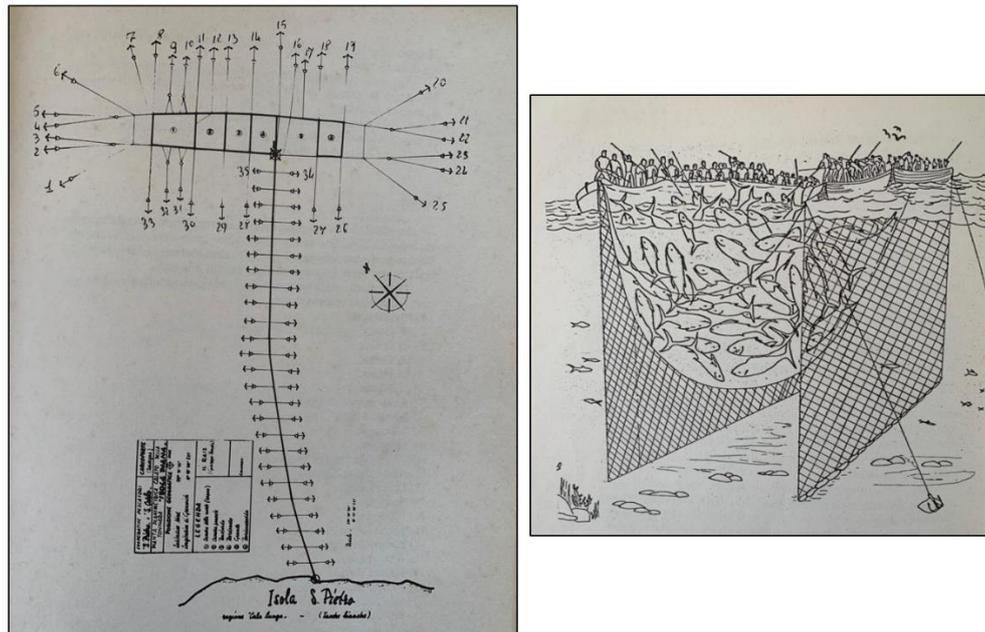


Figura 60: Schema della tonnara dell'Isola Piana sull'Isola di San Pietro

Bibliografia

- Anon. (2007) Report of the 2006 Atlantic bluefin tuna stock assessment session. Col Vol Sci Pap ICCAT 60 (3): 652–880;
- Cau et al. (2014 a, b) – Programma nazionale Italiano per la raccolta di dati alieutici nei Mari Sardi, anno 2013. Campagne di ricerca in mare Sezione G MEDITS – Rapporto tecnico intermedio – Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia – Università di Cagliari –, pp.388;
- Cau, Sabatini A., Murenu M., Follesa M.C., Cuccu D. (1994) - Considerazioni sullo stato di sfruttamento delle risorse demersali (Mari di Sardegna). Atti seminario sulla regolazione dello sforzo di pesca. Biol. Mar.Medit 1 (2): 67-76;
- Cermeño P, Quílez-Badía G, Ospina-Alvarez A, Sainz-Trápaga S, Boustany AM, Seitz AC, et al. (2015) Electronic Tagging of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*, L.) Reveals Habitat Use and Behaviors in the Mediterranean Sea. PLoS ONE 10 (2): e0116638. doi:10.1371/j;
- Conte G.: Addio amico tonno – Indagine sulle tonnare di Portopaglia, Portoscuso e Isola Piana dal XVI secolo ai giorni nostri. Edizioni Delle Tonnare – Cagliari 1985. pp. 144;
- De la Serna JM, Alot E (1993) Resultados de la campaña de marcado de atún rojo (*Thunnus thynnus*) realizada en el Mediterráneo Occidental en el año 1991. Col Vol Sci Pap ICCAT 40: 116–118;
- De Metrio G, Arnold GP, de la Serna JM, Block BA, Megalofonou P, et al. (2005) Movements of bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) tagged in the Mediterranean Sea with pop-up satellite tags. Col Vol Sci Pap ICCAT 58 (4): 1337–1340;
- Di Natale A (2005) Bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L) line fisheries in the Italian Seas. Old and recent data. Col Vol Sci Pap ICCAT 58 (4):1285–1295 (2–5);
- Direzione generale della pesca marittima e dell'acquacoltura: “Campagna di pesca del tonno rosso – Anno 2021” - Prot. 168451 del 13.04.21;
- Doneddu G. : Mediterranean Migrations. The Origin of Tuna-Fishing Nets in Sardinia - Ammentu, n. 14 - gennaio-giugno 2019, ISSN 2240-7596 -DOI: 10.19248/ammentu.337;
- F. Ottolenghi, S. Cerasi: Il tonno rosso nel mediterraneo – Biologia, pesca, allevamento e Gestione. Unimar – Roma 2008. pp.141;
- FAO (2013) FAO General Fisheries Commission for the Mediterranean/Commission générale des pêches pour la Méditerranée. Report of the fifteenth session of the Scientific Advisory Committee. Rome, 8–11 april 2013/Rapport de la quinzième session du Comité scientifique consultatif. Rome, 8–11 avril 2013. FAO Fisheries and Aquaculture Report/FAO Rapport sur les pêches et l'aquaculture. No. 1042. FAO;
- Fromentin JM (2009) Tagging bluefin tuna in the Mediterranean Sea: Challenge or Mission: Impossi-ble? Col Vol Sci Pap ICCAT 65(3): 812–821;
- Fromentin JM, Lopuszanski D (2013) Migration, residency, and homing of bluefin tuna in the western Mediterranean Sea. ICES J Mar Sci doi:10.1093/icesjms/fst157;

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	B – Studio Preliminare Ambientale	Rev. 00

MacKenzie BR, Mosegaard H, Rosenberg AA (2009) *Impending collapse of bluefin tuna in the north-east Atlantic and Mediterranean. Cons Lett 2 (1): 26–35;*

Mipaaf - Direzione Generale Pesca Marittima e Acquacoltura Piano di Gestione Nazionale relativo alle flotte di pesca per la cattura delle risorse demersali nell'ambito della GSA 11 (Sardegna). Pp99.

N. Sassu, A. Cannas, M. Ferretti: *Gli attrezzi da pesca in uso nelle Marinerie Italiane. Unimar 2001. pp.16;*

PIANO DI GESTIONE (ex art.24 del Reg. (CE) n.1198/2006) - GSA 11 SARDEGNA STRASCICO. 2011. pp.20;

Platonenko S, de la Serna JM (1997) *Observaciones oceanográficas y medioambientales en el Medi-terráneo occidental durante la época de reproducción del atún rojo (Thunnus thynnus L. 1758). Col Vol Sci Pap ICCAT 46 (4): 496–501;*

R. Cattaneo Vietti, M. Costantini, P. Guidetti: *il destino del tonno rosso in Italia – Le Scienze 534 Febbraio 2013. 3-7;*

S. Cataudella, M. Spagnolo: *Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani. Ministero delle politiche agricole e forestali 2011. P.877;*

Sarà R (1964) *Data observations and comments on the occurrence, behaviour, characteristics and migrations of tunas in the Mediterranean. Proc Tech Pap Gen Fish Counc Medit 7: 371–388;*

Würtz M (2010) *Mediterranean pelagic habitat: Oceanographic and biological processes, An over-view. IUCN, Gland, Switzerland and Malaga, Spain. PMID: 25506974.*

5.10. CARATTERIZZAZIONE BIONOMICA DELL'AREA

La cartografia ambientale tematica riveste un ruolo di primaria importanza sia per gli aspetti di ricerca di base, legati alla conoscenza degli ecosistemi, sia per gli aspetti finalizzati, legati a necessità di intervento e gestione del territorio. Tricart e Kilian (1985) affermano che il rilevamento cartografico è insostituibile per analizzare gli aspetti spaziali dell'ambiente naturale. Per questi motivi, la cartografia ecologica è molto sviluppata in ambiente terrestre, dove la mappatura della vegetazione o delle caratteristiche mesologiche e pedologiche costituisce ormai un elemento fondamentale nell'ambito degli studi ambientali e della gestione territoriale. Molte di queste cartografie sono in realtà strettamente monotematiche, e si rivolgono frequentemente alla mappatura della sola vegetazione fanerogamica sommersa (ad esempio: Barsanti et al., 2003; Montefalcone et al., 2006). Più complete sono invece le cosiddette carte bionomiche, che prendono in considerazione l'insieme dei popolamenti biologici bentici (Bianchi et al., 1985; Bedulli et al., 1986; Diviacco et al., 2004), soprattutto se integrate da aspetti geomorfologici o sedimentologici (Viel et al., 1987; Damiani et al., 1988a; Damiani et al., 1988b; Navone et al., 1992; Rovere et al., 2006). Il benthos è privilegiato per tale tipo di cartografia per la sua maggior strutturazione rispetto all'ambiente pelagico, per la sua relativa stabilità spazio-temporale, e per la sua efficacia nel registrare alterazioni ambientali (Bianchi e Zurlini, 1984). È stato mostrato che il confronto tra carte bionomiche rilevate in periodi differenti (cartografia diacronica) rappresenta uno strumento potente per riconoscere l'evoluzione temporale e le alterazioni subite dagli ecosistemi di una data regione (Barsanti et al.). Lo studio cartografico applicato alle biocenosi marine ha avuto inizio, per il Mediterraneo, con il lavoro di Molinier e Picard (1961).

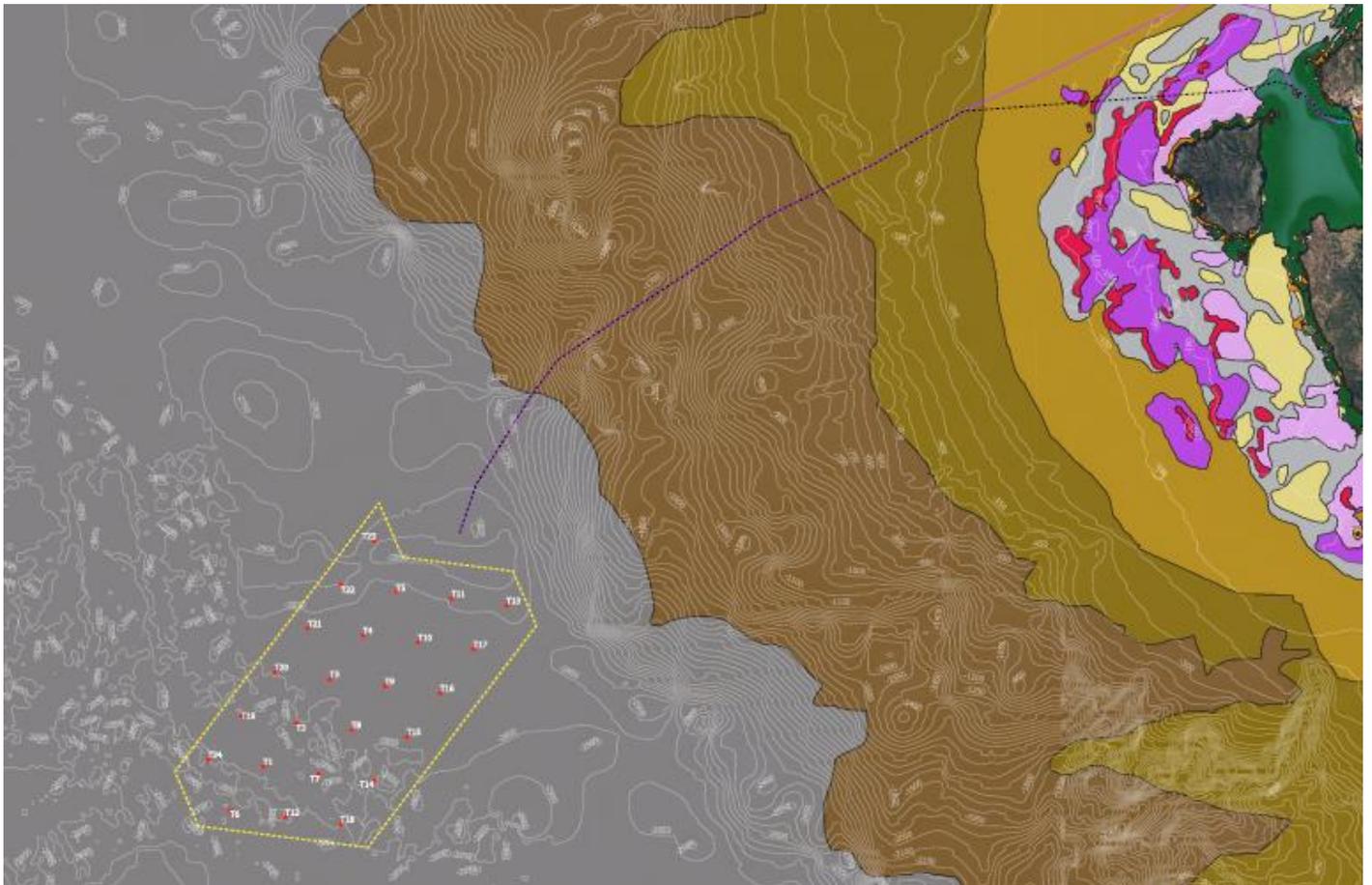


Figura 61: Caratterizzazione bionomica dell'ambiente marino;

- **La zonazione bionomica**

Campo di studio della bionomia è la zonazione dei popolamenti biologici. Uno dei concetti basilari in bionomia è quello di biocenosi: secondo la teoria individualistica è un raggruppamento di specie organizzato e funzionalmente integrato. Si tratta dunque di una caratterizzazione biologica dell'ambiente che mira a definire zone diverse sulla base del popolamento biologico che le abita. In mare la distribuzione degli organismi non è omogenea ma varia in accordo alle caratteristiche dei diversi ambienti che sott'acqua si possono incontrare. Come è noto una prima suddivisione che si fa dell'ambiente marino è la distinzione tra benthos, costituito dall'insieme degli organismi legati al fondo marino, e pelagos, costituito dagli organismi di acque libere (plancton e necton), che non traggono contatti diretti e permanenti col fondo. Anche limitandosi al benthos, tuttavia, è constatazione comune che esiste una netta zonazione biologica, che i raggruppamenti florofaunistici cambiano ad esempi, in relazione alla natura del substrato: sui fondi rocciosi sono preponderanti gli organismi che vivono al di sopra del substrato (epibenthos), mentre sui fondi sabbiosi e fangosi sono nel complesso più rappresentati gli organismi che vivono infossati nei sedimenti (endobenthos). (Bianchi C. N. 1991). Per l'analisi delle biocenosi prenderemo in considerazione la zonazione verticale, che divide l'ambiente marino in zone o piani.

Il modello attualmente più utilizzato, tra i vari proposti per il Mar Mediterraneo, è quello di Pérès e Picard (1964) che individua sia per il sistema fitale (presenza di luce) che per quello

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

afitale (senza luce) le diverse biocenosi presenti sui fondali mobili e duri. Secondo tale modello all'interno di ciascun sistema si possono individuare dei "piani" che si susseguono verticalmente e si estendono tra due livelli "critici" entro i quali le condizioni ambientali si mantengono più o meno costanti. All'interno di ogni piano si trovano le biocenosi tipiche dello stesso, che sono costituite da specie caratteristiche, accompagnatrici e accidentali.

La suddivisione di questi piani, parte al di fuori delle acque del marine. Partendo da qualche metro sopra il livello del mare abbiamo il sopralitorale o anche detto zona degli spruzzi. Questa fascia nonostante si trovi fuori del mare, ha grosse interazioni con esso, e non viene quasi mai sommersa. Il mesolitorale è la zona in cui si ha un'alternanza di emersione ed immersione. L'infralitorale si estende dalla superficie fino alla massima profondità alla quale si trovano le fanerogame marine. Una delle principali fanerogame, presa in considerazione per determinare questo piano è Posidonia Oceanica. Il Circalitorale, dal limite inferiore delle fanerogame marine fino al margine della platea continentale. In fine abbiamo il sistema profondo.

Ognuna di queste zone ha dei differenti tipi di popolamenti bentici, in relazione ai tipi di substrato colonizzati. Le specie che colonizzano i substrati molli sono differenti da quelle dei popolamenti che si trovano nei substrati duri. È per questo motivo che alle stesse profondità si possono trovare differenti specie e popolamenti.

- Fondali sabbiosi: piano infralitorale

I fondali sabbiosi dell'infralitorale sono colonizzati principalmente dalla prateria di Posidonia oceanica, con tutto il suo ecosistema di epifiti e di organismi natanti e reptanti. Tra gli organismi natanti che prediligono la prateria di posidonia abbiamo: la salpa (Salpa salpa) un pesce onnivoro che si nutre anche delle lunghe foglie di P. oceanica, le varie specie di saraghi, tra cui il più presente nel posidonieto è sicuramente il sarago sparaglione (Diplodus annularis). Altri pesci sono: le varie specie di labridi, lo sciarano (Serranus scriba), e l'onnipresente perchia (Serranus cabrilla). Tra gli altri animali abbiamo gli isopodi, i molluschi e i policheti. Tra i rizomi della prateria troviamo anche un magnifico attinario Alicia mirabilis, quest'antozoo si espande quasi esclusivamente di notte. Le sabbie dell'infralitorale sono ricche di fauna. Quelle più fini ospitano biocenosi caratterizzate da bivalvi come Loripes lacteus e decapodi del genere Callinassa. Le sabbie fini esposte all'azione delle onde ospitano biocenosi con popolamenti di bivalvi come Lentidium mediterraneum, Rudicardium tuberculatum, i canalicchi (Ensis Minor), gasteropodi e policheti dividono il loro areale con questi bivalvi.

- Fondali rocciosi: pianocircalitorale

Con una profondità che varia tra i 30-45 metri, fino al limite della piattaforma continentale, questo piano è il limite delle fanerogame marine e delle alghe fotofile in generale. È caratterizzato da una forte riduzione della luce, semibuio, le correnti sono costanti e possono essere anche forti; talvolta al di sotto del termoclino, la temperatura dell'acqua non subisce variazioni sensibili ed è quasi sempre fredda. Questi fondi rocciosi ospitano generalmente specie più o meno marcatamente sciafile. In questo piano non si riscontra la vegetazione lussureggiante del pino infralitorale. Le alghe che popolano questi fondali sono di tipo sciafilo a tallo calcificato e spesso incrostanti. Tra gli animali che caratterizzano queste rocce di fondale vi sono le spugne Axinella damicornis, Axinella polypoides, sono due spugne della famiglia delle demospongie, prevalentemente forme erette, ma possono anche essere

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

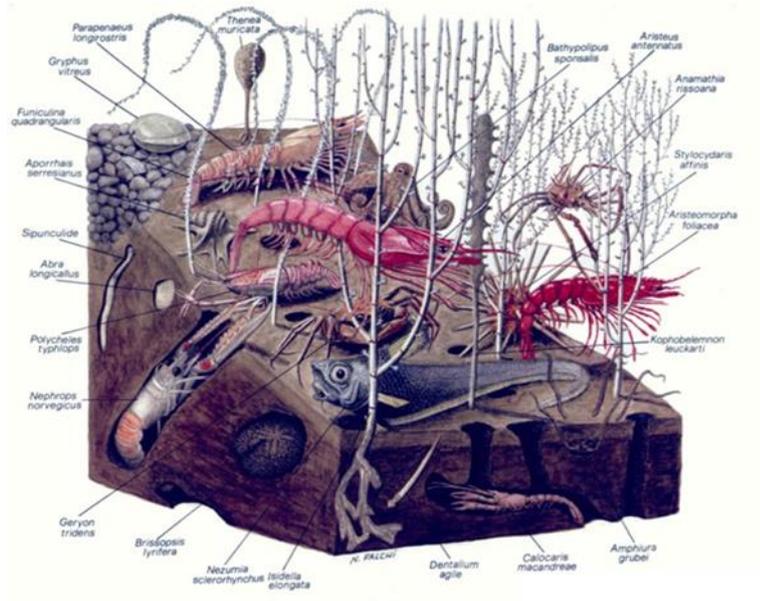
massicce o incrostanti. Tra le gorgonie troviamo *Eunicella singularis*, dalla forma di un candelabro è l'unica gorgonia del mediterraneo con zooxantelle simbiotiche, che le conferiscono un colore bianco sporco. *Paramuricea clavata*, la gorgonia sicuramente più conosciuta dai subacquei, le sue colonie superano talvolta il metro di ampiezza e sono normalmente di colore rosso rubino, ma possono anche sfumare in giallo limone sulle estremità. *Parazoanthus axinellae*, forma colonie di colore variabile tra il giallo oro e l'arancione, abbastanza comune in mediterraneo. In questi affioramenti rocciosi si trova anche un grosso porifero a forma di calice o ventaglio, *Spongia agaricina* è una spugna di colore bruno giallastro che talvolta può raggiungere anche il metro di diametro, vive fino a 30-50 metri di profondità. I pesci del coralligeno sono numerosi, oltre alle diverse specie di saraghi che si muovono tra le gorgonie abbiamo la cernia bruna (*Epinephelus marginatus*), la corvina (*Sciaena umbra*). Questi due pesci rientrano nella lista ASPIM, la convenzione firmata dall'Italia a Barcellona nel 1995 - Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo.

- Fondi sedimentari: piano circalitorale

Nel piano del circalitorale sono da segnalare, per l'interesse che rivestono, anche le biocenosi circalitorali di fondo mobile e di piattaforma. I fondi mobili circalitorali, ove non si sviluppino formazioni di tipo coralligeno, possono essere o di origine terrigena o di origine organogena, oppure ancora derivati dal disfacimento di rocce primarie o concrezionate. Nel coralligeno di piattaforma troviamo organismi come il riccio canuto (*Sphaerechinus granularis*), i suoi aculei hanno tipicamente l'apice di colore bianco candito, la spugna *Cliona celata*, l'alga verde *Udotea petiolata*, si trova facilmente anche vicino alla superficie, ma predilige i fondali profondi fino anche a 60 metri, su fondali sabbiosi. In questi fondali non è raro incontrare *Eunicella verrucosa*, che si distingue dalle altre specie del genere *Eunicella* per il colore bianco smagliante e per l'aspetto ispido. Si trova tipicamente alla base delle pareti coralligeno, sul limitare tra roccia e fango, anche in fondali biodetritici. Nella faces a briozoi comune è *Myriapora truncata*, o meglio conosciuto come falso corallo, questo briozoo ha l'aspetto del famoso *Corallium rubrum*, ma ha un colore che tende più all'arancio che al rosso. Un sub inesperto potrebbe essere tratto in inganno. Un altro briozoo è *Smittina cervicornis*, a causa del portamento delle sue colonie riceve il nome di briozoo "corni di cervo". Nei sedimenti circalitorali più fini e soggetti ad infangamento troviamo *Alcyonium palmatum*, che predilige i fondali biodetritici e fangosi anziché rocciosi è volgarmente conosciuto come "mano di morto". *Dentalium inaequicostatum* è uno scafopode che vive conficcato nel sedimento mobile di tipo fangoso, la sua conchiglia a forma di zanna di elefante è facile trovarla spiaggiata e nel bagnasciuga.

▪ Piano batiale

Il piano batiale e gli altri piani costituiscono il sistema profondo o afitale, privo cioè di vegetazione. È caratterizzato però da una vita animale molto ricca; costituiscono quelli che sono definiti ecosistemi profondi (depth ecosystem). Nella figura sottostante una rappresentazione dell'ambiente batiale con le specie caratteristiche. La zonazione del piano batiale include le seguenti specie: *Isidella elongata*; *Nezumia sclerhynchus* o macruro, pesce di profondità dal caratteristico muso liscio e con l'ano vicino alle pelviche; *Brissopsis lyrifera* ricco dal corpo ovale comune sino a 1.500 metri di profondità; *Geryon tridens* o granchio rosso di fondale; *Nephrops norvegicus* o scampo; *Polychaetes typhlops* crostaceo dal carapace schiacciato e con numerose spine ai lati. Comune sino a 2.000 metri di profondità; *Abra longicallus* uno dei tanti bivalvi del genere *Abra*; *Sipunculide* sp; *Funiculina quadrangularis* ottocorallo con parte infossata rigida e con il resto della struttura flessibile, alto sino a 1.5 metri; *Gryphus vitreus* brachiopode semitrasparente; *Parapenaeus longirostris* o gambero rosa, sino a 400 metri; *Thenea muricata* piccola spugna comune oltre i 150 metri; *Bathypolpus sponsalis* piccolo polpo comune da 200 a 1.000 metri di profondità; *Aristeus antennatus* o gambero viola; *Anamathia rissoana* granchio dal lunghissimo rostro; *Stylocydaris affinis* o riccio matita, presente sia in profondità che in ambienti poco illuminati di grotta. Sino a 700 metri; *Amphiura grubei* un piccolo ofiuride; *Calocaris macandreae*, crostaceo con una evidente carena dorsale, poco comune; *Dentalium agile*, scafopode abbastanza comune.



▪ Il coralligeno

Il coralligeno rappresenta la principale biocostruzione del Mediterraneo, in termini sia di potenza sia di biodiversità associata (Bianchi, 2002). Per unicità e importanza ecologica, il coralligeno è stato spesso equiparato alla prateria di posidonie, ma la “Direttiva Habitat” 93/43/CEE non gli assegna lo stesso status di habitat prioritario per la conservazione (Bellan-Santini et al., 2002). La biocenosi del Coralligeno presenta due caratteri essenziali, è legata al substrato duro (originale o formato per concrezionamento) ed è nettamente sciafila (esige un’intensità luminosa pari allo 0,1-1% della luce incidente sulla superficie) ed è dominanza vegetale. Ove la luce è meno attenuata prosperano alghe non calcaree, come la Cloroficea

Halimeda tuna e l’alga rossa Peyssonnelia. Questa biocenosi si instaura in condizioni ben precise, quali la temperatura bassa e relativamente costante e la moderata velocità di sedimentazione, oltre ad una luminosità ridotta.

L’esistenza del concrezionamento coralligeno è determinata dal mantenimento dell’equilibrio tra processi di edificazione e di demolizione, questi ultimi principalmente a carico di organismi perforanti. Nel Mediterraneo occidentale questa biocenosi la possiamo riscontrare sino ai 60 m di profondità, mentre nel Mediterraneo orientale si spinge anche fino a 120-140 m; questa netta differenza è dovuta principalmente alla trasparenza delle acque e, quindi, alla quantità di materia in sospensione.

Vi sono differenti tipologie di coralligeno, d’orizzonte inferiore della roccia litorale che si trova o ai piedi di scogliere sottomarine o sulla superficie

rocciosa che emerge dal sedimento o all’entrata di grotte sottomarine (si forma sempre su substrato duro), di piattaforma, edificato su quei substrati duri realizzati attraverso il bioconcrezionamento a partire da un fondale mobile, ad opera soprattutto di alghe calcaree, ma anche di briozoi, serpulidi Il Coralligeno presenta differenti aspetti corrispondenti ad un grande sviluppo numerico delle alghe sciafile non calcaree e ad un netto impoverimento in termini di Invertebrati.

Dalla cartografia disponibile è possibile affermare che la posizione del parco eolico con riferimento al sistema di ancoraggio delle turbine non interferisce con insediamenti coralligeni. A seguito dell’esecuzione di apposti rilievi di campo sarà possibile ubicare il cavo di collegamento dell’impianto in una posizione tale da garantire la l’insussistenza di interferenze con il coralligeno.

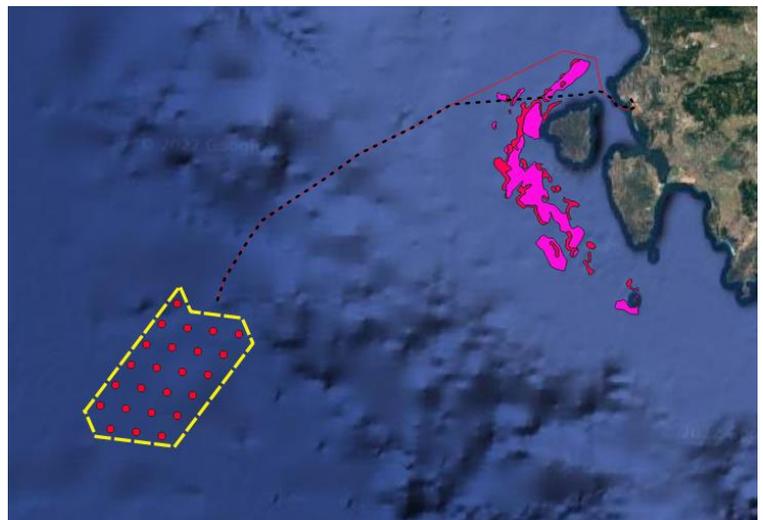
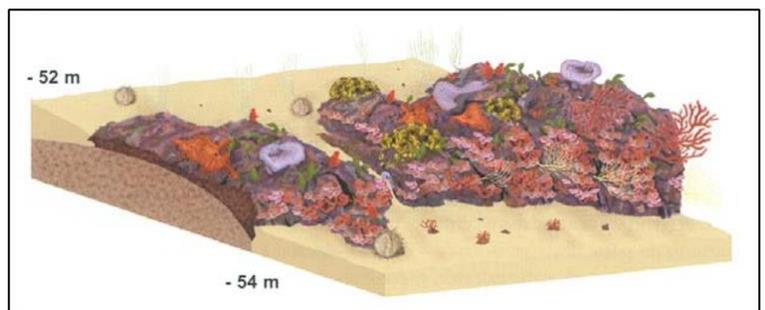


Figura 62: Posizione del tracciato del cavo ottimizzato rispetto al coralligeno e precoralligeno;



	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>

Nella presente fase progettuale viene proposto un percorso del cavo elettrico ottimizzato rispetto alla richiesta di concessione demaniale per ridurre le possibili interferenze. Si rimanda pertanto alle successive fasi progettuali quando verranno predisposti dei survey di dettaglio per analizzare i fondali (rilievo con sonar acustico, analisi visiva con ROV ecc.) e definire con precisione l'esatta collocazione del cavo.

- I fondi molli a biocostruzioni Maeri e rodoliti

I letti a maërl/rodoliti sono caratterizzati dall'accumulo, sul substrato di fondi mobili, di talli vivi e morti di alghe rosse calcaree (principalmente Corallinaceae ma anche Peyssonneliaceae), che formano habitat ad elevata diversità specifica in grado di aumentare la diversità biologica e funzionale dei sedimenti costieri (Barberá et al., 2003; Foster, 2001; Freiwald e Henrich, 1994). Tale accumulo forma nel tempo una struttura biogenica tridimensionale che ospita una ricca biodiversità. Questi ambienti sono attualmente protetti dalle recenti normative in materia, sia a livello europeo (Reg. CE. 1967/2006 relativo alle misure di gestione per lo sfruttamento sostenibile delle risorse della pesca nel Mar Mediterraneo e Dir. 92/43/EEC, Dir. 2008/56/EEC), sia mediterraneo (Piano di Azione Vegetazione Marina dell'UNEP-MAP).



Figura 63: da Ballesteros; 2006

- Distribuzione del coralligeno nel lato Sud-Occidentale dell'Isola di San Pietro

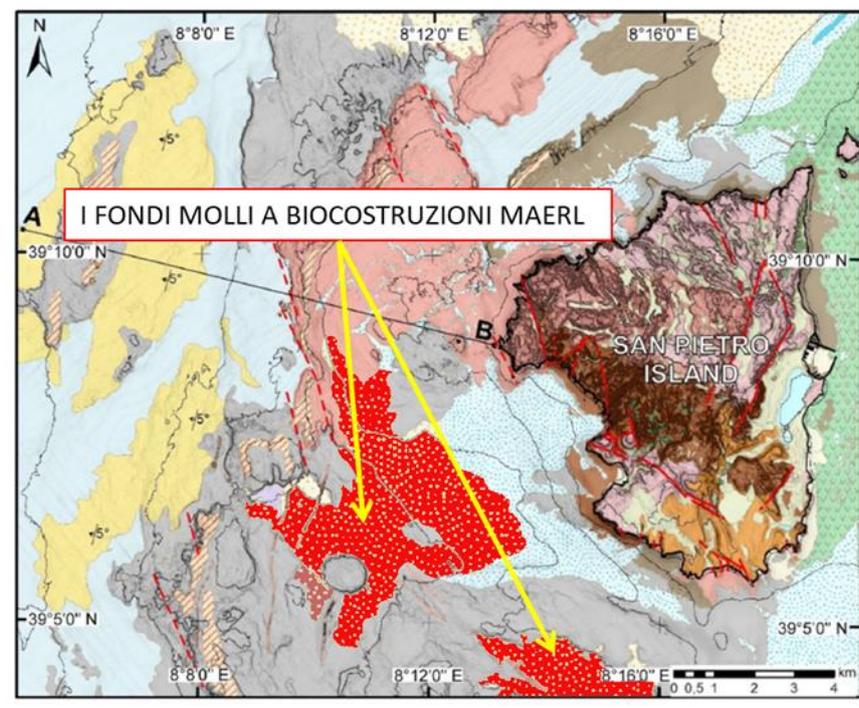


Figura 64: Tratto da G. Deiana et al. 2021: Submarine Geomorphology of the Southwestern Sardinian Continental Shelf (Mediterranean Sea): Insights into the Last Glacial Maximum Sea-Level Changes and Related Environments

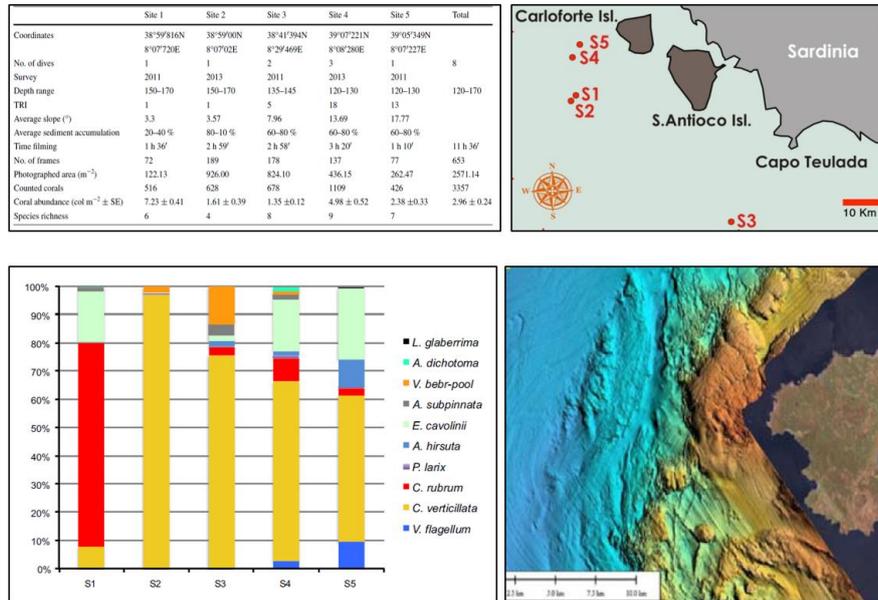


Figura 65: Tratto da – A. Cau et al. 2015: deepwater corals biodiversity along roche du large ecosystems with different habitat complexity along the south Sardinia continental margin (CW Mediterranean Sea)

- Carta dei dettagli della zona di atterraggio del cavo elettrico

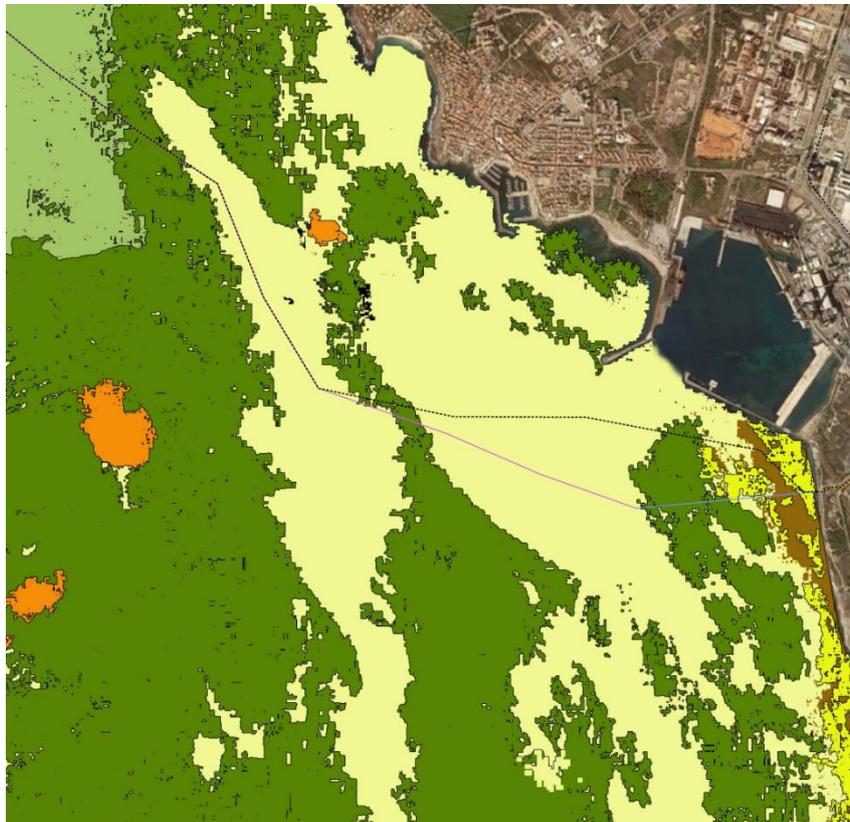


Figura 66: HP: biocenosi delle praterie a *Posidonia oceanica*; SFBC: biocenosi delle sabbie fini ben calbrate ; AP: biocenosi delle alghe fotofile su roccia – in tratteggio il cavo richiesto in concessione e in viola e blu il cavo ottimizzato

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

- Analisi d'immagine

Tramite l'analisi di immagini satellitari e di foto aeree è stata realizzata una cartografia bionomica della zona di atterraggio del cavo elettrico, al fine di caratterizzare con maggior precisione i popolamenti ed i substrati che caratterizzano il fondale marino prospiciente all'area di intervento. L'analisi d'immagine è stata eseguita sulle immagini scaricate direttamente dal Portale Cartografico Nazionale e dalla banca dati di Google Earth, inoltre, al fine di avere utili informazioni sulle caratteristiche delle biocenosi presenti sono state consultate le cartografie on line del Ministero dell'Ambiente (www.tutelamare.it) e i rapporti della Mappatura della Posidonia oceanica attorno all'Isola di Sardegna. Le immagini georeferenziate sono state analizzate con Software di immagine. Per le analisi sono state utilizzate le immagini dell'anno 2019 scaricate dalla banca dati Google earth. L'analisi d'immagine effettuata ha avuto lo scopo di evidenziare la presenza di praterie di Posidonia oceanica, sedimento fine ben classato e nella zona sotto costa la presenza di rocce colonizzate dalle biocenosi delle alghe fotofile, l'analisi ha permesso inoltre di individuare le principali caratteristiche biocenotiche del fondale marino. Le procedure di analisi sono state effettuate sia sull'immagine che comprende la terraferma che sull'immagine dello specchio acqueo in continuazione con l'immagine precedente, ma che evidenzia i particolari del fondale a maggior profondità.

La procedura di analisi d'immagine ha permesso di valutare quali erano le principali caratteristiche del fondale indagato, in particolare di evidenziare le aree del fondale colonizzate da P. oceanica.

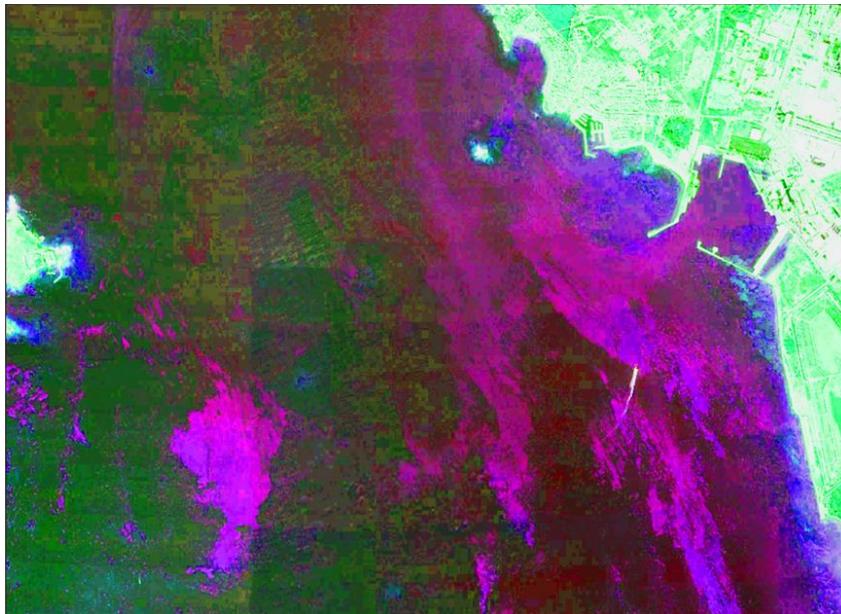


Figura 67: Area di Portovesme - atterraggio cavo elettrico contrasto rgb;

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>



Figura 68: Area di Portovesme - atterraggio del cavo elettrico, contrasto bw;

- Descrizione delle due principali biocenosi del canale di San Pietro

HP: biocenosi delle praterie a *Posidonia oceanica*

A differenza del tipico ambiente di scogliera dove si sviluppano un'infinità di microambienti secondo la maggiore o minore quantità di luce presente, il posidonieto è un ambiente piuttosto omogeneo che possiamo dividere in due aree fondamentali: la parte superiore illuminata in prossimità dell'apice delle foglie e quello in ombra che si crea in prossimità dei rizomi. La presenza biologica più evidente sono i pesci. Tra le foglie della prateria troviamo numerosi gamberetti, che si nutrono dell'abbondante residuo organico presente. Tra i policheti sessili troviamo lo spirografo *Spirographis spallanzani*, che con il ciuffo branchiale si protende dal tubo calcareo in cerca di piccole prede. L'attiniario *Alicia mirabilis* si espande quasi esclusivamente di notte, ma non è raro trovarlo tra i rizomi di *Posidonia oceanica*. Tra i molluschi che si trovano tra la prateria la specie più appariscente è *Pinna nobilis*, il più gran mollusco bivalve del Mediterraneo. Anche solamente le foglie di *posidonia* sono un piccolo ecosistema: infatti queste, soprattutto nella parte apicale, sono ricche d'organismi, come i briozoi. Tra questi ricordiamo: *Electra posidoniae*, con filari di zooidi che corrono in genere parallelamente ai bordi delle foglie, *Carbasea papyrea*, simile alla precedente, *Callopora lineata*, forma incrostazioni a disco con lo zoario di colore grigio con piccoli aculei, *Chlidonia pyriformis*, ramificata, presente nei rizomi a basse profondità e svariate altre specie.

SFBC: biocenosi delle sabbie fini ben calibrate

Associazione a *Cymodocea nodosa* su sabbie fini ben calibrate, associazione a *Caulerpa prolifera* reperiscono popolamenti bentonici caratterizzati da specie tipicamente sabulicole, come il polichete *Nephtys hombergi* e il bivalve *Tellina pulchella*, e da organismi limicoli, come il polichete *Glycera unicornis* e il bivalve *Abra alba*.

Tra le biocenosi SFBC, troviamo anche specie caratteristiche esclusive e preferenziali, quali il bivalve *Spisula subtruncata*, il polichete *Owenia fusiformis*, il decapode *Diogenes pugilator* e l'echinoderma *Ophiura ophiura*, si ritrova ad una profondità compresa tra 5 e 15m.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

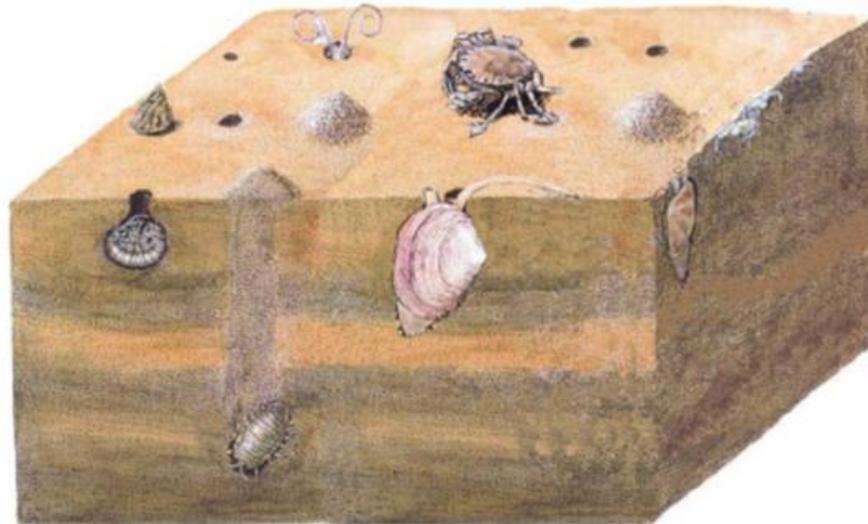


Figura 69: Rappresentazione schematica del popolamento SFBC;

Bibliografia Benthos

Ardizzone G.D.: *Introduzione alle biocenosi bentoniche. Parte 1 e 2 . 2010-2011 – La Sapienza Università di Roma.*

Bianchi C. N., Cattaneo-Vietti R., Morri C., Navone A., Panzalis P., Orrù P. . *Il coralligeno dell'Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda cavallo (Sardegna Nord-Orientale). Biol. Mar. Mediterr. (2007), 14 (2): 148-149;*

Bianchi C. N., S. Cocito, C. Morri, A. Peirano, S. Sgorbini :*Rilevamento bionomico subacqueo. In: Abbiati M. (a cura di). Lezioni del corso formativo per ricercatore scientifico subacqueo, i.s.s.d. Pisa -1991: 67-83.*

Bo M, Bavestrello G, Angiolillo M, Calcagnile L, Canese S, Cannas R, et al. (2015) *Persistence of Pristine Deep-Sea Coral Gardens in the Mediterranean Sea (SW Sardinia). PLoS ONE 10(3);*

Boudouresque C.F., Bernard G., Pergent G., Shili A., Verlaque M. 2009. *Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review. Botanica Marina 52, 395-418;*

Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M. 2003 – *I sistemi a Fanerogame marine. Capitolo 5: In: Gambi M.C., Dappiano M. eds. "Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo". Biol. Mar. Medit., 10 (suppl.): 638 pp;*

Cancemi, G., Baroli, M., De Falco, G., Agostini S., Piergallini G., Guala I. (2000). *Cartografia integrata delle praterie marine superficiali come indicatore dell'impatto antropico sulla fascia costiera. Biol. Mar. Med., 7(2): 509-516;*

Canessa M., Bavestrello G., Bo M., Trainito E., Panzalis P., Navone A., Caragnano A., Betti F., Cattaneo-Vietti R. - *Coralligenous assemblages differ between limestone and granite: A case study at the Tavolara-Punta Coda Cavallo Marine Protected Area (NE Sardinia, Mediterranean Sea). Regional Studies in Marine Science 35 (2020) 101159;*

Cannas R, Caocci F, Follesa MC et al (2011) *The red coral resource in Sardinian seas: a multidisciplinary survey on Corallium rubrum populations. Studi Trent Sci Nat 89:9–18;*

Cannas R, Sacco F, Cau A et al (2014) *Genetic monitoring of deep-water exploited banks of the precious Sardinia coral Corallium rubrum (L., 1758): useful data for a sustainable management. Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst. doi:10.1002/aqc.2522;*

Carugati L., Davide Moccia, Lorenzo Bramanti, Rita Cannas, Maria Cristina Follesa, Susanna Salvadori and Alessandro Cau : *Deep-Dwelling Populations of Mediterranean Corallium rubrum and Eunicella cavolini: Distribution, Demography, and Co-Occurrence. Biology 2022, 11, 333;*

Cau A, Follesa MC, Bo M et al (2013) *Leiopathes glaberrima forest from South West Sardinia: a thousand years old nursery area for the small spotted catshark Scyliorhinus canicula. Rapp Comm Int Mer Médit 40:717;*

Cau A, Maria.C. Follesa ,Rita Cannas, Flavio Sacco, Paolo E. Orrù, Samuele Todde & Enrico Paliaga: *Multidisciplinary and multiscale approach for a sustainable management of Red Coral (Corallium rubrum,L.1758) from the island of Sardinia (West Mediterranean Sea) GEOHAB 2013 I Rome Italy;*

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	B – Studio Preliminare Ambientale	Rev. 00

Cau A, Maria.C. Follesa ,Rita Cannas, Flavio Sacco, Paolo E. Orrù, Samuele Todde & Enrico Paliaga : Habitat mapping in upper bathyal seabed: target species in soft sediments (*Isidella elongata*, Esper 1788) and hard surfaces (*Leiopathes glaberrima*, Pallas 1766) (SW Sardinian margin – West Mediterranean Sea). GEOHAB 2013 I Rome Italy;

Cau A, Paliaga EM, Cannas R et al (2015) Preliminary data on habitat characterization relevance for red coral conservation and management. *Ital J Geosci* 134:60–68. doi:10.3301/IJG.2014.40;

Cau A., Lorenzo Bramanti, Rita Cannas , Maria Cristina Follesa , Habitat constraints and selfthinning shape Mediterranean red coral deep population structure: implications for conservation practice. *Scientific Reports* 2016;

Cau A., M. Cristina Follesa, Davide Moccia, Andrea Alvito, Marzia Bo, Michela Angiolillo, Simonepietro Canese, Enrico M. Paliaga, Paolo E. Orrù, Flavio Sacco, Rita Cannas: Deepwater corals biodiversity along roche du large ecosystems with different habitat complexity along the south Sardinia continental margin (CW Mediterranean Sea). *ar Biol* (2015) 162:1865–1878 DOI 10.1007/s00227-015-2718-5;

Deiana A., Deiana G., Holon F., Navone A., Orru P., Panzalis P., Paliaga E., Todde S.: High-resolution survey for Coralligenous habitat mapping applied to environmental assessment and management of a Marine Protected Area (Tavolara - Punta Coda Cavallo / NE Sardinia - Italy). *Geohab* (2013) p.135;

Deiana, G., Lecca, L., Melis, R.T., Soldati, M., Demurtas, V., Orrù, P.: Submarine Geomorphology of the Southwestern Sardinian Continental Shelf (Mediterranean Sea): Insights into the Last Glacial Maximum Sea-Level Changes and Related Environments. *Water* 2021, 13, 155;

De Falco G, Murru E, Baroli M, Cancemi G, Piergallini G (2000) Photo-aerial image processing and sediment analysis as indicators of environmental impact on *Posidonia oceanica* in the Mediterranean sea. *Proced. Fourth International Seagrass Biology Workshop, Balagne Corsica (France)*, 26 Sept.-2 Oct 2000, Pergent G., Pergent-Martini C, Buia MC, Gambi MC (eds.), *Biol. Mar. Med.*, 7(2) pp 349-352;

Giraud G. 1977. Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (Linné) Delile. *Botanica Marina* 20, 487-491;

Guidetti P., Bussotti S., Panzalis P., Navone A.: Fish fauna associated with the coralligenous formations of the 'Papa rocky banks' (Tavolara-Punta Coda Cavallo Marine Protected Area, NE Sardinia, Italy). *Biol. Mar. Mediterr.* (2007) 14 (2): 160-161;

Huete C., Vielmini I., Palma M., Navone A., Panzalis P., Vezzulli G., Misic C., Cerrano C. : *Paramuricea clavata* (Anthozoa, Octocorallia) loss in the Marine Protected Area of Tavolara (Sardinia, Italy) due to a mass mortality event. *Biol. Marine Ecology* (2011) 32 (supp. 1) : 107 – 116;
 Miller D.C., C.L. MUIR AND O.A. HAUSER. 2002. Detrimental effects of sedimentation on marine benthos: what can be learned from natural processes and rates? *Ecological Engineering* 19:211-232;

Navone A., Deiana A., Panzalis P., Holon F., Sposimo P., Pasta P., Parravicini V., Rovere A., Vacchi M.: Carta degli habitat dell'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo. Progetto PAAR RAS 2014;

Navone A., Deiana A., Panzalis P.: Carta Biocenotica dell'AMP di Tavolara Punta Coda Cavallo. Progetto PAAR RAS 2016;
 Navone A., Panzalis P.: caratterizzazione bionomica del fondale del tratto di mare del porto di Olbia isola bianca per realizzazione dei nuovi attracchi n° 1 e 2 a nord del pontile isola Bianca. Autorità Portuale Nord Sardegna - 2006;

Navone A., Panzalis P.: Carta Bionomica della fascia costiera tra Porto Pistis e Capo Pecora, Sardegna centro-occidentale. Inerente la fattibilità di realizzare un Area Marina Protetta ne Medio Campidano. Provincia Medio Campidano - 2007;

Orrù P. & Ulzega A. (1990), Carta geomorfologica della piattaforma continentale e delle coste del Sulcis – Sardegna sud occidentale. Scala 1:000.000, STEF, Cagliari;

Orru' P, Deiana G, Taviani M, Todde S et al (2012) Paleoenviromental reconstruction of the last glacial maximum coastline ont on the San Pietro continental shelf (Sardinia SW). *Rend Online Della Soc Geol Ital* 21:1182–1184;

Panzalis P., Calabretti C., Caronni S., Delaria M. A., Navone A., Ceccherelli G.. Caratterizzazione del popolamento ittico in una prateria di *Posidonia oceanica* invasa da *Caulerpa racemosa*. *Biol. Mar. Mediterr.* (2014) 21 (1): 261-262;

Panzalis P., Deiana A., Caronni S., Navone A. - A new methodology for monitoring *P. oceanica* meadows in Tavolara Punta Coda Cavallo MPA using GIS. *Mediterranean Seagrass Workshop* (2015);

Panzalis P., Navone A., Bianchi C.N., Cattaneo-Vietti R., Morri C., Orrù P.: Coralligenous formations in the Marine Protected Area of Tavolara Punta Coda Cavallo (NE Sardinia, Italy). 1st Symposium on Mediterranean coralligenous. *Tabarca* 2009;

Panzalis P., Navone A., Cattaneo-Vietti R., Montefalcone M., Morri C., Bianchi C. N.: Preliminary survey of the health state of the *Posidonia oceanica* bed at Spalmatore di Terra, Tavolara-Punta Coda Cavallo Marine Protected Area (Sardinia, Western Mediterranean). 2006;

Pérès J.M. e Picard J., 1964, Nouveau manuel de Bionomie Benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, 31 (47): 1-137;

Ponti M. Grech D., Mori M., Perlini R., Ventra V., Panzalis P., Cerrano C. - The role of gorgonians on the diversity of vagile benthic fauna in Mediterranean rocky habitats. *Mar. Biol.* (2016) 163:120;

Sahyoun R., Bussotti S., Di Franco A, Navone A., Panzalis P., Guidetti P.: Protection effects on Mediterranean fish assemblages associated with different rocky habitats. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* (2013) 93 (2), 425–435;

Simeone S, De Muro S, De Falco G. 2013A. Seagrass berm deposition on a Mediterranean embayed beach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 135: 171–181.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

5.11. ZONE DI RIPOPOLAMENTO DELL'ARAGOSTA ROSSA (*Palinurus elephas*) nel Sud Ovest della Sardegna

L'aragosta (*Palinurus elephas*) è un crostaceo che vive su fondali rocciosi o ghiaiosi, raramente su fondali sabbiosi, a profondità generalmente comprese tra i 20 e i 70 metri. È possibile trovarla anche a profondità maggiori, è stata catturata lungo le coste sarde fino a 400 metri di profondità. La specie è presente a profondità minori da marzo a novembre, mentre migra a maggiori profondità nella restante parte dell'anno. La lunghezza comune è di 20-40 cm, ma può raggiungere la lunghezza massima di 50 cm. La specie è a sessi separati; la taglia di prima maturità sessuale varia a seconda dell'area geografica, da studi effettuati nei mari della Sardegna la taglia di prima maturità sessuale è di 17 cm di lunghezza totale per le femmine e di 18 cm di lunghezza totale per i maschi.

Nel Mediterraneo il periodo riproduttivo è variabile, le prime femmine con uova esterne compaiono nel mese di agosto, mentre la schiusa avviene da gennaio a marzo (raramente sino a maggio). Il periodo riproduttivo lungo le coste sarde è dicembre-gennaio. In Sardegna la pesca dell'aragosta viene esercitata principalmente lungo la costa occidentale dell'isola tra 30 e 200 metri di profondità e coinvolge oltre il 25% delle imbarcazioni da pesca artigianale (https://www.sardegnaagricoltura.it/documenti/14_43_20090820153531.pdf)

P. elephas intraprende una migrazione pre-riproduttiva verso le acque più sotto costa nel periodo primaverile, in tardo autunno invece, dopo l'evento riproduttivo, compie una migrazione inversa (Goni et al., 2000) spostamenti sono regolati anche dalle disponibilità di cibo e dalla necessità di nuovi rifugi. Studi di marcatura e ricattura effettuati in Atlantico e in Mediterraneo mostrano che gli adulti mediamente compiono movimenti su distanze comprese tra i 5 e 20 km. In Sardegna la pesca di *P. elephas* ha assunto proporzioni di considerevole intensità a partire dalla fine del secolo scorso con l'incrementare del numero delle imbarcazioni, del numero degli attrezzi per barca e degli operatori. La pesca dell'aragosta in Sardegna ha subito, nel tempo, una evidente evoluzione soprattutto per quel che riguarda la limitazione del periodo di pesca, il cambiamento degli attrezzi in uso, il numero delle imbarcazioni e degli operatori coinvolti, nonché la quantità di sbarcato. Nell'isola, come in tutto il Mediterraneo, si è assistito infatti ad un passaggio dall'uso quasi esclusivo della nassa al tramaglio e alla riduzione della stagione di pesca.

Anche le aree sfruttate subiscono una variazione, sia a causa di un impoverimento dello stock alle profondità minori sia per l'uso di imbarcazioni più grosse e fornite di una fine strumentazione di bordo per il rilevamento di secche e fondali di pesca adatti.

Anche in quest'ultimo decennio l'eccessivo sfruttamento della risorsa, dovuto al continuo aumento dello sforzo di pesca, all'utilizzo sempre più diffuso di moderne strumentazioni di bordo, e a una richiesta crescente da parte del mercato nazionale, determinò la riduzione delle catture per unità di sforzo e un decremento della taglia media degli esemplari pescati.

È da tenere in ogni modo presente che una quantità rilevante di crostacei viene catturata dalle reti a strascico e da pescatori sportivi.

L'attrezzo più comune per la cattura del crostaceo è la rete a tramaglio.

È una rete da posta auto innescante che viene calata descrivendo ampie anse a forma di S. È costituita da tre teli sovrapposti di cui l'interno leggermente più alto rispetto agli esterni in modo da formare un sacco e consentire le catture dei crostacei.

Attualmente la pesca dell'aragosta viene condotta calando le reti lungo batimetriche comprese tra 50 e 200 m.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	B – Studio Preliminare Ambientale

Negli ultimi anni la Regione Sardegna ha adottato un "Programma di ripopolamento dell'aragosta rossa (*Palinurus elephas*)", come definito nel Decreto n. 2069/DecA/84 dell'11 agosto 2009, dove sono state istituite 5 zone di ripopolamento dell'aragosta (*Palinurus elephas*) suddivise in 14 sottozone.

Queste sottostazioni sono tratti di mare non frequentati dai pescatori subacquei, facilmente delimitabili e controllabili, e soprattutto con le caratteristiche ecologiche, geomorfologiche e bionomiche ideali al ripopolamento dell'aragosta rossa. I fondali sono di tipo coralligeno e precoralligeno, e le aree sono caratterizzate da una profondità batimetrica che varia dai 50 ai 100 m. Si tratta inoltre di tipiche zone di pesca di aragoste prima che venissero chiuse dal decreto regionale a qualsiasi forma di prelievo.

Le zone di interesse per il nostro studio sono individuate dalle seguenti coordinate:

COSTA SUD-OCCIDENTALE suddivisa nelle seguenti sottozone:

- Buggerru
- Carloforte
- Sant'Antioco

ZONA COSTA SUD-OCCIDENTALE
 - sottozona Buggerru
 - sottozona Carloforte
 - sottozona Sant'Antioco

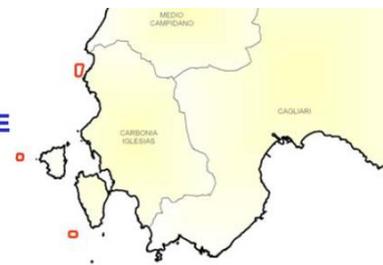


Figura 70: Zone di ripopolamento dell'aragosta Rossa costa Sud - Occidentale;

- **Programma di ripopolamento attivo dell'aragosta rossa**

Il progetto prevede la re-immissione delle aragoste nelle zone di ripopolamento. Le aragoste "sotto taglia" pescate dai pescatori professionisti, con taglia compresa tra 24-26 cm di lunghezza totale, sono re immesse in natura, con lo scopo di raggiungeranno la taglia commerciale entro la fine del programma di ripopolamento.

ZONA COSTA SUD-OCCIDENTALE SOTTOZONA DI BUGGERRU

	Punti Coordinate	
	Latitudine	Longitudine
A	39° 24.833' N	008° 20.817' E
B	40° 24.833' N	008° 22.500' E
C	39° 22.833' N	008° 22.000' E
D	40° 22.833' N	008° 20.817' E

ZONA COSTA SUD-OCCIDENTALE SOTTOZONA DI CARLOFORTE

	Punti Coordinate	
	Latitudine	Longitudine
A	39° 09.617' N	008° 09.617' E
B	39° 08.583' N	008° 09.533' E
C	39° 08.617' N	008° 08.233' E
D	39° 09.700' N	008° 08.300' E

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato: B – Studio Preliminare Ambientale	Rev. 00

ZONA COSTA SUD-OCCIDENTALE SOTTOZONA DI S. ANTIOCO

	Punti Coordinate	
	Latitudine	Longitudine
A	38° 56.700' N	008° 19.683' E
B	38° 56.700' N	008° 21.350' E
C	38° 55.800' N	008° 21.333' E
D	38° 55.800' N	008° 19.683' E

Durante la permanenza nelle aree di ripopolamento le aragoste possono così completare più cicli riproduttivi e contribuire così al ripopolamento della zona. La pesca dell'aragosta e il successivo rilascio nelle zone di ripopolamento devono essere preventivamente autorizzate dal Servizio pesca dell'Assessorato dell'Agricoltura e Riforma Agro pastorale; Il progetto prevede un pagamento ai servizi prestati dai pescatori; Nelle zone indicate è consentita la cattura di individui di aragosta (*Palinurus elephas*), esclusivamente da parte di enti di ricerca per finalità di ricerca scientifica. Tale attività può essere svolta in qualsiasi periodo dell'anno previo ottenimento di apposita autorizzazione rilasciata dal Servizio Pesca e acquacoltura dell'Assessorato dell'Agricoltura e Riforma Agro-Pastorale.

Il progetto, iniziato diversi anni fa, era stato prorogato fino al 2021. Allo stato attuale non vi sono nuovi Decreti Regionali che prorogano ulteriormente tale progetto.

L'attuale posizione delle aree di ripopolamento dell'aragosta non è interessata dalle attività previste per la costruzione dell'impianto del Toro2. Infatti, con la rimodulazione del passaggio del cavo elettrico sottomarino, le aree di coralligeno e pre-coralligeno interessate da queste zone di ripopolamento non sono intaccate da potenziali impatti derivanti sia dalla messa in opera che dalla fase di lavoro della struttura.

Bibliografia

- Consolo A.: *Fattori determinanti una corretta azione di ripopolamento di una risorsa marina: il caso dell'aragosta rossa Palinurus elephas (Fabricius, 1787) in Sardegna (Mediterraneo centro-occidentale) UNICA Tesi. (2017) pp. 229;*
- Cottiglia, M., Ionta G., Masala B., Serra E., Tagliasacchi Masala M.L. 1976. *La pesca di Palinurus elephas Fabr. in Sardegna. Ecologia, etologia, produzione e sforzo di pesca. La programmazione in Sardegna, n. 59, 14 pp;*
- Cuccu, D., Follesa M.C., Secci E., Cau A. 1999. *Preliminary data on the movement, growth, mortality and tag Retention of the spiny lobster (Palinurus elephas Fabr.). European Crustacean Conference, Lisbonne, September 1999.*
- Díaz D, Mari M, Abello P, Demestre M (2001) *Settlement and juvenile habitat of the European spiny lobster Palinurus elephas (Crustacea : Decapoda : Palinuridae) in the western Mediterranean Sea. Sci Mar 65(4):347–356;*
- Follesa M.C., Cannas R., Cau A., Cuccu D., Mulas A., Porcu C., Saba S., Cau A. – *“Homing and orientation of Palinurus elephas (Fabricius) in three no-take areas of the central-western Mediterranean: Implications for marine reserve design” (2014). Marine and Freshwater Research 66 (1): 1-9. doi:10.1071/MF13079*
- Follesa, M.C., Cuccu D., Cannas R., Sabatini A., Deiana A.M., Cau A. 2009. *Movement patterns of the spiny lobster Palinurus elephas (Fabricius, 1787) from a central western Mediterranean protected area. Scientia Marina 73, 499–506.*
- Follesa, M.C., Cuccu D., Damele F., Sabatini A., Cau, A. 2003. *Evaluation of Palinurus elephas (Fabr. 1787) growth with tagging-recapture experiments in Sardinian Seas. Biologia Marina Mediterranea 10, 253-256;*
- Programma di ripopolamento attivo dell'aragosta rossa (Palinurus elephas) – Legge regionale 14 aprile 2006, n. 3, art. 6. Approvazione schede tecniche. Istituzione zone di ripopolamento;*
- Proroga del divieto di pesca nelle aree di ripopolamento attivo dell'aragosta istituite nell'ambito del “Programma di ripopolamento attivo dell'aragosta rossa (Palinurus elephas) finanziato dalla L.R. 14 aprile 2006, n. 3, art.6;*
- Raquel Goñi, Antoni Quetglas, Olga Reñones: *Spillover of spiny lobsters Palinurus elephas from a marine reserve to an adjoining fishery. Mar Ecol Prog Ser. Vol. 308: 207–219, 2006;*
- Secci E; Addis P; Stefani M; Cau A. : *La pesca di Palinurus elephas (Fabricius, 1787) nei mari circostanti la Sardegna . - In: BIOLOGIA MARINA MEDITERRANEA. - ISSN 1123-4245. - 2(1995), pp. 455-457;*
- Secci E; Cuccu D; Follesa M; Sabatini A; Cau A.: *Ripopolamento di Palinurus elephas (Fabr., 1787) in un'area della Sardegna centro occidentale- In: BIOLOGIA MARINA MEDITERRANEA. - ISSN 1123-4245. - 6:1(1999), pp. 614-616;*

https://www.sardegnaagricoltura.it/documenti/14_43_20090820153531.pdf;

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>

5.12. Biodiversità

Il Mar Mediterraneo comprende il 7% della biodiversità marina mondiale di cui circa un quinto è considerato endemico. Inoltre, ospita strutture geomorfologiche chiave della biodiversità. Pertanto, gli ecosistemi sottomarini sono molto diversi, le specie marine non sono distribuite in modo uniforme e alcune aree sono di fondamentale importanza per la conservazione di queste specie.

I cetacei sono mammiferi marini che rappresentano una componente essenziale della biodiversità marina. Hanno un ruolo ecologico chiave come predatori apicali nella rete alimentare negli ecosistemi marini, contribuendo a mantenere la salute e l'integrità nonché a prevenire indebolimenti e danni ai sistemi di cui fanno parte. Inoltre, alcuni cetacei sono segnalati come sentinelle o indicatori dello stato degli ecosistemi marini. I cetacei sono inoltre iconici e carismatici, catturano l'attenzione del pubblico e dei media, nonché l'interesse politico. Ad oggi nel Mar Mediterraneo sono state registrate 21 diverse specie di cetacei, nessuna di queste è endemica. Dieci hanno una popolazione residente e si trovano regolarmente nella regione mediterranea, come il tursiopo *Tursiops truncatus*, stenella striata *Stenella coeruleoalba*, delfino comune *Delphinus delphis*, il grampo *Grampus griseus*, steno *Steno bredanensis*, globicefalo *Globicephala melas*, la balena dal becco di Cuvier *Ziphius cavirostris*, il capodoglio *Physeter macrocephalus* e la balenottera comune *Balaenoptera physalus*. Altre specie sono considerate visitatori, *Pseudorca crassidens*, balenottera minore comune *Balaenoptera acutorostrata*, megattera *Megaptera novaeangliae*, altre specie sono occasionali "vagabondi" nel Mediterraneo. La distribuzione dei cetacei varia in base alle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche delle masse d'acqua. La topografia e le attività umane influenzano la presenza dei cetacei e la loro distribuzione.

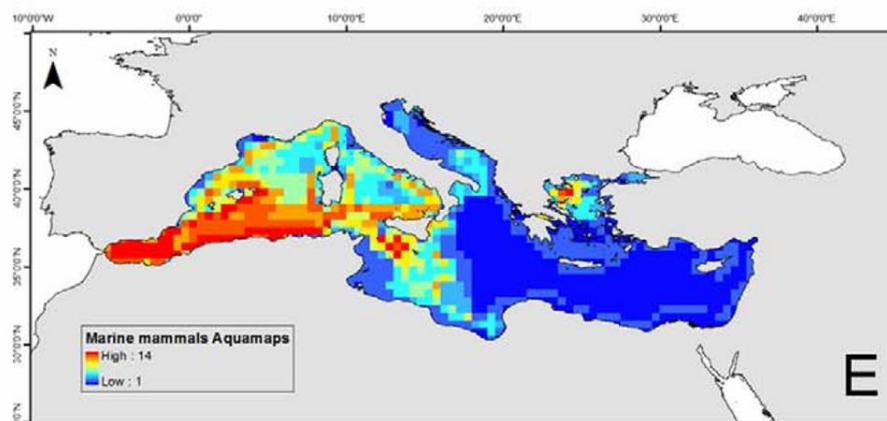


Figura 71: Modello spaziale di distribuzione della ricchezza specifica dei Mammiferi marini nel Mar Mediterraneo (The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats Article in PLoS ONE - August 2010)

Negli ambienti marini, la distribuzione può essere generalmente descritta come costiera (nelle acque vicino alla costa), neritica (nelle acque della piattaforma) o oceanica (nelle acque oltre il versante continentale, in mare aperto). Le dieci specie di cetacei residenti nel Mar Mediterraneo possono quindi essere suddivise in tre categorie principali a seconda delle preferenze di habitat: specie costiere, di versante e pelagiche.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Esempi di cetacei che risiedono principalmente nelle acque costiere sono le popolazioni di tursiopi. Specie di pendio come il grampo, la balena pilota e il capodoglio si trovano principalmente attorno al bordo della piattaforma, dove la profondità dell'acqua aumenta rapidamente da 500 m sopra la piattaforma continentale a 1500 m. Il bordo della piattaforma è un habitat importante, un'area altamente produttiva con risalite di nutrienti che portano a densità elevate di fito e zooplancton e quindi specie ittiche. Le acque profonde della piattaforma continentale forniscono habitat adatti per specie pelagiche come la balenottera comune, la stenella striata e la balena dal becco di Cuvier.

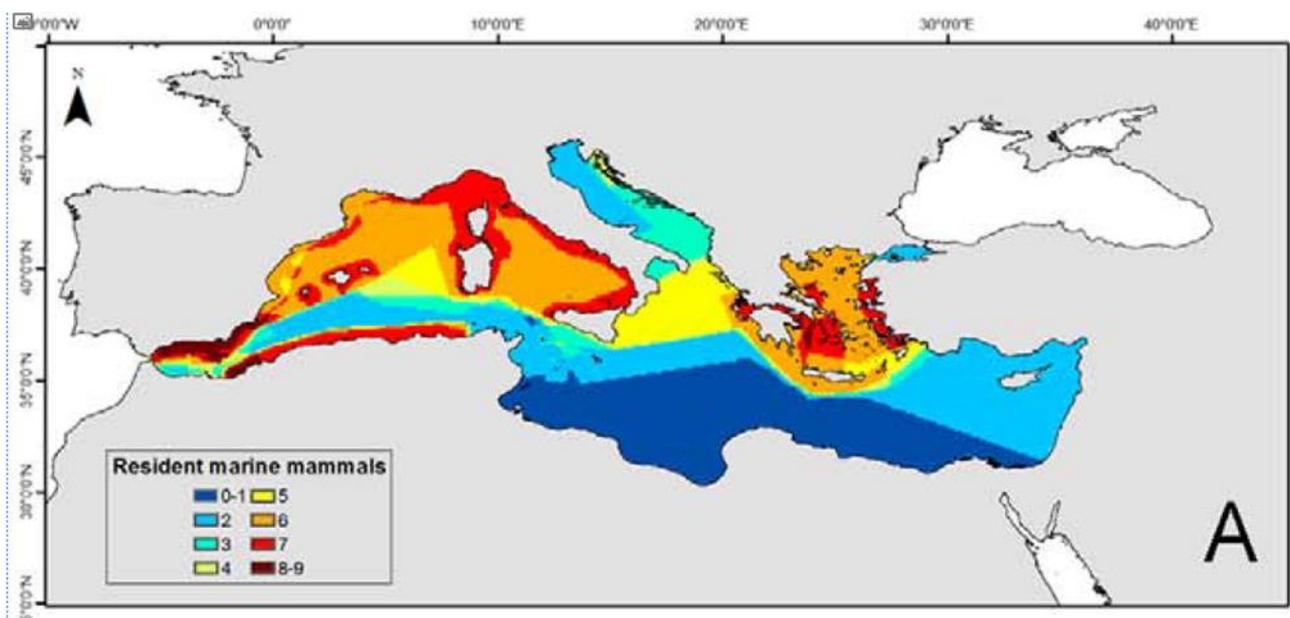


Figura 72: Modello spaziale di distribuzione dei mammiferi residenti nel Mar Mediterraneo (The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats Article in PLoS ONE - August 2010)

Oltre a questi habitat principali, morfostrutture minori di particolare interesse per l'ambiente marino del Mediterraneo come canyon sottomarini sono hotspot per i cetacei. Ci sono prove che molte delle dieci specie residenti potrebbero essersi evolute in sottopopolazioni distinte geneticamente differenziate da quelle atlantiche. Il tursiopo mostra strutture di popolazione che ben corrispondono ai principali bacini oceanografici del Mediterraneo. Lo stato di conservazione dei cetacei nel Mar Mediterraneo è fonte di preoccupazione. Due popolazioni della regione sono state elencate come "In via di estinzione" nella Lista rossa IUCN delle specie minacciate: la sottopopolazione mediterranea di delfini comuni dal becco corto (*Delphinus delphis*) e la sottopopolazione mediterranea di capodogli (*Physeter macrocephalus*). Un terzo delle specie è valutato come carente di dati, senza informazioni sufficienti per classificarle e numeri troppo bassi per essere conteggiati.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato: B – Studio Preliminare Ambientale	Rev. 00

Lista delle specie valutate

Principali specie di mammiferi marini nell'area oggetto di studio (Sud Ovest Sardegna)

Nome comune	Nome scientifico	Common name	Direttiva habitat allegato II	Direttiva habitat allegato IV	Convenzione di Barcellona ACCOBAMS	Convenzione Di Bonn allegato I	Convenzione di Bonn allegato II
MAMMIFERI MARINI – SPECIE REGOLARI							
Balenottera comune	<i>Balaenoptera physalus</i>	Fin whale		X	X	X	X
Delfino comune	<i>Delphinus delphis</i>	Common dolphin		X	X	X	X
Globicefalo	<i>Globicephala melas</i>	Long-finned pilot whale		X	X	X	X
Grampo	<i>Grampus griseus</i>	Risso's dolphin		X	X	X	X
Capodoglio	<i>Physeter macrocephalus</i>	Sperm whale		X	X	X	X
Stenella	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Striped dolphin		X	X	X	
Tursiope	<i>Tursiops truncatus</i>	Common bottlenose dolphin	X	X	X	X	X
Zifo	<i>Ziphius cavirostris</i>	Cuvier's beaked whale		X	X	X	
MAMMIFERI MARINI – SPECIE RERE							
Foca monaca	<i>Monachus monachus</i>	Mediterranean monk seal	X	X	X		X

Figura 73: Pressioni antropiche principali ritenute pericolose per le specie elencate (ISPRA – Strategia per l'ambiente marino – Mammiferi Marini)

Specie	Pressione con rango di priorità 1	Pressione con rango di priorità 2	Pressione con rango di priorità 3
<i>Balaenoptera physalus</i>	Collisioni	Prospezioni sismiche ed esercitazioni militari	Contaminazione da sostanze chimiche
<i>Physeter macrocephalus</i>	Catture accidentali in reti pelagiche di grandi dimensioni	Prospezioni sismiche ed esercitazioni militari	Collisioni
<i>Ziphius cavirostris</i>	Inquinamento acustico da esercitazioni militari e prospezioni sismiche	Detriti (sacchetti di plastica)	Contaminazione da sostanze chimiche
<i>Grampus griseus</i>	Catture accidentali	Detriti (sacchetti di plastica)	Contaminazione da sostanze chimiche
<i>Tursiops truncatus</i>	Catture accidentali	Contaminazione da sostanze chimiche	Sovrasfruttamento delle risorse ittiche
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Catture accidentali	Contaminazione da sostanze chimiche	
<i>Globicephala melas</i>	Contaminazione da sostanze chimiche		
<i>Delphinus delphis</i>	Catture accidentali	Contaminazione da sostanze chimiche	Sovrasfruttamento delle risorse ittiche
<i>Monachus monachus</i>	Uccisioni intenzionali	Catture accidentali	Disturbo antropico dei siti costieri

- **Distribuzione delle diverse specie nel Sud Ovest della Sardegna**
 - *Balaenoptera physalus*

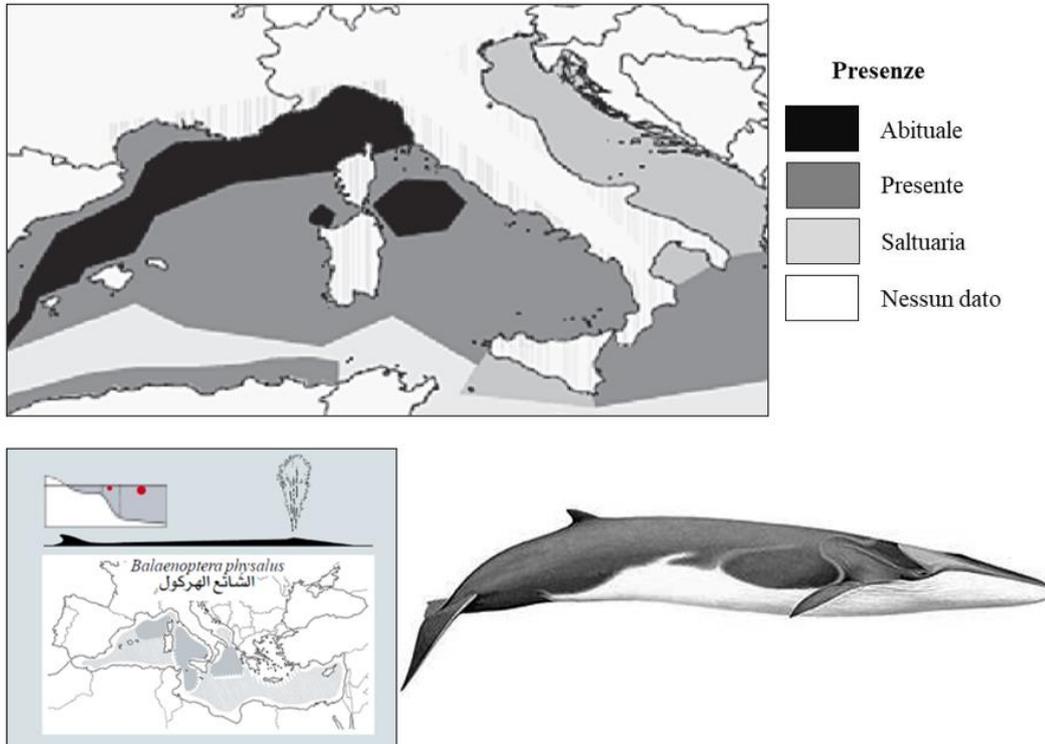


Figura 74: Distribuzione balenottera comune;

La balenottera comune è la specie di balena grande più comune nel Mar Mediterraneo. Si trova principalmente nelle acque profonde al largo della parte occidentale e centrale della regione, dalle acque a nord e ad est delle Isole Baleari fino al Mar Ionio compreso.

Sebbene presente in tutta la regione, è meno frequente altrove. Il Bacino Corso-Ligure e Golfo del Leone sono le aree mediterranee dove l'abbondanza di balene è di gran lunga la più alta (Notarbartolo di Sciara et al. 2003). È noto che le balenottere comuni si radunano tra la fine di febbraio e l'inizio di marzo nelle acque costiere dell'isola di Lampedusa (Italia), Canale di Sicilia, per nutrirsi dell'euphausiide *Nyctiphanes couchii*. Le balenottere nel Mediterraneo sono più comuni in acque profonde (da 400 a 2.500 m), ma possono trovarsi anche in acque di scarpata, a seconda della distribuzione delle loro prede (Gannier et al. 2002, Notarbartolo di Sciara et al. 2003, Panigada et al., 2005). Favoriscono le aree di risalita della piattaforma continentale risalita e le zone con concentrazioni di zooplankton come canyon.

La cattura accidentali con attrezzi da pesca (reti derivanti pelagiche) è rara e il suo effetto sulla popolazione è quindi considerato basso ma non trascurabile. Gli scontri con navi causano mortalità e sono fonte di preoccupazione soprattutto nelle aree di traffico marittimo intenso. Il rumore delle navi e altre tipologie di rumore subacqueo possono essere fonte di disturbo per questi animali.

- *Delphinus delphis*

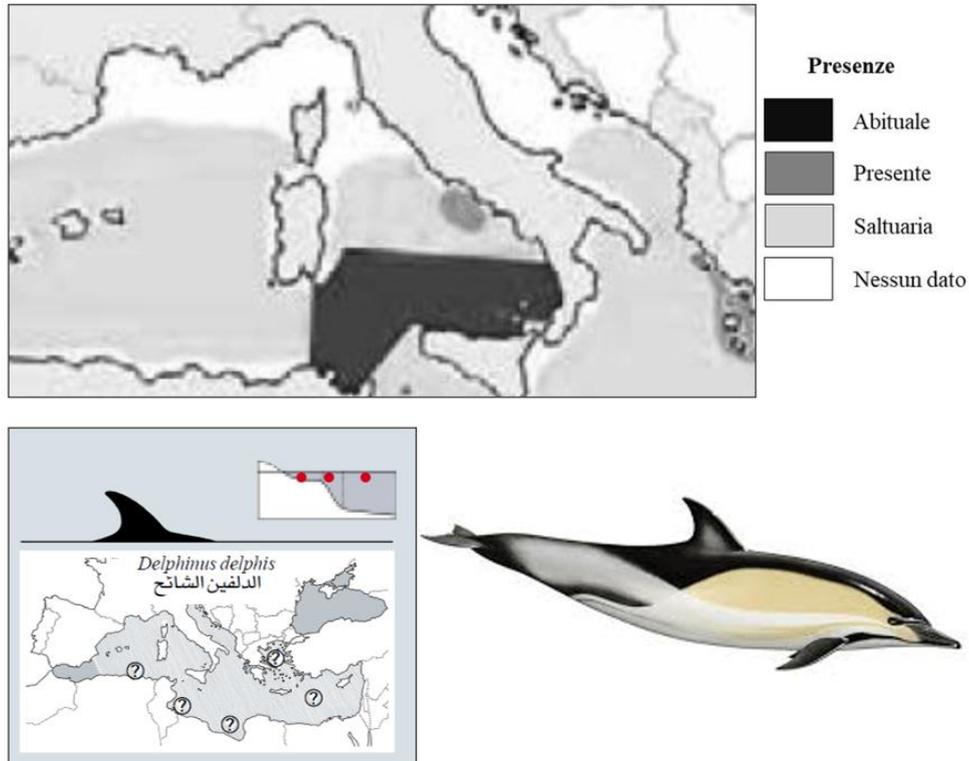


Figura 75: Distribuzione del delfino;

Non esistono informazioni dettagliate su un eventuale struttura di popolazione per questa specie a livello di sotto regioni; tuttavia un recente studio ha evidenziato una piccola differenza, ma significativa tra il "Mediterraneo occidentale" e il "Mediterraneo centrale e Mar Ionio" (Natoli et al. 2008). Nel Mediterraneo, i delfini comuni si trovano sia in ambienti pelagici che neritici (Notarbartolo di Sciara et al., 1993; Notarbartolo di Sciara & Demma, 1997; Cañadas et al., 2002), condividendo occasionalmente i primi con la stenella striata (Viale, 1985; Fabbri & Lauriano, 1992; Forcada et al., 1994; Sagarminaga & Cañadas, 1995; Mussi et al., 1998; Airoldi et al., 1999) e quest'ultimo con tursiopi *Tursiops truncatus* (Politi, Airoldi & Notarbartolo di Sciara, 1994; Bearzi & Notarbartolo di Sciara, 1995; Cañadas et al., 2002). Gruppi di specie miste di delfini comuni, striati e grampi sono stati costantemente osservati nelle acque pelagiche del Golfo di Corinto, in Grecia (Frantzis & Herzing, 2002). Frequenti associazioni con la stenella striata sono state registrate anche nel Mare di Alboràn (García-Tiscar et al., 2000) e nei pressi dell'arcipelago campano (Mussi et al., in stampa) mentre occasionali associazioni con tursiopi sono state osservate nel Canale di Sicilia (Cavalloni, 1988; Pace, Pulcini & Triossi, 1998) e nel Mare Adriatico nord-orientale (Bearzi, 1996). Frantzis & Herzing (2002).

- *Globicephala melas*

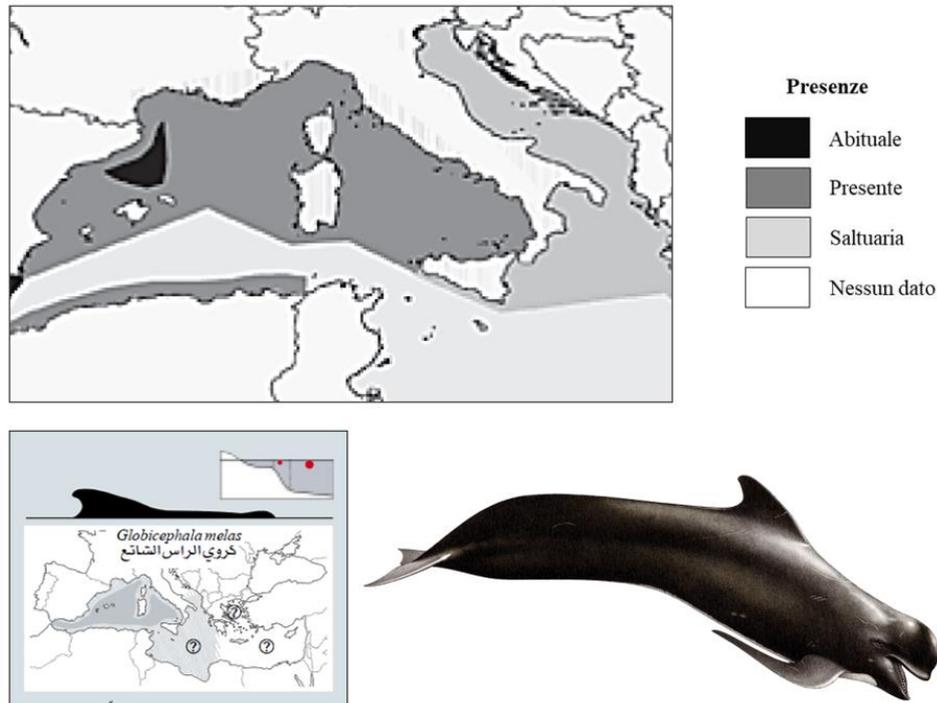


Figura 76: Distribuzione dei globicefali nel mediterraneo;

Le stime dell'abbondanza sono disponibili solo per lo Stretto di Gibilterra. L'abbondanza per qualsiasi altra area del Mediterraneo è sconosciuta. La struttura della popolazione è sconosciuta. L'ipotesi principale è che nel Mediterraneo sia presente una sola sottopopolazione. Molto comune nel Mare di Alborán e nelle acque adiacenti (Cañadas e Sagarminaga 2000). Relativamente comune a scarso nel resto del Mediterraneo occidentale, ma non registrato nel bacino orientale. Densità relativamente sconosciuta per la maggior parte delle aree. Non ci sono registrazioni confermate di globicefali nel bacino del Mediterraneo orientale, anche se sono stati segnalati alcuni avvistamenti non confermati in acque turche e altre aree non specificate. La specie è quindi considerata presente regolarmente solo nel Mar Mediterraneo occidentale. I globicefali del Mar Mediterraneo sono attualmente classificati come carenti di dati nella Lista rossa dell'IUCN. Molteplici informazioni, comprese le analisi genetiche molecolari e di identificazione fotografica, indicano che la popolazione dello Stretto di Gibilterra è differenziata dal Mar Mediterraneo. Mancano le attuali stime dell'abbondanza totale per le specie nel Mediterraneo. Le analisi della vitalità della popolazione prevedevano una probabilità di estinzione dell'85% per questa popolazione nei prossimi 100 anni. L'aumento del traffico marittimo, l'aumento del carico di contaminanti e le interazioni occasionali con la pesca possono compromettere gravemente la capacità della popolazione.

▪ *Grampus griseus*

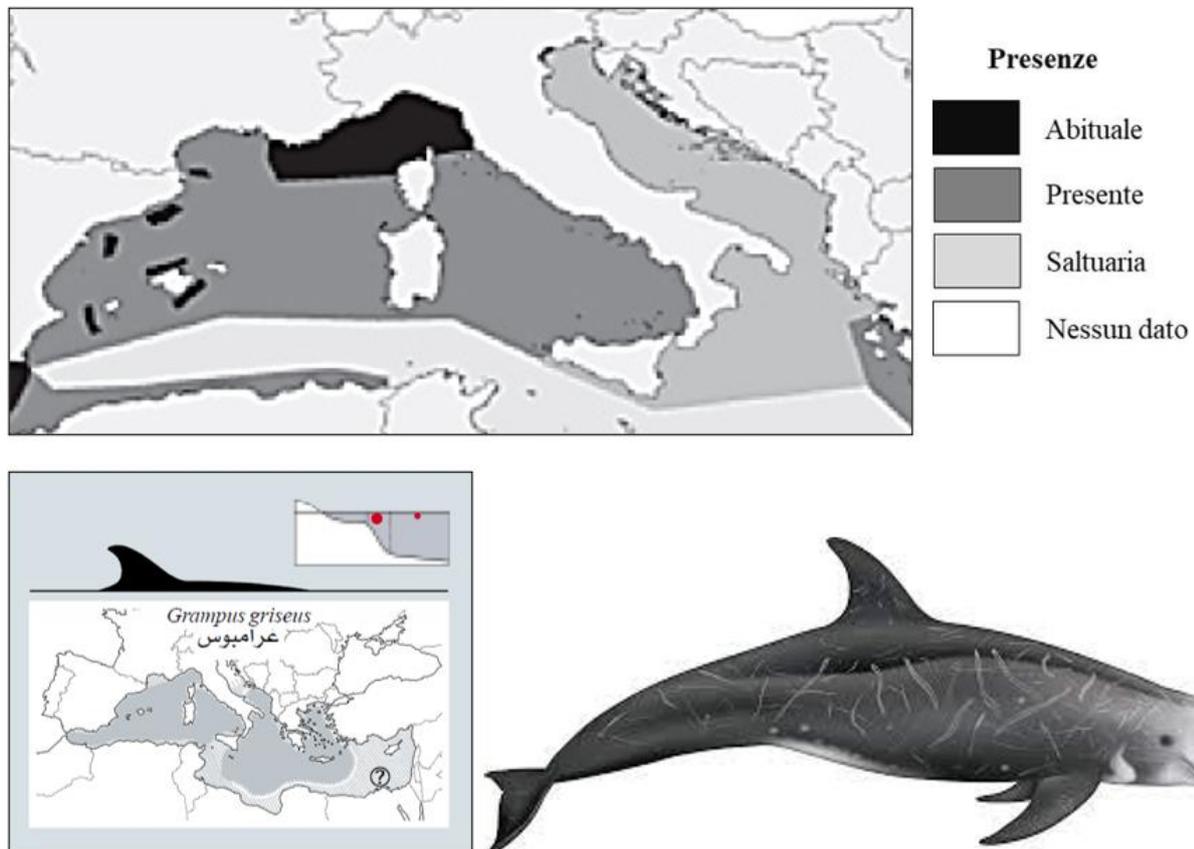


Figura 77: Distribuzione del Grampo nel Mar Mediterraneo;

Il grampo si trovano in tutto il bacino del Mediterraneo, sebbene la maggior parte degli avvistamenti segnalati sia avvenuta nella parte occidentale. Questi mammiferi sembrano essere rari nel Mediterraneo orientale, anche se ciò potrebbe essere almeno in parte dovuto alla relativa mancanza di dati certi. I grampi del Mediterraneo sono geneticamente differenziati da quelli dell'Atlantico orientale. Ciò implica che il flusso genico tra le due aree è limitato o trascurabile e che gli animali mediterranei costituiscono una popolazione distinta (Gaspari et al 2006). Ad oggi, non sono state adottate misure di conservazione specifiche per i grampi nel Mar Mediterraneo. L'ecologia e lo stato dei grampi nel mondo sono poco conosciuti. Nel Mar Mediterraneo, i moderni studi sul campo dei cetacei sono iniziati solo alla fine degli anni '80 e ciò ha portato a rapidi progressi nella conoscenza di alcune specie. I grampi si trovano nelle acque del versante continentale in tutto il bacino del Mediterraneo e intorno a molte isole e arcipelaghi al largo della regione. Non è disponibile una stima sinottica dell'abbondanza per la regione mediterranea, ma le densità e il numero complessivo sono bassi rispetto ad altri piccoli odontoceti. La dieta è costituita principalmente da cefalopodi, con una netta preferenza per i calamari mesopelagici. La principale minaccia nota per le popolazioni del Mediterraneo è l'agrovigliamento nelle reti da posta derivanti pelagiche. Altri potenziali problemi per i grampi nel Mediterraneo includono disturbi del rumore e ingestione di detriti di plastica.

- *Physeter macrocephalus*

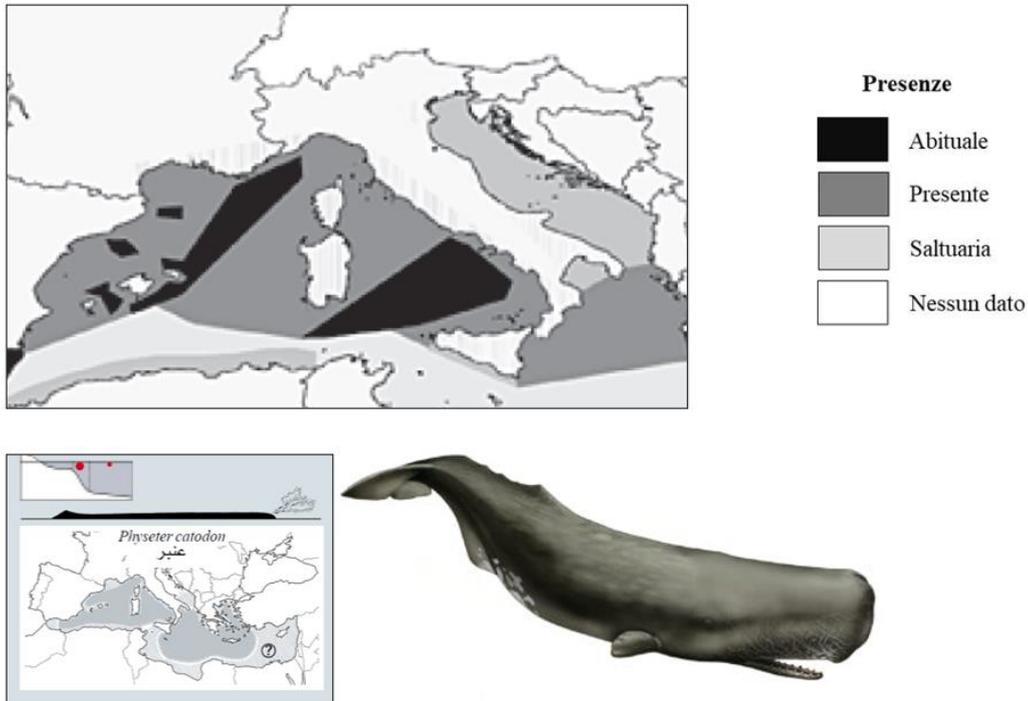


Figura 78: Distribuzione dei capodogli nel Mar Mediterraneo;

Nel Mar Mediterraneo, i capodogli sono ampiamente distribuiti dall'area dello Stretto di Gibilterra a ovest fino al bacino del Levante a est. Noto in passato per essere stato presente nello Stretto di Gibilterra, intorno alle Isole Baleari, nel Bacino Algerino-Ligure, nel Mar Tirreno, nelle acque profonde a nord, est e sud-est della Sicilia, nel Mar Ionio e in alcune parti del Mar Egeo; abbondante presenza lungo la Fossa Ellenica dal Mar Ionio NE al bacino del Levante NW. Raro nel Canale di Sicilia. Vagabondo nel mare Adriatico. Non esiste una stima della dimensione della popolazione per la regione Mediterranea. Gannier et al. (2002) hanno riportato i tassi di incontro più elevati nelle porzioni nord-occidentali del Mediterraneo, in particolare vicino al Golfo del Leone, e nelle aree costiere orientali del Mar Ionio, in particolare al largo delle isole greche. La distribuzione regionale dei capodogli varia in base al sesso e alla composizione per età dei gruppi e può essere determinata dalle fonti di cibo e dalle condizioni idonee alla riproduzione. In generale, solo i maschi maturi si trovano nelle acque fredde alle latitudini più elevate, mentre le femmine e i giovani si limitano ai mari tropicali e temperati (Rice, 1989). Il capodoglio è una delle otto specie comuni di cetacei che vivono nel Mar Mediterraneo. Le osservazioni più frequenti sono state di individui e coppie isolati, anche se sporadicamente sono state riportate tutte le classi di età. Tuttavia, i risultati pubblicati sulla distribuzione sociale del capodoglio nel Mar Mediterraneo sono scarsi e mancano dati per valutare lo stato di conservazione della specie in questa regione. I capodogli che abitano il Mar Mediterraneo possono essere minacciati da continue catture accessorie a causa delle reti da posta derivanti.

▪ *Stenella coeruleoalba*

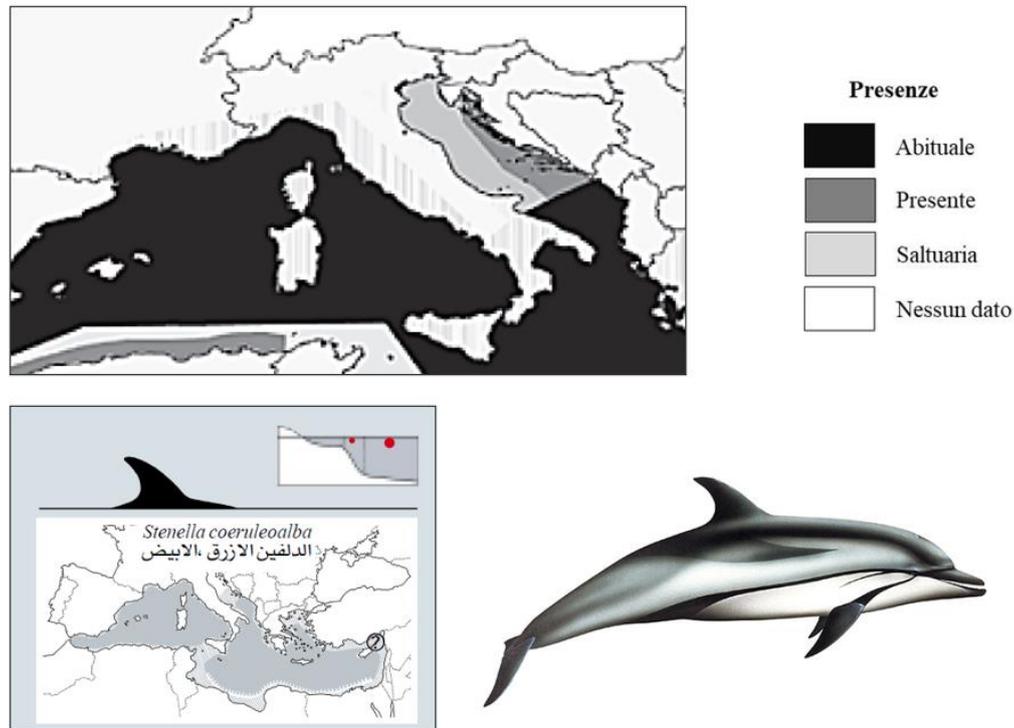


Figura 79: Distribuzione della *Stenella coeruleoalba* nel mar Mediterraneo;

Il cetaceo più abbondante del Mediterraneo. Popolazione nel Mediterraneo occidentale escluso il Mar Tirreno (1991) stimata in: 117.880 (Forcada et al., 1994). Non esiste una stima per il Mar Mediterraneo orientale. Non sono state adottate misure specifiche per la conservazione della stenella striata nel Mar Mediterraneo, sebbene in molti stati dell'area di distribuzione esistano leggi generiche di protezione per i cetacei. Un'area in cui la specie è relativamente abbondante è il Santuario Marino dei Cetacei nel Bacino Corso-Ligure, dichiarato dai Governi di Italia, Francia e Monaco. Gli esemplari mediterranei di stenella sono differenziati geneticamente da quelli atlantici. Per questa specie è stata anche evidenziata una struttura genetica all'interno del Mediterraneo, in particolare una piccola differenza statisticamente significativa è stata trovata tra Adriatico e Mar Tirreno; inoltre, all'interno del Tirreno si sono trovate differenze significative tra popolazioni "costiere" e popolazioni "pelagiche" (Gaspari et al. 2007). La stenella sembra essere la specie che ha subito il maggior impatto dell'interazione con le attività di pesca. A partire dagli anni '80 con lo sviluppo e la diffusione delle reti pelagiche derivanti per la pesca al pesce spada, la specie è stata sottoposta a una robusta mortalità per cattura accidentale. La popolazione mediterranea è stata indicata da un workshop IUCN/ACCOBAMS come potenzialmente a rischio. Oggi i livelli di catture accidentali sono ridotti a seguito di numerose iniziative legislative internazionali ed europee, per esempio, il Regolamento (CE) n. 1239/98 che ha vietato l'uso delle reti per la cattura dei grossi pelagici.

▪ *Tursiops truncatus*

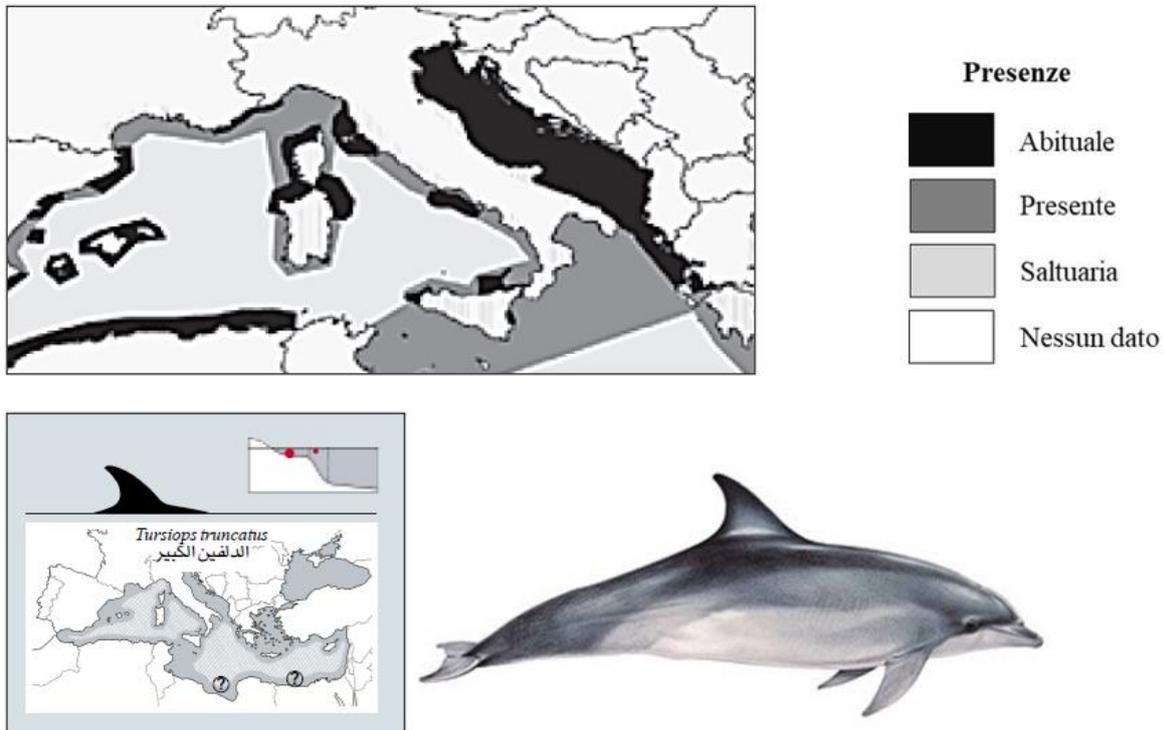


Figura 80: Distribuzione del delfino tursiope nel Mar Mediterraneo;

La popolazione di tursiope del Mar Mediterraneo è stata valutata come vulnerabile secondo i criteri della Lista Rossa IUCN. La specie è anche inclusa in numerosi Accordi Internazionali, Regolamenti e Direttive dell'Unione Europea. Tra questi, la Direttiva Habitat dell'UE richiede una rigorosa protezione e l'identificazione di aree di conservazione speciali. Nonostante le catture accessorie, l'inquinamento chimico e acustico e l'esaurimento delle prede, il degrado generale e la frammentazione dell'habitat sono stati indicati come le cause maggiore di perdita di questi animali. Allo stato attuale non è quindi possibile rappresentare lo stato reale della popolazione e valutare le tendenze prospettiche. I tursiopi sono ampiamente distribuiti in tutto il Mar Mediterraneo. Sebbene storicamente la loro distribuzione possa essere stata continua, almeno nelle acque costiere, è ora caratterizzata da lacune arre a bassa densità che possono essere dovute a cause naturali o il risultato di effetti antropici (es. sfruttamento intensivo, deliberato o indiretto; degrado o perdita di habitat). L'habitat comprende una gamma di acque costiere e offshore. I tursiopi nel Mediterraneo sono comunemente considerati animali costieri, tuttavia, si trovano regolarmente in acque profonde vicino al versante continentale e nelle acque al largo della piattaforma continentale. A causa della loro presenza nelle acque costiere, i tursiopi sono regolarmente esposti a un'ampia varietà di attività umane. Le principali minacce degli ultimi tempi includono: 1) la ridotta disponibilità di prede causata dalla pesca eccessiva e dal degrado ambientale; 2) mortalità accidentale negli attrezzi da pesca; e 3) effetti tossici degli xenobiotici.

- *Ziphius cavirostris*

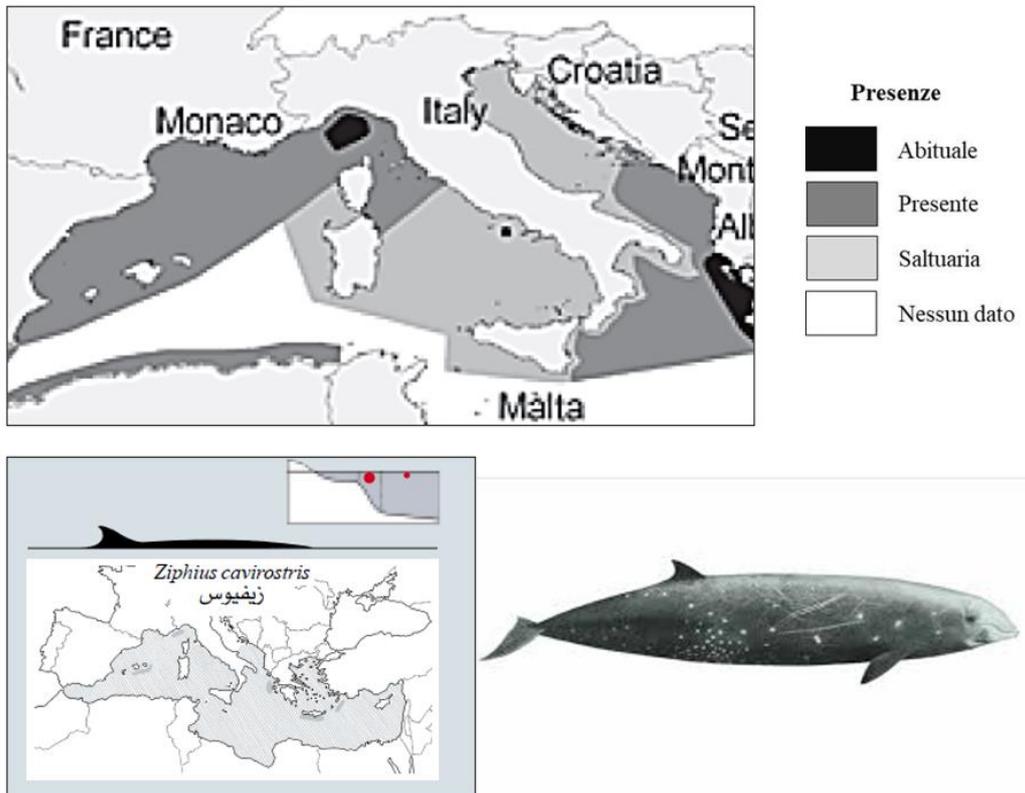
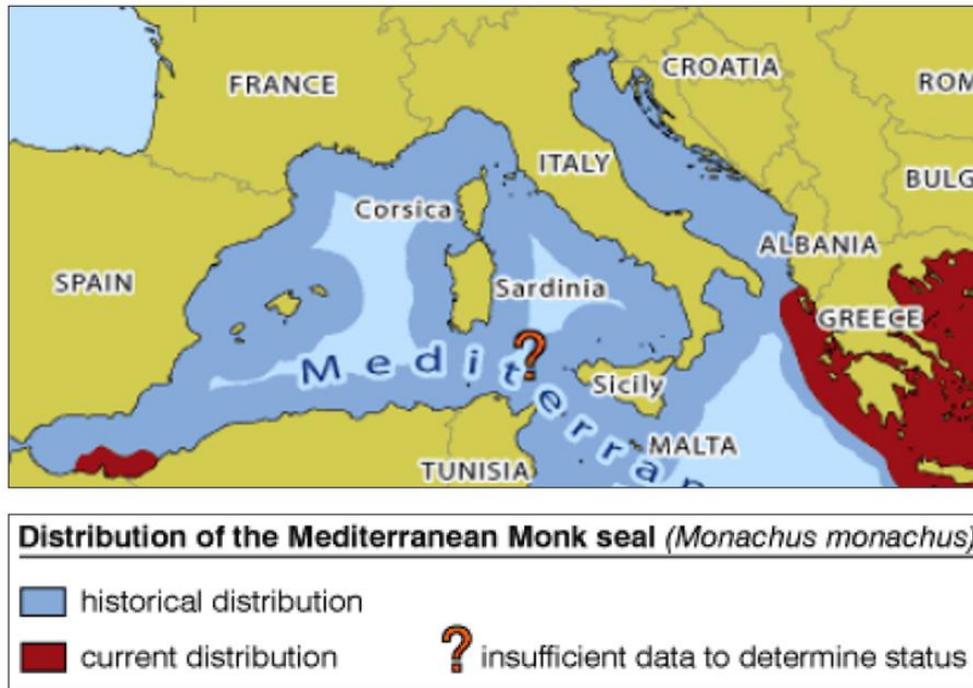


Figura 81: Distribuzione della ziphiide nel Mar Mediterraneo;

Il Mar Mediterraneo ospita una specie regolare di ziphiide, con tre aree chiave identificate nel Canyon di Genova, nel Mare di Alboran orientale e le acque al largo della Grecia occidentale: sebbene la specie sia poco segnalata durante diversi studi sono stati segnalati casi di spiaggiamento comune in tutto il Mediterraneo (Podesta et al., 2006). Dimensione e struttura della popolazione sconosciute. Lo zifio è una specie criptica, teutofaga (si nutrono di molluschi, come calamari e totani), predilige le zone pelagiche molto profonde (> 600 m), nei pressi di scarpate e di canyon. Le informazioni sulla sua ecologia sono molto limitate e la specie è tristemente nota per gli eventi di spiaggiamenti di massa causati da esercitazioni militari che utilizzano impulsi sonori media frequenza. È anche una specie molto sensibile alle onde sonore utilizzate durante le prospezioni sismiche. Non esistono informazioni a livello di sottoregioni per valutare la struttura genetica della popolazione di questa specie; tuttavia lo zifio mediterraneo appare differenziato da quello dell'Atlantico (Dalebout et al. 2005). In diverse pubblicazioni è stato preso in considerazione il problema dell'impatto del rumore antropico sui cetacei in Mediterraneo, in particolare analizzando le relazioni tra gli spiaggiamenti di massa atipici e le esercitazioni militari. Le relazioni negative tra queste attività e lo zifio sono state ampiamente provate (Comitato Scientifico di ACCOBAMS 2011). Gli esperti hanno concluso che, per non incorrere in mortalità, gli zifi non devono ricevere livelli di rumore superiori a 140 dB re 1 µPa @ 1 m SPL.

- *Monachus monachus*



Le colonie di foche monache si trovavano in tutto il Mediterraneo, Marmara, Mar Nero e la costa atlantica del continente africano nordoccidentale, comprese le Azzorre, Madeira e le Isole Canarie. Più recentemente, tuttavia, le foche monache sono scomparse dalla maggior parte del suo areale originario. Si ritiene che la specie sia estinta o sull'orlo dell'estinzione anche nella Marmara e nel Mar Nero e nelle coste adriatiche. Oggi la popolazione mondiale è divisa in sottopopolazioni isolate ridotte (Gonzalez, 2015). Nel Mediterraneo orientale, una sottopopolazione composta da 250-300 individui in piccoli gruppi sparsi è distribuita tra le coste e isole turche dell'Egeo e le isole greche. Alcune foche sono state avvistate occasionalmente nella Marmara e nel Mar Nero, sulla costa adriatica e nelle isole della Croazia, in Italia e lungo la costa sudorientale della Sardegna e in diverse altre parti del Mediterraneo. Le potenziali minacce per la foca monaca mediterranea possono essere riassunti come segue: Aumento della mortalità degli adulti e dei giovani a causa dell'uccisione deliberata per lo più da parte di pescatori; Aumento della mortalità adulta e giovanile causata da intrappolamento accidentale negli attrezzi da pesca; Aumento della mortalità dei cuccioli causata dalla riproduzione in luoghi inadatti, a causa della perdita di habitat adatto; Cattive condizioni a causa della mancanza di cibo a causa della pesca eccessiva; Ridotta fecondità e sopravvivenza dei cuccioli causata dalla depressione da consanguineità. Allo stato attuale nell'area Sud Occidentale della Sardegna sono diversi decenni che non vi sono state segnalazioni di avvistamenti di foca monaca.

▪ *Principali tartarughe marine presenti nell'area Sud Occidentale della Sardegna*

Delle sette specie di tartarughe marine ancora oggi esistenti solo due utilizzano stabilmente il Mediterraneo ed hanno evoluto popolazioni locali, la tartaruga comune, *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) e la tartaruga verde, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758). Una terza specie, la *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) viene sporadicamente avvistata nelle acque di questo bacino che sfrutta, presumibilmente, a scopo alimentare (Groombridge, 1990). Il bacino del Mediterraneo è piuttosto piccolo rispetto agli oceani, ma ospita habitat oceanici e neritici per le popolazioni di tartarughe caretta mediterranea e almeno habitat oceanici anche per individui provenienti dall'Atlantico. Dato il bassissimo contributo genetico alle popolazioni mediterranee (Laurent et al. 1998; Carreras et al. 2006a), questi esemplari probabilmente tornano nell'Atlantico per riprodursi. Ciò suggerisce una situazione complessa di movimenti dovuta a diversi fattori come la dispersione, la transizione ecologica, la migrazione stagionale, l'homing e la migrazione riproduttiva. Le tartarughe marine, con le loro necessità biologiche, che ne dettano l'utilizzo di due differenti habitat, quello terrestre costiero e quello marino, sono sottoposte ad una più elevata varietà di rischi e di minacce rispetto ad altri taxa collocati in un unico habitat.

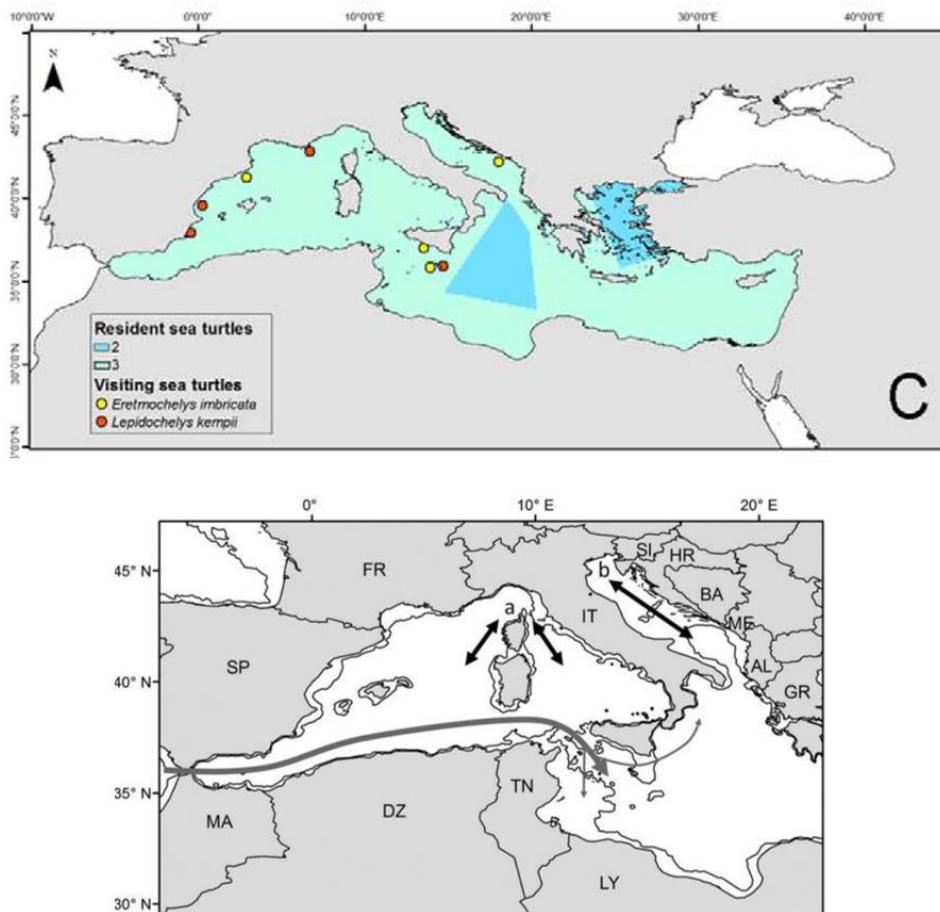
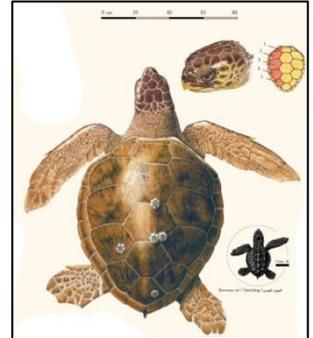


Figura 82: Percorsi migratori tartarughe marine;

In questa figura i principali percorsi migratori e le aree eventualmente visitate da individui atlantici che entrano nel Mediterraneo sono mostrati da frecce grigie. Le frecce nere indicano invece il corso dei possibili movimenti stagionali dalle due zone più settentrionali e più fredde del Mediterraneo (Luschi e Casale, 2014).

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

La tartaruga comune, *Caretta caretta*, è la specie di tartaruga marina più abbondante del Mediterraneo e l'unica che si riproduce abitualmente lungo le coste italiane. La caretta ha una distribuzione circumglobale limitata, nell'estensione latitudinale, da restrizioni termiche (Marquez, 1990). Questa specie è presente in tutto il bacino (areale Pan-Mediterraneo) anche se il numero di individui può variare in funzione della stagione e della località geografica (Margaritoulis et al., 2003). I siti di nidificazione sono localizzati principalmente nel Mediterraneo centro-orientale ma negli ultimi anni si è visto un'intensificazione dei nidi anche nelle coste sarde. Il ciclo vitale di *Caretta caretta* è caratterizzato da una prima fase di sviluppo in ambiente oceanico, della durata di alcuni anni, durante i quali le tartarughe sono principalmente epipelagiche, seguita da una seconda fase in ambiente neritico, dove le tartarughe passano ad un'alimentazione di tipo bentonico, che le porterà fino alla maturazione sessuale (Bolten, 2003). Gli adulti e giovani di grandi dimensioni, si concentrano, in questi periodi, nelle acque poco profonde della piattaforma continentale, a profondità minori di 50 m (Epperly et al., 1995; Lutcavage e Lutz, 1997), dove si alimentano prevalentemente di invertebrati bentonici come crostacei e molluschi.



La tartaruga verde è una specie circumglobale, con spiccata preferenza per i climi tropicali. La specie non è frequente nel Mediterraneo occidentale poiché la sua distribuzione, per motivi legati alla temperatura dell'acqua, è limitata alla zona sudorientale del bacino dove essa nidifica. Non sono note deposizioni di *Chelonia mydas* sui litorali italiani, mentre un totale di circa 1200 nidi ogni anno sono deposti sulle coste della Turchia, Cipro, Siria e Israele. Piccoli nuclei riproduttivi sono stati individuati anche in Libano ed in Egitto (Clarke et al., 2000). Il ciclo vitale della *Chelonia mydas* è analogo a quello della tartaruga comune, con una prima fase di sviluppo in ambiente oceanico, seguita da una fase successiva in ambiente neritico. Gli habitat oceanici utilizzati dai giovani di questa specie devono essere ancora localizzati in relazione ai nuclei nidificanti nel bacino orientale.

La tartaruga liuto è una specie a distribuzione circumglobale. Le aree di nidificazione di questa specie sono state identificate negli ultimi trent'anni e sono situate principalmente lungo le coste Caraibiche e sudamericane (Messico, Costa Rica, Trinidad, Guyana francese, e Suriname), lungo le coste dell'Africa (Africa centroccidentale, Sudafrica, Mozambico), dell'Asia (Malaysia, Tailandia, Indonesia), dell'Australia (Papua, Nuova Guinea) e lungo le coste pacifiche del centro America. La specie non nidifica in Mediterraneo sebbene una nidificazione, risalente alla fine del 1800, sia stata ipotizzata in Mediterraneo (Lescure et al., 1989). Alcuni esemplari, di origine Atlantica, entrano nel bacino Mediterraneo sfruttando gli ambienti pelagici per scopi alimentari. L'osservazione di esemplari di tartaruga liuto nei mari italiani riguarda soprattutto esemplari di taglia medio-grande (Casale et al., 2003; Centro Studi Cetacei 2000, 2002; Meschini, 1998; Meschini et al., 1998).

• **Principali Elasmobranchi presenti nel Sud Ovest della Sardegna**

Il Mar Mediterraneo, rappresenta un bacino molto ridotto rispetto all'intero sistema marino globale, ma fornisce un elevato numero di elasmobranchi divisi 81 specie (47 squali e 34 Batoidei) inclusi in 43 generi, 23 famiglie e 7 ordini (Serena, 2005). È stato stimato che tale numero rappresenta circa l'8% della quantità totale di specie di elasmobranchi nel mondo. Tuttavia, la maggior parte del Mediterraneo la diversità degli elasmobranchi è ristretta all'epipelagico e strati mesopelagici superiori, dove un numero elevato di specie costiere e costiero-pelagiche, tra cui principalmente Carcharhinidae, Dasyatidae, Lamnidae, Myliobatidae, Odontaspidae, Rajidae, Sphyrnidae e Torpedinidae. Alcuni di queste specie hanno importanza commerciale e sono stati sfruttati nel corso dei secoli come specie bersaglio o catture accessorie; altri sono molto rari.

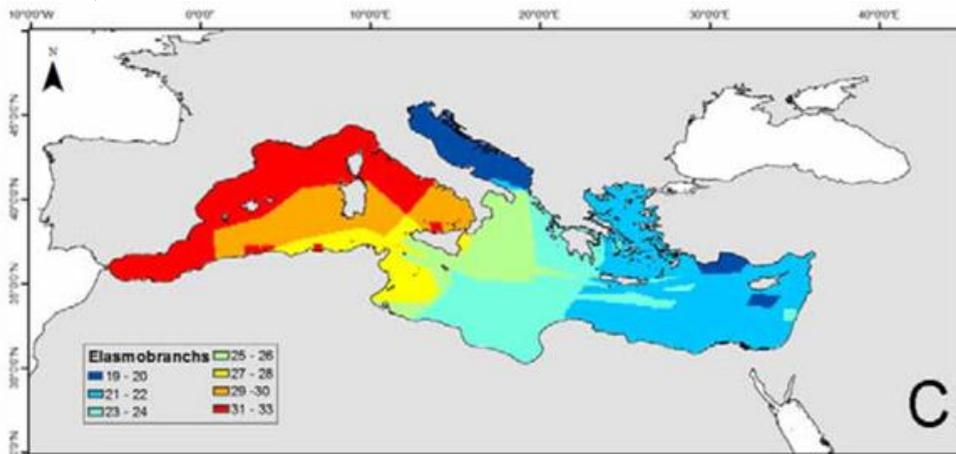
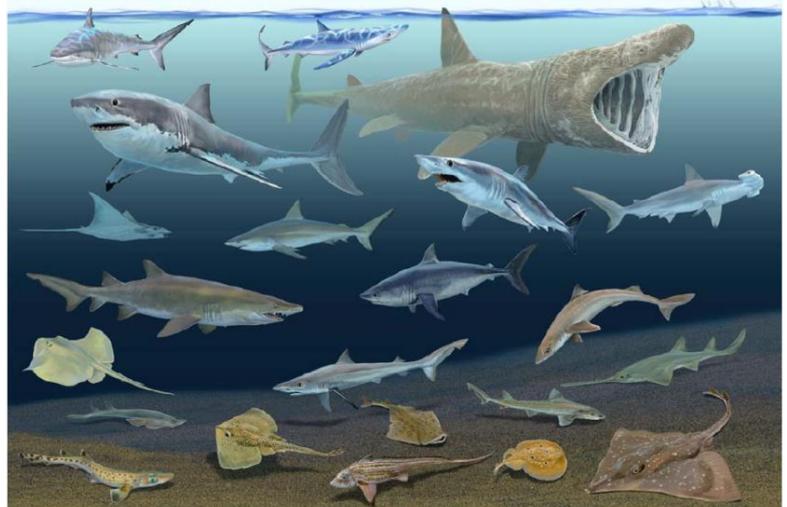


Figura 83: Modello spaziale di distribuzione delle specie di elasmobranchi nel Mar Mediterraneo (The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats Article in PLoS ONE - August 2010)

Oggi sono ampiamente riconosciute le gravi minacce per le popolazioni di questi pesci: principalmente la pesca non gestita irresponsabile e l'inquinamento. Queste minacce colpiscono sia la biodiversità che l'abbondanza degli elasmobranchi. Essendo il Mar Mediterraneo un mare semichiuso con paesi costieri fortemente popolati, gli habitat di queste specie sono stati danneggiati. L'inquinamento può danneggiare l'ecosistema marino perché i contaminanti, concentrandosi lungo le reti alimentari, possono alterare la fisiologia e il buon funzionamento degli individui e delle popolazioni.

Particolare attenzione viene riservata alle tre specie protette dalle convenzioni internazionali (Convenzione di Barcellona, Convenzione di Berna, Convenzione di Washington, CITES - Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna): lo squalo elefante (*Cetorhinus maximus*), lo squalo bianco (*Carcharodon carcharias*) e la manta (*Mobula mobular*). Lo squalo elefante, in particolare, può essere considerata la specie che maggiormente richiede misure di protezione. Questo squalo è stato inserito nell'Appendice II (specie minacciate ed in pericolo) della Convenzione di Barcellona, nell'Appendice II (specie strettamente protette) della Convenzione di Berna e, dal dicembre 2002, è anche nell'Appendice II della CITES.



	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	B – Studio Preliminare Ambientale	Rev. 00

Bibliografia

- ACCOBAMS: *uidelines for Commercial Cetacean-Watching Activities in the Black Sea, the Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area*. Bro. Guidelines cetacean-2. 2005. Pp30;
- Alexandre Gannier and Justine Epinat: *Cuvier's beaked whale distribution in the Mediterranean Sea: results from small boat surveys 1996–2007*. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 2008, 88(6), 1245–1251;
- Bearzi G., Randall R., Notarbartolo-di-Sciara G., Politi E., Cañadas A., Frantzis A. and Mussi B.: *Ecology, status and conservation of short-beaked common dolphins Delphinus delphis in the Mediterranean Sea*. Mammal Rev. 2003, Volume 33, No. 3, 224–252;
- Casale P. D. Freggi, R. Basso C. Vallini · R. Argano: *A model of area Wdelity, nomadism, and distribution patterns of loggerhead sea turtles (Caretta caretta) in the Mediterranean Sea*. Mar Biol (2007) 152:1039–1049;
- Coll M. et al.: *The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats*. PLoS ONE 2010;
- Dede A., Ozturk B., Tonay M. A.: *Mediterranean Monk Seal Monachus monachus (Hermann, 1779) in the Aegean Sea*. <https://www.researchgate.net/publication/313684364>;
- Giovanni Bearzi , Randall R. Reeves b, Elisabetta Remonatoa, Nino Pierantonio , Sabina Airoidi : *Risso's dolphin Grampus griseus in the Mediterranean Sea*. Mammalian Biology 76 (2011) 385–40;
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale: *Linee guida per il recupero, soccorso, affidamento e gestione delle tartarughe marine ai fini della riabilitazione e per la manipolazione a scopi scientifici*. 89/2003. Pp. 72
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale: *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE e Direttiva 09/147/CE) in Italia: ambiente marino*. Pp.144;
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale: *Report Nazionale sui Programmi di Monitoraggio per la Direttiva sulla Strategia Marina Art.11, Dir. 2008/56/CE 2020*;
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale: *Strategia per l'ambiente marino – Mammiferi marini 58pp* (www.strategiamarina.it);
- Lauriano G., Nino P., G. Donovan, S. Panigada: *Abundance and distribution of Tursiops truncatus in the Western Mediterranean Sea: An assessment towards the Marine Strategy Framework Directive requirements*. Marine Environmental Research xxx (2014) 1-8;
- Luschi P. & P. Casale: *Movement patterns of marine turtles in the Mediterranean Sea: a review*. Italian Journal of Zoology 1125-0003 (Print) 1748-5851;
- Marcel Clusa et al: *Fine-scale distribution of juvenile Atlantic and Mediterranean loggerhead turtles (Caretta caretta) in the Mediterranean Sea*. Mar Biol (2014) 161:509–519;
- Pace DS, Tizzi R and Mussi B.: *Oceanomare Delphis Onlus, Via Gino Ma Cetaceans Value and Conservation in the Mediterranean Sea*. Journal of Biodiversity & Endangered Species 2015 DOI: 10.4172/2332-2543-S1-004;
- Praca E., A.Gannier, K. Das, S. Laran: *Modelling the habitat suitability of cetaceans: Example of the sperm whale in the northwestern Mediterranean Sea*. Deep-Sea Research I 56 (2009) 648–657;
- Reeves R., Notarbartolo di Sciara G.: *The status and distribution of cetaceans in te Black sea and Meditteranean sea – IUCN – Monaco 2006*;
- Rete regionale per la conservazione della fauna marina Sardegna: <https://www.sardegnaambiente.it>;
- Stefania Gaspari, Arianna Azzellino, Sabina Airoid and A . Rus hoelzel: *Social kin associations and genetic structuring of striped dolphin populations (Stenella coeruleoalba) in the Mediterranean Sea*. Molecular Ecology (2007) 16, 2922–2933;
- UNEP RAC/SPA: *Action Plan For The Conservation Of Cartilaginous Fishes (Chondrichthyans) In The Mediterranean Sea*. 2003. Pp. 53.
- UNEP RAC/SPA: *Action Plan For The Conservation Of Cetaceans In The Mediterranean Sea*:
 Valle A., Murphy S., Gimenz J., de Stephanis R., Mussi B., G. Vella J., Larbi Doukara K., Pace D.: *The conservation of the endangered Mediterranean common dolphin (Delphinus delphis): Current knowledge and research priorities*. Wiley 2020. DOI: 10.1002/aqc.3538;
- Violaine Drouot, Alexandre Gannier and John C. Goold: *Summer social distribution of sperm whales (Physeter macrocephalus) in the Mediterranean Sea*. J. Mar. Biol. Ass. U.K. (2004), 84,675-680;

5.13. ASSERVIMENTI DERIVANTI DALLE ATTIVITÀ AERONAUTICHE CIVILI E MILITARI E INFRASTRUTTURALI

La posizione dell'impianto eolico Del Toro 2 è stata definita tenendo conto delle norme dell'aviazione civile che disciplinano il volo e prevedono l'interdizione del volo dal livello del mare fino alla quota di 1000 piedi.

Lo sviluppo verticale delle turbine eoliche sarà contenuto all'interno dell'area vietata al volo.

La tavola di riferimento è l'elaborato 4 dove vengono indicate le diverse zone di limitazione al volo e la posizione dell'impianto eolico rispetto a queste ultime.

In particolare la cartografia di riferimento per la Sardegna è disponibile nel sito ufficiale ENAV: <https://www.enav.it/> dal quale è possibile scaricare la mappa riportata in figura.

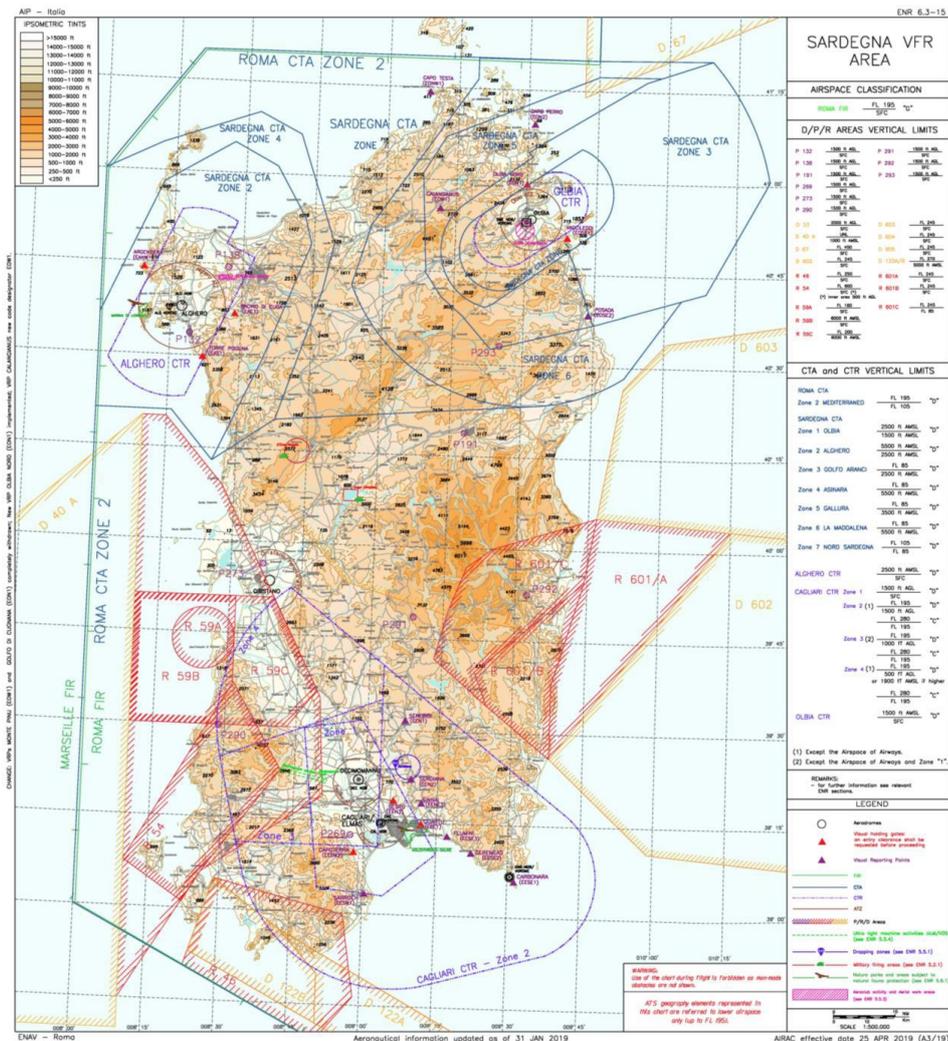


Figura 84: Carta delle zone di volo Sardegna - fonte ENAV

5.14. AREE SOTTOPOSTE A RESTRIZIONI DI NATURA MILITARE

In prossimità delle aree costiere della penisola e in particolare della Sardegna sono presenti diverse zone di mare dove vengono eseguite delle esercitazioni militari.

Queste zone sono sottoposte a particolari regolamenti di cui viene data notizia a mezzo di apposito Avviso ai Naviganti.

Dal documento denominato: Programma di utilizzazione dei Poligoni Permanenti ed Occasionali Sardi di competenza dell'Esercito Italiano, della Marina Militare e dell'Aeronautica Militare impiegati per lo svolgimento di esercitazioni a fuoco vengono estratte delle immagini dove vengono individuata l'ubicazione dei poligoni militari e le aree di sgombero dei poligoni sardi.

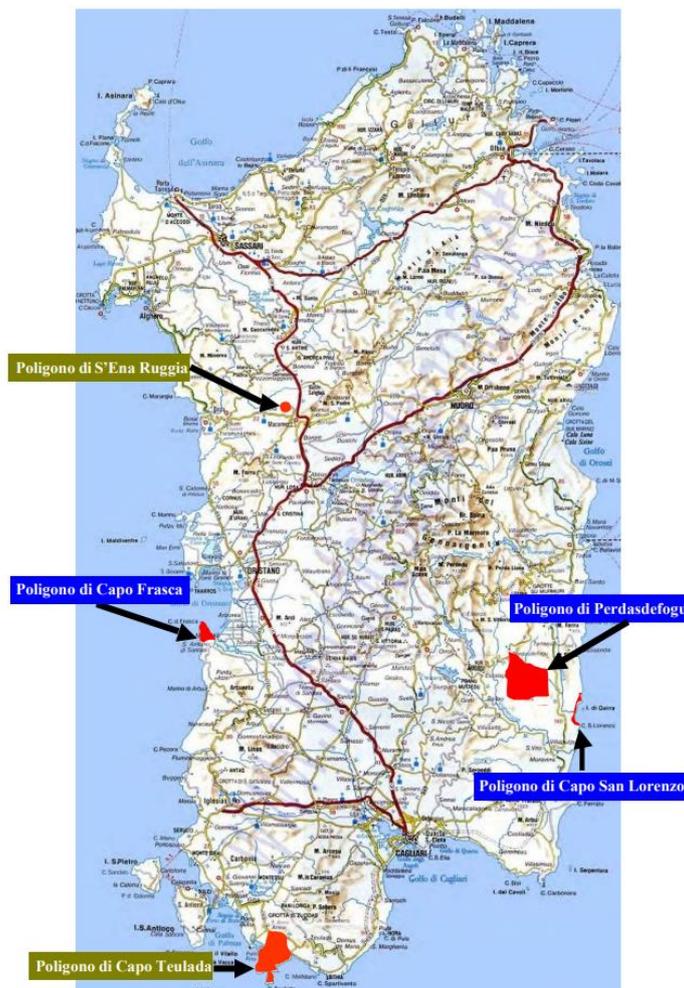


Figura 85: Estratto della Tav. 1 - Carta dei poligoni militari Sardi

Oltre alle zone oggetto di emissione di Avvisi ai Naviganti, identificate come sopra specificato, esistono altre zone soggette a restrizione dello spazio aereo e riportate nel presente Avviso per opportuna conoscenza (le relative informazioni sono state ricavate da: A.I.P. - Italia -

Publicazione Informazioni Aeronautiche, edita dall’Ente Nazionale di Assistenza al Volo, ENR 5). Tali zone sono identificate con una lettera, indicante il tipo di restrizione in atto, seguita da un numero che serve per individuare la zona specifica.

Le lettere impiegate sono:

- P: Zona vietata - Spazio aereo di dimensioni definite, al di sopra del territorio o delle acque territoriali di uno Stato, entro il quale il volo degli aeromobili è vietato.
- R: Zona regolamentata - Spazio aereo di dimensioni definite, al di sopra del territorio o delle acque territoriali di uno Stato, entro il quale il volo degli aeromobili è subordinato a determinate specifiche condizioni.
- D: Zona pericolosa - Spazio aereo di dimensioni definite, all’interno del quale possono svolgersi attività pericolose per il volo degli aeromobili durante periodi di tempo specificati.

Nel caso in esame l’impianto eolico Del Toro 2 con il tracciato del cavo ricade nella zona R54 e D40A.

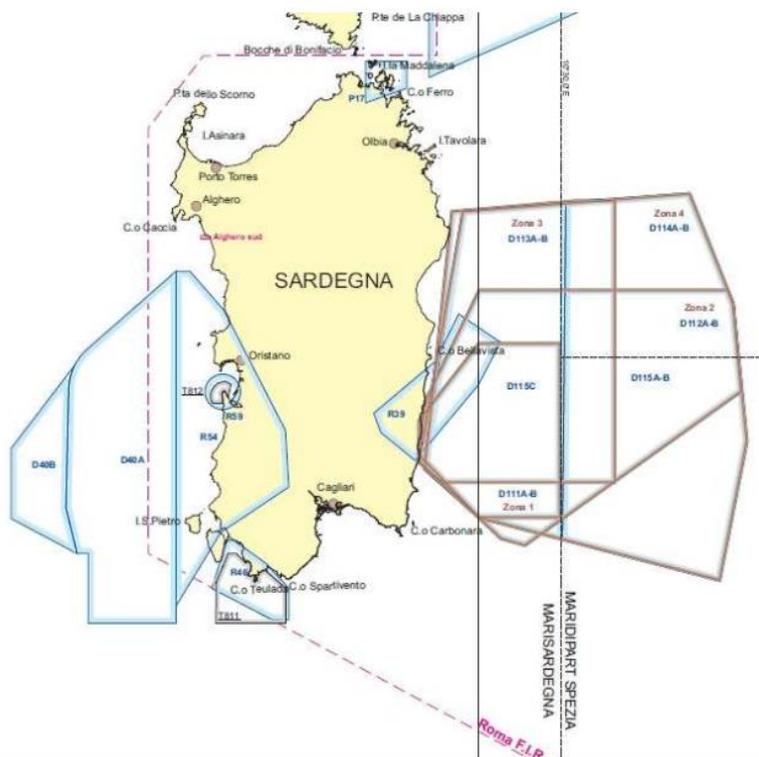


Figura 86: Estratto Tavola 2 - Aree di sgombero in prossimità dei poligoni sardi;

Gli avvisi di carattere generale relativi a queste zone sono:

- D 40A – Decimomannu: Zona pericolosa da 1.000 piedi (circa 300 m) sino a quota illimitata per tiri aria/aria e addestramento al combattimento aereo.
- R 54 – Oristano: Spazio aereo regolamentato dalla superficie sino a livello di volo (flight-level-FL) 600 (circa 19.200 m), per intensa attività aviogetti militari e traino manica.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

L'area interessata dal progetto non presenta particolari restrizioni.

Gli asservimenti infrastrutturali sono determinati dalla presenza in zona di gasdotti, condotte sottomarine e linee elettriche e di telecomunicazioni, che saranno puntualmente verificati in sede di progetto definitivo e si provvederà ad apportare tutte quelle varianti sul tracciato del cavidotto, in modo tale che non interferiscano sulle eventuali infrastrutture già esistenti.

In questa fase, basandosi sulle informazioni disponibili (estrazione dei dati da layer vettoriali dal sito: EMODNET <https://ows.emodnet-humanactivities.eu/wms?VERSION=1.1.1>) e anche grazie all'ausilio di carte nautiche della zona, è stato possibile ricostruire in via qualitativa la mappatura in merito alla presenza di sottoservizi rappresentata da cavi per le telecomunicazioni.

In prossimità dell'area di progetto per l'impianto Del Toro 2 sono presenti alcune linee di comunicazione come illustrato nella tavola di riferimento (Tav. 3.2 – Planimetria inquadramento impianto eolico e cavidotto rispetto alle interferenze sottomarine), del quale si riporta un estratto a scala ridotta.

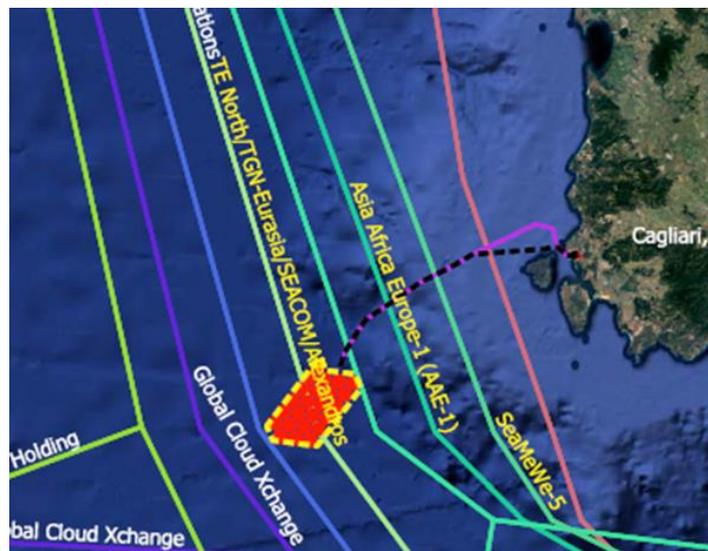


Figura 87: Presenza dei cavi delle telecomunicazioni in prossimità dell'area d'intervento Del Toro 2 – fonte EMODNET;

Come indicato nell'immagine precedente (ma meglio dettagliato nella tavola grafica allegata al progetto: *Tav. 3.2 - Planimetria inquadramento impianto eolico e cavidotto rispetto alle interferenze sottomarine*) i cavi delle telecomunicazioni che interessano l'area di installazione dell'impianto eolico e il percorso del cavidotto sono:

- l'Europe India Gateway (EIG) (15 000 km);
- SeaMeWe-5 (20 000 km);
- Asia Africa Europe – 1 (25 000 km);
- SeaMeWe-4 (20 000 km);
- TeNorth/TGN Eurasia (3 634 km);
- Imewe (12 091 km);
- Hawk (3 400 km);
- Africa1 (10 000 km).

Gli asservimenti infrastrutturali sono determinati dalla presenza in zona di gasdotti, condotte sottomarine e linee elettriche e di telecomunicazioni, che saranno puntualmente verificati in sede di progetto definitivo e si provvederà ad apportare tutte quelle varianti sul tracciato del cavidotto, in modo tale che non interferiscano sulle eventuali infrastrutture già esistenti.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

5.15. ZONE MARINE APERTE ALLA RICERCA DI IDROCARBURI

Di seguito una panoramica sullo stato delle esplorazioni di idrocarburi in mare, da informazioni di pubblico dominio.

L'Italia è appena uscita da una moratoria di 18 mesi sull'esplorazione offshore di petrolio e gas. Sebbene il divieto temporaneo possa soddisfare i gruppi ambientalisti europei e italiani, apre il governo a potenziali azioni legali da parte delle compagnie energetiche e sta facendo arrabbiare i governi regionali furiosi per la possibile perdita di posti di lavoro.

La moratoria è stata approvata dal parlamento italiano alla fine del 2018. Durante la pausa di 18 mesi, il governo ha mirato a decidere quali aree sono adatte per l'esplorazione e la produzione di petrolio e gas. In un referendum del 2016 sull'opportunità di eliminare le trivellazioni petrolifere e di gas entro 12 miglia dalla costa; L'86 per cento degli elettori ha sostenuto l'idea, ma l'affluenza è stata troppo bassa per essere valida.

Secondo il ministero dello sviluppo economico, la moratoria ha un impatto su 73 licenze di esplorazione esistenti e 84 richieste in sospeso per quelle nuove. Gli oppositori sostengono che la moratoria aumenterà la dipendenza dell'Italia dalle importazioni di energia - le importazioni rappresentano il 77% del consumo di energia - e aumenterà le emissioni di anidride carbonica.

L'industria petrolifera e del gas afferma che le rigide normative ambientali italiane rispetto ai paesi produttori di gas come la Libia, che ha un gasdotto che arriva in Italia, significa che ogni metro cubo di gas importato emette il 30% in più di CO₂ rispetto al gas prodotto a livello nazionale. Gli ambientalisti non sono d'accordo, affermando che la sospensione dell'esplorazione di petrolio e gas non ha alcun impatto sull'attuale occupazione e che i lavoratori potrebbero essere riqualificati per lavorare nel settore dell'energia pulita.

Nel suo Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (INECP), l'Italia si è impegnata ad adottare, entro la fine del 2020, un piano per la transizione energetica sostenibile di aree idonee (noto come PiTESAI), per stabilire un quadro per le attività di estrazione di idrocarburi. L'Italia, con le sue modifiche al decreto legge n. 135/2018, ha ritardato l'adozione di tale piano e ha fissato il termine ultimo al 13 febbraio 2021. Lo stesso decreto legge ha sospeso i procedimenti amministrativi relativi alla concessione di nuove autorizzazioni alla prospezione o ricerca di idrocarburi. In caso di mancata adozione del piano PiTESAI, tali procedimenti sarebbero ripresi entro il 13 novembre 2021. Prendendo atto dello stato di incertezza relativo al procedimento PiTESAI, oltre ai ritardi in corso, è probabile che le attività di prospezione ed esplorazione di idrocarburi possano presto riprendere a terra e in mare. La Commissione Europea ha avvertito il governo italiano e ha chiesto al governo italiano di concentrarsi su quanto segue:

1. La ritardata adozione del PiTESAI non è coerente con le raccomandazioni della Commissione e con l'INECP italiano.
2. Attività legate agli idrocarburi compatibili con gli obiettivi climatici dell'Unione Europea e il Green Deal europeo.
3. Garantire che la ripresa delle attività di prospezione ed esplorazione offshore di petrolio e gas non pregiudichi i progressi compiuti nell'ambito della Strategia marina italiana, in particolare quella relativa al Descrittore 7 dei criteri di Buono Stato Ambientale (GES).

Nella seguente figura vengono rappresentate le aree marine destinate ad attività mineraria come definite dal DM 08/08/2013.

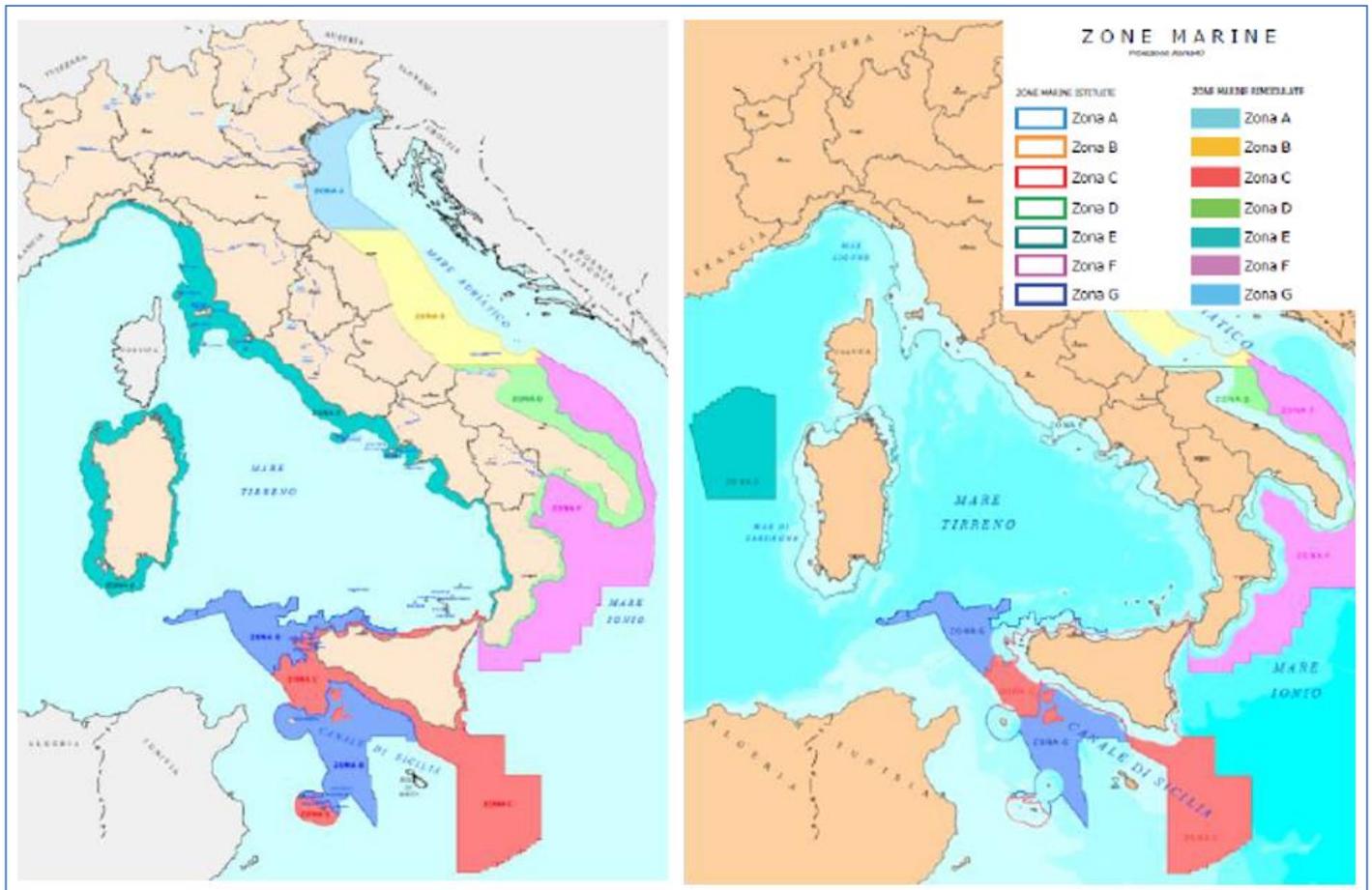


Figura 88 A sx le aree marine originariamente destiate alle attività minerarie ed a dx le aree rimodulate con DM 04/0813

Dall’esame della cartografica rimodulata si evince che l’intervento in oggetto non ricade in aree destinate all’attività mineraria.

5.16. ANALISI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE URBANISTICA

Come dettagliato nella descrizione dell’ubicazione dell’area di progetto, il nuovo parco eolico Del Toro 2 si colloca nelle acque del Mare di Sardegna e prevede l’installazione delle opere a terra nel Comune di Portoscuso. Di seguito si riportano gli elementi conoscitivi sulle relazioni tra l’opera e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale che riguardano il territorio di Portoscuso.

Gli strumenti di pianificazione riguardano l’uso del territorio, i vincoli paesaggistici, la viabilità stradale e le aree comunque interessate dal passaggio del cavo in mare e a terra.

In particolare, in questa sezione, dal punto di vista urbanistico, verranno analizzati:

- Gli strumenti urbanistici vigenti nel Comune di Portoscuso
- Il Piano Regolatore Generale del Consorzio Industriale e Provinciale di Carbonia Iglesias
- Il Piano Urbanistico Provinciale

5.16.1. Strumento urbanistico – Piano Urbanistico Comunale

Il collegamento elettrico tra l'impianto eolico offshore e la rete di distribuzione nazionale dell'energia elettrica avverrà attraverso la realizzazione di alcune opere a terra. Queste opere, in via sintetica possono essere definite come:

- Realizzazione del pozzetto di giunzione tra cavo marino e cavo terrestre;
- Realizzazione della trincea in cui verrà posizionato il cavidotto terrestre interrato;
- Realizzazione della stazione di trasformazione on-shore;
- Realizzazione del tracciato per la posa del cavidotto fino al raggiungimento della stazione Terna a 380 Kv

Tutte queste operazioni si svolgeranno nel territorio Comunale di Portoscuso.

Lo strumento urbanistico vigente è il PUC recentemente aggiornato in adeguamento al Piano Paesaggistico Regionale (delibera del Consiglio Comunale n°33 del 08 giugno 2016), ai sensi e per gli effetti dell'articolo 20 e seguenti della Legge Regionale 22 dicembre 1989, n°45.

Il Piano Urbanistico Comunale costituisce lo strumento di pianificazione generale del Comune di Portoscuso.

Il percorso del cavo e le aree per la realizzazione della sottostazione di consegna ricadono all'interno della sottozona D1 e in prossimità della zona H3:

- **Zona - D1 Grandi aree industriali - Sottozona D1_1 - Agglomerato Industriale di Portovesme.**

Il Nucleo Industriale di Portovesme copre un'area di circa 635ha riservata esclusivamente agli insediamenti industriali e servizi ad essi connessi.

Quest'area è interessata sia dalla posa del cavo che dall'installazione dei fabbricati della sottostazione di consegna.

- **Zona - H3 Verde di rispetto**

Il PUC conferma in generale le fasce di verde di rispetto previste dall'attuale strumento urbanistico, integrate sulla costa dal nuovo vincolo di tutela integrale e prevede l'ampliamento delle fasce di verde di rispetto in corrispondenza dell'asse esterno della zona industriale, fino al canale di guardia.



Figura 89: Stralcio tracciato cavidotto e ubicazione sottostazione di consegna su strumenti urbanistici vigenti PUC Portoscuso;

5.16.2. Piano regolatore Generale del Consorzio Industriale Provinciale Carbonia Iglesias

Il Piano Regolatore dell'agglomerato industriale di Portovesme fu approvato con il Decreto del Consiglio Ministri in data 28/11/1967.

In seguito ai primi insediamenti e alle relazioni delle prime infrastrutture negli anni 70 si delineò in modo chiaro la necessità di apportare al Piano Regolatore alcune varianti che consentissero un ordinato sviluppo dell'Agglomerato industriale di Portovesme.

Venne varata la variante del Piano regolatore con due decreti: il primo in data 31/12/1981 e il secondo in data 20/04/1982.

Il Consorzio Industriale Provinciale Carbonia - Iglesias è nato come strumento pubblicistico per la gestione delle aree produttive.

Esso è stato costituito ai sensi dell'art. 50 del D.P.R. n. 218/78 "Testo unico delle leggi sugli interventi nel Mezzogiorno", con la finalità di "favorire nuove iniziative industriali di cui sia prevista la concentrazione di una determinata zona".

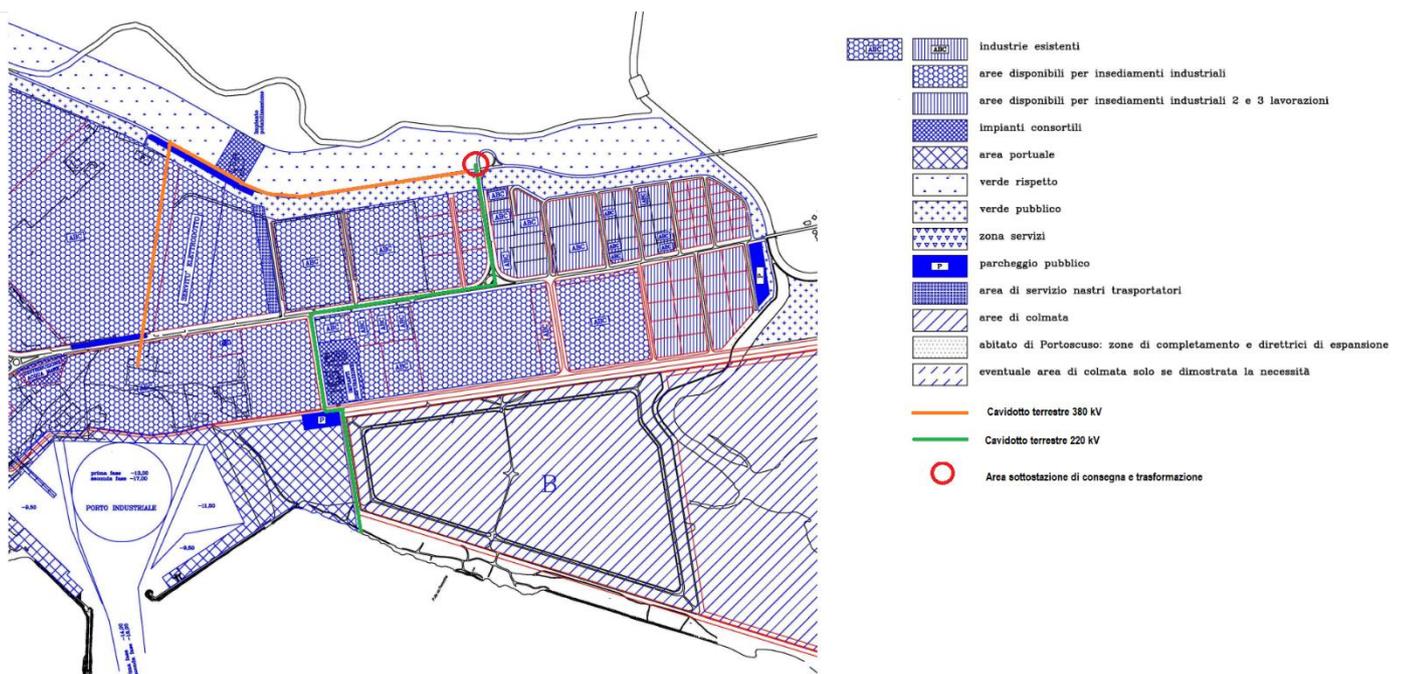


Figura 90: Zonizzazione del consorzio Industriale Provinciale Carbonia - Iglesias

Dall'immagine precedente è possibile notare che il tracciato del cavidotto interessa la viabilità terrestre esistente e aree disponibili per insediamenti industriali.

La sottostazione ricade in un'area già antropizzata.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

5.16.3. Piano Urbanistico Provinciale – Piano territoriale di coordinamento

Il Piano Urbanistico Provinciale definisce gli obiettivi di assetto generale e tutela del territorio e assicura la coerenza degli interventi alle direttive ed i vincoli regionali al Piano Paesaggistico Regionale. Esso ha acquisito gli elementi descrittivi e di indirizzo progettuale contenuti negli Ambiti identificati dal PPR.

Le opere in progetto ricadono nell’Ambito di paesaggio n. 6 – Carbonia e isole sulcitane in particolare rientrano nel sotto-ambito 6.3 “Area insediativa e industriale di Portoscuso - Portovesme”. Il Piano ha come obiettivo la riqualificazione del degrado industriale mediante un’azione coordinata dei comuni interessati; Nello specifico per il sotto-ambito in questione si mira a riequilibrare il rapporto tra la presenza industriale del polo di Portovesme, l’insediamento urbano, il turismo, le attività agricole e la pesca marina e lagunare dell’Ambito, cercando di eliminare i conflitti delle attività industriali con il sistema ambientale.

Il Piano Provinciale promuove quindi la riqualificazione delle aree produttive e le opere proposte in progetto sono coerenti con gli indirizzi del piano.

5.17. ANALISI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE URBANISTICA PAESAGGISTICO AMBIENTALE

In questa sezione si riporta la descrizione sintetica degli elementi di pianificazione che insistono sull’area di studio rappresentata dal territorio Comunale di Portoscuso, in particolare:

- Il Piano Paesaggistico Regionale - PPR
- Il Piano di Assetto Idrogeologico - PAI
- Il Piano Regionale di Qualità dell’Aria

5.17.1. Piano Paesaggistico Regionale - PPR

Il Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna è stato adottato con delibera della Giunta Regionale n. 22/3 del 24 maggio 2006.

L’oggetto del PPR è il paesaggio della Sardegna visto come un bene complesso e fragile e sulla base di questo concetto esso persegue il fine di:

- preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo;
- proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità;
- assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità.

Secondo tale fine il Piano ha seguito le diverse fasi di:

- analisi delle caratteristiche ambientali, storico-culturali e insediative dell'intero territorio regionale nelle loro reciproche interrelazioni;
- analisi delle dinamiche di trasformazione del territorio attraverso l'individuazione dei fattori di rischio e degli elementi di vulnerabilità del paesaggio, nonché la comparazione con gli altri atti di programmazione, di pianificazione e di difesa del suolo;

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

- determinazione delle misure per la conservazione dei caratteri connotativi e dei criteri di gestione degli interventi di valorizzazione paesaggistica degli immobili e delle aree dichiarati di notevole interesse pubblico e delle aree tutelate per legge.

Il paesaggio è certamente il risultato della composizione di più aspetti e rappresenta una sintesi tra elementi naturali e lasciati dell'azione (preistorica, storica e attuale) dell'uomo che nascono le sue qualità.

È quindi solo a fini strumentali che, nella pratica pianificatoria, si fa riferimento a diversi "sistemi" (ambientale, storico-culturale, insediativo) la cui composizione determina l'assetto del territorio, e dei diversi "assetti" nei quali tali sistemi si concretano.

Il territorio costiero è stato diviso dal piano in 27 ambiti omogenei catalogati tra aree di interesse paesaggistico, compromesse o degradate.

Le opere in progetto ricadono nell'Ambito n° 6 del PPR denominato: Carbonia e Isole Sulcitane.

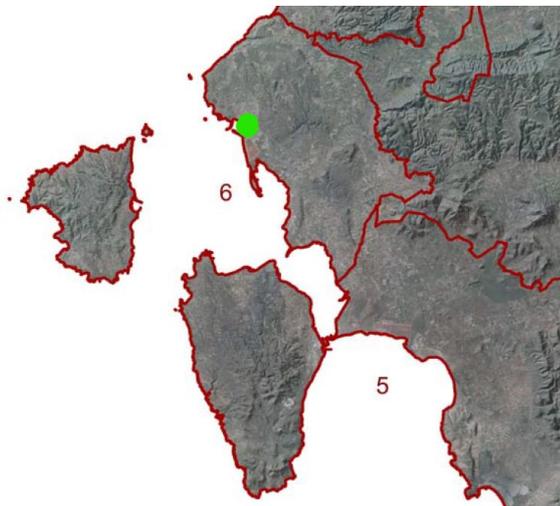


Figura 91: Inquadramento area d'intervento (verde) all'interno dell'Ambito 6 Carbonia e Isole Sulcitane;

- **Descrizione dell'ambito**

La struttura dell'Ambito di paesaggio è definita dal "mare interno" formato dal sistema insulare del Sulcis, che comprende le Isole di Sant'Antioco e di San Pietro, e dalla fascia costiera antistante che si estende a nord dell'istmo di Sant'Antioco fino alla tonnara di Porto Paglia, oltre il promontorio di Capo Altano (Portoscuso); su questa fascia insiste il nucleo del bacino carbonifero del Sulcis.

La fascia costiera di Portoscuso e San Giovanni Suergiu è caratterizzata nel settore meridionale dal sistema lagunare di Boi Cerbus/Punta s'Aliga e dello Stagno e Forru e dall'insenatura marino litorale racchiusa tra la costa di Sant'Antioco e quella sulcitana, che presenta una spiccata tendenza evolutiva verso condizioni lagunari.

Il settore centrale della fascia costiera è interessato dalle infrastrutture industriali e dallo scalo portuale di Portovesme, che vede la compresenza di funzioni industriali e commerciali con l'esercizio dei servizi di trasporto passeggeri verso lo scalo di Carloforte.

La presenza della zona industriale ha determinato spesso usi conflittuali delle risorse con la loro naturale evoluzione, attraverso interventi di bonifica idraulica, canalizzazioni, scarico di reflui, intensi emungimenti delle falde, stoccaggio e messa a dimora di scorie industriali,

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

comportando irreversibili alterazioni geomorfologiche dei corsi d'acqua, variazioni idrodinamiche degli acquiferi fino alla compromissione dei sistemi ambientali

Il sistema insulare di Sant'Antioco e San Pietro definisce lo spazio marino costiero e rappresenta l'elemento di identità e relazione del complesso sistema di risorse storiche, insediative ed ambientali. L'insediamento è caratterizzato dalla presenza di centri urbani di impianto storico (Carloforte, Calasetta, Porto Scuso, Sant'Antioco), che trovano nello specchio acqueo antistante, l'ambito privilegiato di relazione ed il riferimento di localizzazione originario. Permangono testimonianze di insediamenti e infrastrutture connesse alla pratica tradizionale della pesca, quali ad esempio il patrimonio storico-architettonico delle tonnare dismesse. L'isola di San Pietro si caratterizza inoltre per una copertura vegetale a gariga, formazioni a Pino d'Aleppo ed endemismi floristici.

- **Valori e criticità**

VALORI

- Presenza di aree ad elevata valenza naturalistica e paesaggistica dal sistema delle coste alte e rocciose di Capo Altano-Porto Paglia, dal sistema delle isole minori di San Pietro e Sant'Antioco.
- Compendi lagunari di importanza ecologica, di interesse per l'acquacoltura e produttivo salinifero.
- Sistema insediativo costiero dei centri urbani di fondazione di Carloforte, Calasetta, S. Antioco e Portoscuso e delle infrastrutture portuali che presidiano il settore costiero.
- La rete dei presidi costieri delle tonnare.
- L'edificato diffuso tradizionale dell'aree interne delle isole maggiori, quali le baracche carlofortine.
- Parco Geominerario.

CRITICITA'

- Degrado ambientale dovuto all'impatto delle attività minerarie dismesse, con fenomeni di subsidenza dei suoli, alterazione dell'idrodinamica delle falde acquifere e diffusione di discariche della pregressa attività estrattiva.
- Degrado della copertura pedologica e vegetale dei sistemi montani, per continui e ripetuti fenomeni di incendio.
- Dissesto idrogeologico del reticolo idrografico e dei versanti.
- Degrado ecologico dei principali sistemi fluviali, delle zone umide costiere e dei sistemi sabbiosi litoranei.
- Compromissione ambientale derivante dalle attività del Polo Industriale di Portovesme, che costituisce una permanenza del territorio costiero e che ha determinato spesso usi conflittuali delle risorse in rapporto alla naturale evoluzione degli ecosistemi. Inoltre, si rilevano interventi invasivi di bonifica idraulica, canalizzazioni importanti e scarico di reflui, intensi emungimenti delle falde, stoccaggio e messa a dimora di scorie industriali da sottoporre a monitoraggio ambientale.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

Nell'area in esame non sono presenti Beni paesaggistici e identitari (Art. 9 NTA PPR) sottoposti a tutela:

- **Beni paesaggistici ex artt. 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 157 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e succ. mod.;**
- **Beni identitari ex artt. 5 e 9 NTA:**
- **Parco geominerario Storico Ambientale**

Aree di insediamento produttivo di interesse storico-culturale come "Parco geominerario storico ambientale" secondo il D.M. 08.09.2016.

L'area di intervento ricade all'interno della perimetrazione delle aree di competenza del Parco Geominerario storico della Sardegna e sarà pertanto necessario richiedere il nulla osta ai sensi dell'art. 17 del decreto istitutivo del Parco Geominerario.

Gli interventi in progetto non avranno influenze, tantomeno negative, sul Parco Geominerario.

- **Aree di rispetto dei siti inquinati (SIN)**

All'interno di queste aree (si veda l'elaborato grafico predisposto a riguardo Tav. 19 – Planimetria impianto eolico e cavidotto su perimetrazione Aree S.I.N.) l'Art. 42 delle NTA del PPR (Art. 42 – Aree di recupero ambientale. Prescrizioni) prevede che non sono consentiti interventi, usi o attività che possano pregiudicare i processi di bonifica e recupero o comunque aggravare le condizioni di degrado.

Le aree a terra interessate da questo progetto ricado all'interno di aree fortemente compromessa dalle attività industriali e viene riconosciuta come area S.I.N. denominata Sulcis-Iglesiente-Guspinese. L'intervento in progetto non è in contrasto con queste prescrizioni poiché mira alla rimozione, parziale, delle cause di degrado che caratterizzano questa zona consentendone una sua riconversione produttiva.

- **Grandi aree industriali**

Le aree a terra interessate dal progetto ricado all'interno di della zona denominata: Grandi Aree industriali.

Secondo le NTA del PPR all'Art. 92 (Art. 92 - Insediamenti produttivi a carattere industriale, artigianale e commerciale. Definizione) esse vengono definite come il tessuto produttivo delle aree industriali attrezzate di maggiore dimensione, urbanisticamente strutturate e dotate di impianti e servizi.

In merito agli indirizzi contenuti all'Art. 93 delle NTA del PPR (Art. 93 - Insediamenti produttivi a carattere industriale, artigianale e commerciale. Indirizzi) il progetto proposto è in linea con quanto stabilito al comma 1 lettere d ed e del presente articolo favorendo la riconversione dell'area in aree produttive (energia elettrica): *d) favorire la redazione di piani di riqualificazione ambientale, urbanistica, edilizia, e architettonica, dei complessi esistenti al fine di mitigare l'impatto territoriale e migliorare l'accessibilità delle aree e migliorare la qualità della vita negli ambienti di lavoro e) favorire la redazione di piani bonifica, recupero, riuso, trasformazione e valorizzazione dei complessi dismessi e delle relative infrastrutture, oltre che per riconversione produttiva, anche a scopo culturale, museale, ricreativo e turistico.*

Dalla specifica relazione di simulazione dell'impatto visivo si evince come il parco sia difficilmente percettibile dall'occhio umano e visibile esclusivamente in particolari condizioni meteorologiche.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

5.17.2. Piano di assetto idrogeologico – PAI

Il Piano di assetto idrogeologico (P.A.I.) è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

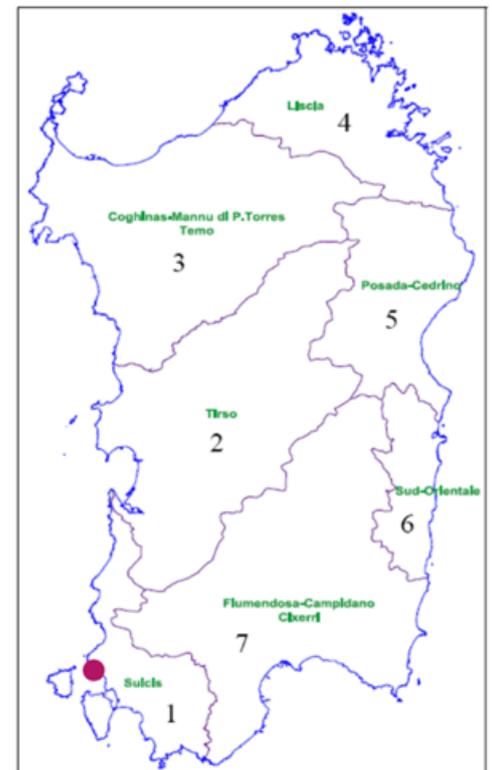
Il PAI è stato redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, le misure di salvaguardia sono entrate in vigore nel Marzo 2005 e approvato nella sua interezza con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006.

Il PAI costituisce un processo pianificatorio dinamico, in quanto l'assetto idrogeologico e le sue caratteristiche fisiche ed ambientali sono soggette ad un continuo processo evolutivo caratterizzato sia da mutamenti che si esplicano nel lungo periodo, legati alla naturale evoluzione idrogeologica del territorio, sia soprattutto da alterazioni e/o cambiamenti repentini dovuti al verificarsi di eventi di dissesto ovvero conseguenti alle trasformazioni antropiche dei luoghi.

In questo progressivo sviluppo del Piano è preponderante l'attività di approfondimento e affinamento delle conoscenze dell'assetto idrogeologico che si esplica attraverso analisi e studi comunali di maggior dettaglio. Per ognuno dei sette sub-bacini in cui è suddiviso il territorio regionale il PAI individua:

- aree a pericolosità idraulica Hi e da frana Hg, articolate in quattro livelli;
- aree a rischio idraulico e aree a rischio da frana;
- indirizzi, azioni settoriali, norme tecniche e prescrizioni generali per la prevenzione dei pericoli e dei rischi idrogeologici nel bacino idrografico unico regionale e nelle aree di pericolosità idrogeologica;
- schede degli interventi per la mitigazione del rischio, con un'ipotesi di spesa.

Il PAI si applica nel bacino idrografico unico regionale della Regione Sardegna, corrispondente all'intero territorio regionale, comprese le isole minori. Il territorio comunale di Portoscuso ricade nel sub-bacino n.1 Sulcis.



Nelle immagini seguenti vengono riportate le mappature delle due pericolosità suesposte in prossimità dell'area d'intervento.

Per maggiori dettagli si vedano le Tav. 26 e 27.

Le lavorazioni a terra (realizzazione del cavidotto interrato, costruzione delle opere necessarie all'approdo del cavidotto, realizzazione del pozzetto di giunzione tra cavo marino e cavo terrestre, realizzazione della trincea in cui verrà posizionato il cavidotto terrestre interrato, realizzazione della stazione di trasformazione on-shore, realizzazione del tracciato per la posa

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

del cavidotto fino al raggiungimento della stazione Terna a 380 Kv) non interessano delle aree soggette a nessun grado di pericolosità idraulica e non interferiscono con il reticolo idrografico presente.

In merito alla pericolosità geomorfologica invece il tracciato del cavidotto e la sottostazione di consegna ricadono marginalmente in aree soggette a pericolosità geomorfologica nulla (Hg0 e bassa Hg1).



Figura 92: Estratto della tavola - pericolosità geomorfologica;

Nelle aree di pericolosità moderata da frana compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi (Art. 30 NTA PAI Capo III – Aree di pericolosità da frana).

Quindi l'intervento in progetto non è in contrasto con questo strumento.

5.17.3. Piano Regionale di tutela della qualità dell'aria

Il Piano Regionale di Qualità dell'Aria Ambiente è stato predisposto ai sensi del d.lgs. 155/2010 e s.m.i., "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" individua le misure da adottarsi per ridurre i livelli degli inquinanti nelle aree con superamenti dei valori limite di legge, nonché le misure aggiuntive per preservare la migliore qualità dell'aria in tutto il territorio regionale. Le misure, finalizzate ad intervenire sui maggiori contributi emissivi di polveri sottili e ossidi di azoto, riguardano principalmente il riscaldamento domestico (caminetti, stufe tradizionali e piccole caldaie), l'attività portuale, le attività estrattive e interessano poi le aree industriali, il settore dei trasporti ecc.

La zonizzazione individuata ai sensi del decreto legislativo 155/2010 e ss.mm.ii., adottata con D.G.R. n. 52/19 del 10/12/2013 e approvata in data 11 novembre 2013 (protocollo DVA/2013/0025608) dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare,

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato: <i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

suddivide il territorio regionale in zone omogenee ai fini della gestione della qualità dell'aria ambiente (Tab. 3 - Zone e agglomerati di qualità dell'aria individuati ai sensi del D.Lgs. 155/2010)

Codice zona	Nome zona
IT2007	Agglomerato di Cagliari
IT2008	Zona urbana
IT2009	Zona industriale
IT2010	Zona rurale
IT2011	Zona per l'ozono

Il territorio di Portoscuso ricade nella Zona Industriale. Essa è invece costituita da aree prettamente industriali su cui il carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o produttive, situate nel territorio dei Comuni che ne fanno parte

L'adozione di misure ai sensi dell'articolo 9 del D.Lgs. 155/2010 ha come obiettivo la riduzione dei livelli emissivi che contribuiscono alle situazioni di superamento al fine di ridurre le concentrazioni in aria e risolvere le criticità ambientali, giungendo al rispetto dei valori limite su tutto il territorio ed al mantenimento delle concentrazioni al di sotto di essi.

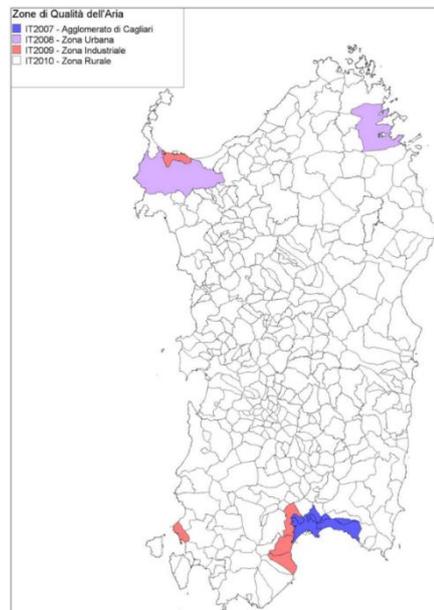


Figura 93: Suddivisione zone di qualità

Le misure aggiuntive sono adottate al fine di:

- perseguire un miglioramento generalizzato dell'ambiente;
- integrare le esigenze ambientali nelle altre politiche settoriali (soprattutto relativamente ai settori energia, industria e trasporti), nell'ottica di assicurare uno sviluppo sociale ed economico sostenibile;
- aumentare la consapevolezza dei cittadini e promuovere comportamenti eco-compatibili;
- integrare le procedure di autorizzazione, ispezione e monitoraggio, al fine di assicurare la migliore applicazione delle misure di piano.

L'Ambito di realizzazione delle opere a terra, consistenti nella posa del cavo e costruzione della sottostazione di misure e consegna per l'impianto eolico Del Toro 2, si trova nella zona industriale di Portoscuso.

Il progetto tra le sue finalità premetterà una riconversione energetica delle aree industriali e quindi è compatibile con gli obiettivi del piano.

5.17.4. Siti di Interesse Nazionale – SIN

I Siti d'Interesse Nazionale (S.I.N.) sono dei siti oggetto di interventi di bonifica, individuabili in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali. (Art. 252, comma 1 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii).

La loro procedura di bonifica è attribuita al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, che può avvalersi dell'ISPRA (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale) e di altri soggetti. L'area in esame, ricadente nel territorio di Portoscuso, insiste su una zona molto compromessa dalle attività industriali e viene riconosciuta come area S.I.N. denominata Sulcis-Iglesiente-Guspinese.

Le opere in progetto rientranti nell'area SIN, opportunamente progettate in relazione a tra le specificità, saranno pertanto poste al vaglio del Ministero divisione salvaguardia ambientale, per l'approvazione.

All'art. 43 comma 4 nelle aree di compromissione (PPR) ambientale dovuta alle attività minerarie dismesse, ai sedimenti ad agli impianti industriali dismessi, alle discariche dismesse o abusive, oltre alle operazioni di bonifica, di messa in sicurezza e recupero, vengono promosse azioni di ripristino dei luoghi, anche al fine della valorizzazione turistico ambientale, tenendo conto della conservazione dell'identità storica e culturale del paesaggio. Il progetto in oggetto non appare in contrasto con l'indirizzo proposto.

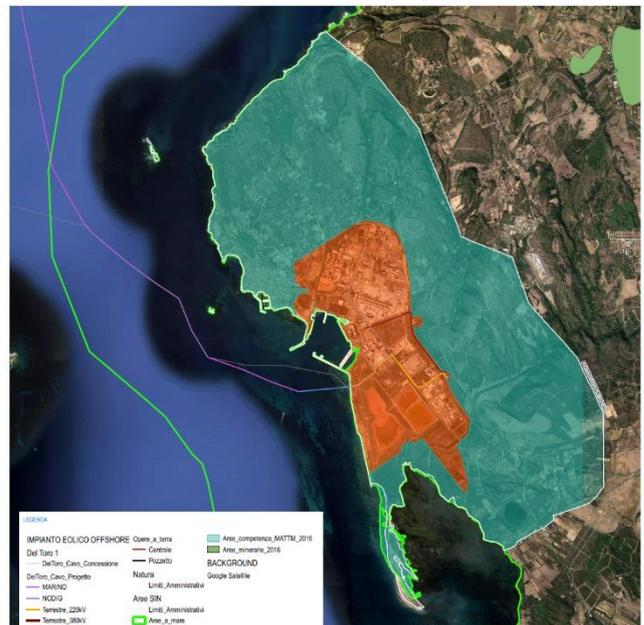


Figura 94: Inquadramento delle opere a terra e in mare rispetto alle aree SIN;

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

6. DESCRIZIONE DEI PROBABILI EFFETTI RILEVANTI DEL PROGETTO SULL'AMBIENTE

Nel presente Capitolo vengono individuati e analizzati i potenziali effetti sull'ambiente connessi con la realizzazione ed esercizio del progetto del parco eolico offshore, evidenziando gli impatti sulle componenti ambientali naturali ed antropiche considerate.

L'energia eolica offshore costituisce una parte significativa degli sforzi internazionali volti a ridurre la dipendenza dai combustibili fossili. Gran parte dello sviluppo iniziale della capacità eolica offshore è avvenuto in Europa tuttavia ad oggi, in virtù degli ultimi accordi e obiettivi che prevedono una riduzione delle emissioni del 55% entro il 2030 e neutralità climatica al 2050, il contributo degli impianti eolici off-shore sarà destinato ad interessare anche altri settori marini del pianeta.

Dall'altra parte è necessario sottolineare che l'attuale sviluppo delle centrali eoliche off-shore è avvenuto in ambito marino ma da ritenere, sotto il profilo delle distanze dalla terraferma, di tipo marino-costiero in quanto sono rari i casi in cui le ubicazioni di tali impianti siano oltre i 10 km dalla linea di costa. La tipologia dell'impianto eolico off-shore in esame s'inserisce in un nuovo contesto di ambito marino, ciò come conseguenza anche dello sviluppo tecnologico del settore che evolve in quello che oggi è definito come "eolico offshore galleggiante".

L'Agenzia internazionale per le energie rinnovabili (IRENA) stima che entro il 2030, ci potrebbe essere una crescita di produzione di energia da off-shore galleggiante che varia da circa 5 GW a 30 GW; tale produzione dovrebbe essere supportata dall'installazione di impianti in diverse parti del mondo e gli impianti eolici galleggianti potrebbero coprire il 5-15% della capacità eolica offshore globale installata entro il 2050. Il progetto eolico offshore galleggiante, Hywind Scotland Pilot Park (30 MW), è stato commissionato nel 2017 e alla fine del 2018 erano stati installati nove impianti eolici offshore galleggianti - quattro in Giappone e cinque in Europa, con una capacità cumulativa di 50 MW. Altri tredici sono stati annunciati a livello globale.

Tuttavia, quest'ultimo è un mercato relativamente nuovo e, nonostante lo sviluppo stia accelerando, diverse sono ancora le incognite e gli studi approfonditi che riguardano i possibili impatti, positivi e negativi, e la validazione di efficaci misure mitigative riguardanti in particolare la componente faunistica.

A oggi i potenziali impatti negativi derivanti dalla presenza d'impianti eolici off-shore galleggianti interessano i seguenti gruppi di fauna selvatica: pesci, mammiferi, rettili e uccelli (ad esempio Wahlberg & Westerberg 2005; Drewitt & Langston 2006; Gilles, Scheidat & Siebert 2009).

La letteratura scientifica disponibile concorda sui principali impatti dell'eolico off-shore:

- i) rischio di mortalità da collisione;
- ii) spostamento dovuto a disturbo (compresi gli impatti acustici);
- iii) effetti barriera (compreso anche l'impatto acustico);
- iv) perdita dell'habitat;
- v) effetti indiretti a livello di ecosistema.

C'è ancora molto da approfondire su questi cinque impatti chiave, ma è chiaro che in generale devono essere considerati con attenzione in tutte le fasi della pianificazione e dello sviluppo di un impianto eolico offshore. L'approccio ampio per intraprendere una valutazione d'impatto nell'ambito della produzione di energia eolica on-shore è spesso ugualmente rilevante per i progetti eolici offshore.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Vi sono anche prove che in alcune circostanze gli impianti eolici offshore possono avere impatti positivi sulla biodiversità, compresa l'introduzione di nuovi habitat, effetto di barriera artificiale e un "effetto riserva" di pesca in cui la fauna marina tende ad aggregarsi a causa dell'esclusione della pesca.

Tuttavia, va notato che ciò può a sua volta portare a una maggiore attrazione degli uccelli marini per ragioni trofiche nell'area dell'impianto eolico.

Nel caso degli impianti off-shore galleggianti, in cui la distanza di ubicazione dalla costa è spesso rilevante, la stima degli impatti su specie e popolazioni faunistiche è spesso difficile e imprecisa. Ad ogni modo per definire gli effetti conseguenti la realizzazione del progetto è necessario definire tutte le fasi e le diverse attività che le costituiscono.

Le principali lavorazioni che dovranno essere eseguite per la realizzazione del parco eolico Del Toro 2 sono riassumibili in diversi macro-interventi distinguendoli per le aree a mare e per le aree a terra:

- **INTERVENTI IN AMBIENTE MARINO - offshore**
 - Trasporto sul sito della turbina;
 - Posizionamento degli ancoraggi e stesura del cavo marino;
- **INTERVENTI IN AMBIENTE TERRESTRE - onshore**

Costruzione delle opere necessarie all'approdo del cavidotto:

- Realizzazione del pozzetto di giunzione tra cavo marino e cavo terrestre;
- Realizzazione della trincea in cui verrà posizionato il cavidotto terrestre interrato;
- Realizzazione della stazione di trasformazione on-shore;
- Realizzazione del tracciato per la posa del cavidotto fino al raggiungimento della stazione Terna a 380 Kv

Gli impatti ambientali sono un cambiamento o una modifica dell'ambiente, essendo una causa o un effetto dovuto all'attività d'intervento umano.

Essi possono essere positivi o negativi:

- L'impatto negativo è una pausa nell' equilibrio ecologico, causando gravi danni e danni per l'ambiente e la salute delle persone e di altri esseri viventi
- L'impatto positivo è il risultato di una regola, norma o misura benefica per l'ambiente.

In base alla durata dell'effetto di un impatto ambientale in un determinato luogo, esiste una classificazione di quattro diversi tipi di impatto ambientale:

- Persistente, che ha un'influenza a lungo termine.
- Temporaneo, che per un certo periodo non ha gravi conseguenze e quindi l'ambiente può recuperare in tempi relativamente rapidi.
- Reversibile, l'ambiente può recuperare, i danni subiti, in un tempo più o meno breve.
- Irreversibile, si tratta di un impatto grave e significativo che impedisce completamente all'ambiente di riprendersi dai danni causati.

Le interazioni tra il progetto e l'ambiente saranno oggetto di successiva valutazione da parte degli Enti competenti con i quali andranno definite tutte le misure di mitigazione volte ad attenuare gli effetti ambientali residui o le eventuali misure di compensazione, qualora necessarie.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

6.1.IMPATTI CONNESSI ALLA FASE DI REALIZZAZIONE

In riferimento agli impatti potenziali sia delle opere offshore che delle opere a terra previste dal progetto, sono stati individuati rispetto alle diverse componenti ambientali naturali ed antropiche.

- Impatto sulla qualità dell'aria;
- Impatto sul clima acustico;
- Impatto sull'ambiente idrico marino;
- Impatto sulla componente ambiente suolo;
- Impatto sulla sicurezza della navigazione;
- Biodiversità;
- Impatto sulle attività di pesca;
- Impatto sulla produzione dei rifiuti;
- Impatto sul patrimonio paesaggistico e culturale;
- Impatto economico

In previsione della realizzazione delle opere di progetto, è possibile assumere quanto segue:

- **INTERVENTI IN AMBIENTE MARINO - offshore:** l'impatto delle attività risulta non significativo e comunque reversibile nel breve periodo;
- **INTERVENTI IN AMBIENTE TERRESTRE - onshore:** si prevedono impatti lievi ed interessati esclusivamente alle aree immediatamente adiacenti all'area di cantiere, comunque reversibili nel breve periodo.

In ogni caso le interazioni tra il progetto e l'ambiente saranno oggetto di successiva valutazione da parte degli Enti competenti con i quali andranno definite tutte le misure di mitigazione volte ad attenuare gli effetti ambientali residui o le eventuali misure di compensazione, qualora necessarie.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

6.1.1. Impatto sulla qualità dell'aria

Le diverse lavorazioni da eseguirsi in fase di realizzazione dell'impianto eolico potenzialmente possono influire sulla qualità dell'aria. Queste possono essere suddivise in:

- **INTERVENTI IN AMBIENTE MARINO - offshore:**
 - trasporto degli aerogeneratori e messa in opera del cavo sottomarino;
- **INTERVENTI IN AMBIENTE TERRESTRE – onshore:**
 - realizzazione dell'elettrodotto interrato e della stazione elettrica di consegna;

Le possibili interazioni tra la componente qualità dell'aria e fase di realizzazione dell'impianto sono:

- emissioni prodotte dai mezzi navali utilizzati per il trasporto della turbina;
- emissioni prodotte dai mezzi navali utilizzati per la stesura del cavo marino;
- emissioni dalle macchine operatrici e dai mezzi a terra per la realizzazione dell'elettrodotto interrato e della stazione elettrica di consegna.

Le attività che si svolgeranno in ambiente marino ricadono nel Mar di Sardegna nel settore Sud Occidentale.

La zona di realizzazione dell'impianto eolico è interessata da diverse rotte navali appartenenti a diverse categorie di traffico.

L'installazione delle turbine avverrà in tempi brevi e si tratta di un impatto reversibile nel breve periodo poiché i mezzi marittimi avranno un'incidenza molto bassa in termini di aumento di emissioni in aria rispetto al già denso numero di navi che gravita in questi specchi acquei.

Le emissioni in aria sono infatti legate al numero di ore che un mezzo marittimo impiega a raggiungere il sito d'installazione, le ore necessarie per installare fisicamente la turbina e il tempo per la posa dei cavi.

Da quanto esposto non si prevedono alterazioni alla qualità dell'aria in relazione alle operazioni di realizzazione dell'impianto eolico per la parte a mare.

Le attività a terra sono normali attività di cantiere ricadenti in un'area già fortemente antropizzata ed industrializzata.

Le emissioni in aria saranno dovute ai mezzi d'opera impiegati nel cantiere, produzione di polveri dovute alla realizzazione delle trincee per la posa del cavidotto interrato e realizzazione delle fondazioni della sottostazione di consegna.

Per quanto riguarda la realizzazione delle opere a terra, in particolare la trincea per il posizionamento del cavo e la costruzione della sottostazione, si prevede un cantiere di dimensioni limitate che procederà per step composto dall'area di scavo/posa tubi ed un'area di stoccaggio temporaneo di terre da scavo.

Il cantiere ricade interamente all'interno dell'area industriale di Portovesme e risulta lontano dai ricettori sensibili e l'impatto potrà essere considerato temporaneo e reversibile.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

6.1.2. Impatto sul clima acustico

Le diverse lavorazioni, volte alla realizzazione dell'impianto eolico, che potenzialmente possono comportare un impatto acustico sono suddivise in:

- **INTERVENTI IN AMBIENTE MARINO - offshore:**
 - trasporto e messa in opera degli aerogeneratori e loro componenti e posa del cavo sottomarino;
- **INTERVENTI IN AMBIENTE TERRESTRE – onshore:**
 - realizzazione dell'elettrodotto interrato e della stazione elettrica di consegna.

Le possibili interazioni tra la componente in esame e la fase di realizzazione dell'impianto sono:

- emissioni sonore prodotte dai mezzi navali utilizzati per il trasporto della turbina e per la sua messa in opera;
- emissioni sonore prodotte dai mezzi navali utilizzati per la stesura del cavo marino;
- emissioni sonore dalle macchine operatrici e dai mezzi a terra per la realizzazione dell'elettrodotto interrato e della stazione elettrica di consegna;
- aumento del traffico terrestre dovuto alla presenza di mezzi operativi nelle aree di cantiere che andranno ad interessare anche la viabilità di collegamento urbana ed extraurbana;

L'impatto acustico dovuto al rumore nella fase di realizzazione sarà intermittente e limitato alle fasi di lavorazione.

È prevista la realizzazione delle turbine in un impianto di produzione previsto in un'area portuale localizzata nel Porto industriale di Oristano (si veda la Tav. 9 – Inquadramento corografico del sito di produzione) e si ritiene non provochi particolari livelli di rumorosità, se non quelli ascrivibili a movimentazione di materiale, rumorosità dovuta al transito di mezzi terrestri lungo la viabilità di accesso al sito.

I mezzi marittimi impiegati nelle fasi di cantiere, sono rappresentati da pontoni galleggianti che attraverso dei rimorchiatori consentiranno il trasporto delle turbine e fondazioni galleggianti, preassemblate, verso l'area di installazione. Questo accorgimento consente di minimizzare gli impatti nel sito di installazione.

Anche per le opere a mare il disturbo acustico sarà di carattere intermittente, limitato e dovuto essenzialmente alla posa degli ancoraggi e del cavo, e quindi al rumore emesso dai mezzi marittimi, trascurabile se rapportato al traffico marittimo che interessa la zona (circa 3500 passaggi di navi all'anno si veda paragrafo: Impatto sulla sicurezza della navigazione).

Data la temporaneità delle operazioni di trasporto dal sito di produzione (120 km circa), verso il sito di installazione e l'installazione stessa si ritiene che il regime sonoro prodotto sia compatibile con gli attuali livelli di rumorosità generati dal traffico marittimo.

Installate le turbine galleggianti si dovrà procedere con la posa dell'elettrodotto marino.

La posa avverrà dal sito Del Toro 2, su fondali che mediamente si attestano attorno ai -2800/-2850 m di profondità fino al punto di sbarco.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

La rumorosità è dovuta al mezzo marittimo che avanza lungo il tracciato di progetto posando il cavo sul fondale e il livello di emissione sonora generato si ritiene non possa influire sulle specie marine in quanto confrontabile con quello delle navi che abitualmente transitano in questa zona.

Terminate le operazioni della posa del cavo il livello sonoro associato a questa lavorazione si esaurisce.

I suoni generati dall'attività della nave per la posa del cavo non influiscono sul comportamento delle diverse specie ittiche, in quanto il rumore subacqueo indotto è confrontabile con il preesistente livello di insonificazione dell'area e si esaurisce una volta terminate le operazioni di posa oppure induce le specie ad evitare le aree in maniera solo temporanea.

Il rov che verrà utilizzato per l'interramento del cavo è di tipo elettrico e praticamente non produce emissioni sonore.

Il rumore sottomarino collegato all'evento, temporaneo e localizzato nello spazio della posa dei cavi sottomarini, risulta dunque lieve e reversibile nel breve periodo.

Per quanto riguarda l'area di realizzazione dell'opera a mare, data la lontananza del sito rispetto alla costa (circa 75 km dall'isolotto Del Toro), si può escludere qualsiasi previsione di impatto permanente sull'ambiente terrestre.

Va, infatti, considerata la temporaneità dell'interferenza, perché il disturbo permane esclusivamente durante le fasi in cui vengono svolte le attività di cantiere in area portuale.

Per questa serie di considerazioni, l'impatto acustico generale dell'opera durante la fase di costruzione si ritiene trascurabile e reversibile nel breve periodo.

L'area della sottostazione di consegna si trova in una zona considerata periurbana, e quindi i recettori sensibili sono in posizioni sufficientemente distanti dal sito per non risentire degli effetti della realizzazione dell'opera.

Si ritiene pertanto l'impatto irrilevante/trascurabile in quanto temporaneo e puntuale.

6.1.3. Impatto sull'ambiente idrico marino

Le possibili interazioni tra l'ambiente idrico marino e l'intervento in progetto sono attribuibili a:

- risospensione dei sedimenti nel corso delle attività di posa del cavo sottomarino,
- occupazione/limitazione d'uso degli specchi acquei esterni all'area in concessione nel corso della realizzazione degli interventi previsti,
- potenziale alterazione delle caratteristiche di qualità delle acque per effetto, per esempio, di spandimenti accidentali dai mezzi impiegati per la costruzione;

Le procedure per l'installazione del sistema di ancoraggio e la posa del cavo sottomarino, che saranno definite in una fase progettuale successiva, potranno prevedere disposizioni necessarie al fine di minimizzare gli impatti ambientali.

In questa fase primo fra tutti i possibili effetti sulla componente ambientale analizzata è il temporaneo aumento di torbidità dell'acqua.

Questo si verifica per esempio durante le operazioni di interrimento del cavo (dove possibile, e se previsto in progetto, salvaguardando l'ecosistema marino presente e adottando tecniche ambientalmente compatibili), o quando la posa avviene su fondali sabbiosi.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

La torbidità sarà comunque temporanea e limitata ad un abito spaziale molto ristretto. Quanto sopra può ritenersi valido anche per il posizionamento degli ancoraggi delle turbine. Per quanto riguarda l'occupazione di specchio acqueo, un'opportuna programmazione degli interventi potrà permettere la minimizzazione la presenza dei mezzi navali utilizzati per la costruzione, riducendo ulteriormente eventuali prelievi e scarichi idrici. Durante le attività di cantiere possono verificarsi dei fenomeni accidentali di spandimenti di olii o altre sostanze e pertanto i mezzi marittimi impiegati nelle lavorazioni dovranno essere dotati di idonee panne galleggianti ed assorbenti. Nel caso in cui si verificassero queste condizioni dovranno essere messe in atto tutte le misure e i presidi necessari, in linea con la normativa vigente, atti alla limitazione del fenomeno e al ripristino delle condizioni ante intervento.

6.1.4. Impatto sulla componente ambiente suolo

L'interazione tra l'intervento in progetto e la componente suolo, è riconducibile a:

- **INTERVENTI IN AMBIENTE TERRESTRE - onshore:**
 - Realizzazione del pozzetto di giunzione tra cavo marino e cavo terrestre;
 - Realizzazione della trincea in cui verrà posizionato il cavidotto terrestre interrato;
 - Realizzazione della stazione di trasformazione on-shore;
 - Realizzazione del tracciato per la posa del cavidotto fino al raggiungimento della stazione Terna Sulcis a 380 kV.

- **INTERVENTI IN AMBIENTE marino - offshore:**
 - Realizzazione del tratto di cavo no-dig;
 - Realizzazione del cavo in trincea;
 - Posizionamento del cavo appoggiato sul fondale;

Parte a Terra

Tutte le operazioni di movimentazione delle terre dovranno essere procedute da idonea caratterizzazione da effettuare ai sensi del DPR 120/2017.

La sottostazione di consegna verrà realizzata in un'area ricadente all'interno della zona industriale di Portovesme come si evince dalla tavola progettuale allegata (Tav. 10 – Tracciato cavidotto e ubicazione sottostazione di consegna su aerofoto).

La lunghezza del tracciato del cavidotto a terra è pari complessivamente 5.00 km circa ripartiti in:

- 2.56 km dal pozzetto di giunzione alla sottostazione (Cavo terrestre a 220 kV);
- 2.37 km per il cavo dalla sottostazione di trasformazione on-shore al raggiungimento della stazione Terna a 380 kV (Cavo terrestre a 380 kV).

Il suo percorso interessa la viabilità presente all'interno dell'area industriale e quindi non comporta una sottrazione di aree. I volumi di scavo in questa fase preliminare considerando le larghezze delle trincee tipo per la posa dei cavi, la realizzazione delle fondazioni della sottostazione ammontano a circa 6500 mc.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

La realizzazione della trincea comporterà l'asportazione temporanea del materiale di scavo che verrà poi riutilizzato per le operazioni di rinfiacco (compatibilmente con la natura del materiale), in aggiunta a materiale idoneo alla realizzazione del letto di posa del cavidotto interrato.

Le misure preventive proposte in questa fase preliminare possono essere così riassunte:

- Individuazione di un'area idonea per il deposito temporaneo dei rifiuti, divisi per categoria e nel rispetto delle norme vigenti. Tali aree dovranno essere protette e suddivise in funzione della tipologia di rifiuto;
- dovrà essere minimizzata la produzione di rifiuti privilegiando, se possibile una volta accertata la compatibilità ambientale mediante caratterizzazione, il riutilizzo in sito delle terre e rocce da scavo;
- preferire, se possibile, operazioni di trattamento e recupero allo smaltimento in discariche autorizzate;

Durante fase di cantiere ed in riferimento alle attività precedentemente descritte, non si prevede un consumo di risorse e di energia così rilevante da presupporre una diminuzione della disponibilità locale delle stesse. Con l'analisi preliminare ad oggi condotta, e in considerazione delle informazioni ad oggi disponibili, l'impatto sulla componente, è da considerarsi temporaneo e reversibili nel breve periodo.

Parte a mare

La realizzazione del cavo impone la movimentazione di sedimenti marini sia per il tratto da realizzare con tecnologia no-dig che per il tratto in trincea.

Tutta l'attività in mare si svolgerà all'interno del Sito di Interesse Nazionale (SIN) del Sulcis Iglesiente Guspinese perimetrato in via definitiva con DM 304 del 28/10/2016 e pertanto le opzioni di gestione del sedimento devono essere valutate nel rispetto del DM 172/2016 emanato in attuazione dell'articolo 5-bis, comma 6, della legge 28 gennaio 1994, n. 84, e disciplina le modalità e le norme tecniche delle operazioni di dragaggio nelle aree portuali e marino costiere poste in siti di bonifica di interesse nazionale, anche al fine del reimpiego dei materiali dragati ovvero per gli utilizzi di cui al comma 2 del medesimo articolo 5-bis.

Si dovrà pertanto procedere alla caratterizzazione chimico fisica dei materiali da movimentare che potranno essere reimpiegati per il rinterro del cavo solo qualora *presentino, all'origine ovvero a seguito di trattamenti aventi esclusivamente lo scopo della rimozione degli inquinanti, ad esclusione dei processi finalizzati alla immobilizzazione degli inquinanti stessi, caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche idonee con riferimento al sito di destinazione, e non presentino positività ai test eco-tossicologici.*

Qualora i sedimenti da movimentare contengano particolari concentrazioni di inquinanti potrà essere necessario delimitare le aree di movimentazione con dei sistemi di confinamento delle acque quali panne galleggianti dotate di gonna fino al fondale o barriere di microbolle.

Si ritiene che a seguito della precisa definizione della natura dei sedimenti da movimentare gli impatti di tale fase lavorativa sul sottosuolo possano considerarsi di lieve impatto e reversibili.

Il tracciato del cavo ed il posizionamento del parco eolico sono stati inoltre ottimizzati al fine di escludere ogni interferenza con il coralligeno.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

6.1.5. Impatto sulla navigazione marittima e sulla sicurezza della navigazione

Il Mar di Sardegna risulta crocevia di rotte sia per quanto riguarda il trasporto passeggeri sia per il trasporto di merci, rotte che hanno segnato il percorso della storia di questo mare.

Attualmente le principali rotte sono attribuibili ai grandi accentratori di traffico quali il Porto di Cagliari per il trasporto dei passeggeri, il porto canale per le merci e per la prospettiva della ripresa del termine HUB di container, per il traffico delle petroliere per il terminale di Sarroch e se pure in misura ridotta per il traffico di rinfuse del Porto di Portovesme. Numerose sono inoltre le rotte di passaggio di navi che non hanno come destinazione i porti dell'Isola.

Per definire i flussi che insistono sull'area in esame sono state utilizzate le mappe di densità di traffico marittimo rese disponibili on-line e consultabili in ambiente GIS, attraverso layer WMS, scaricabili da EMODnet (European Marine Observation and Data Network).

La mappa della densità delle navi è un prodotto di dati che mostra la distribuzione del traffico marittimo, in base al numero istantaneo di navi per unità di superficie.

Queste vengono generate a partire dalle posizioni delle navi recuperate dal Sistema di identificazione Automatica (AIS).

Il sistema è concepito per assistere gli ufficiali di guardia delle navi e consentire alle autorità marittime di tracciare e monitorare i movimenti delle navi per scopi quali prevenzione delle collisioni, sicurezza marittima, aiuto alla navigazione, ricerca e soccorso, ecc.

Per maggiori informazioni sulla metodologia di analisi di produzione delle mappe e stima della densità si faccia riferimento al documento: EU Vessel Density map Detailed Method reso disponibile da www.emodnet.eu.

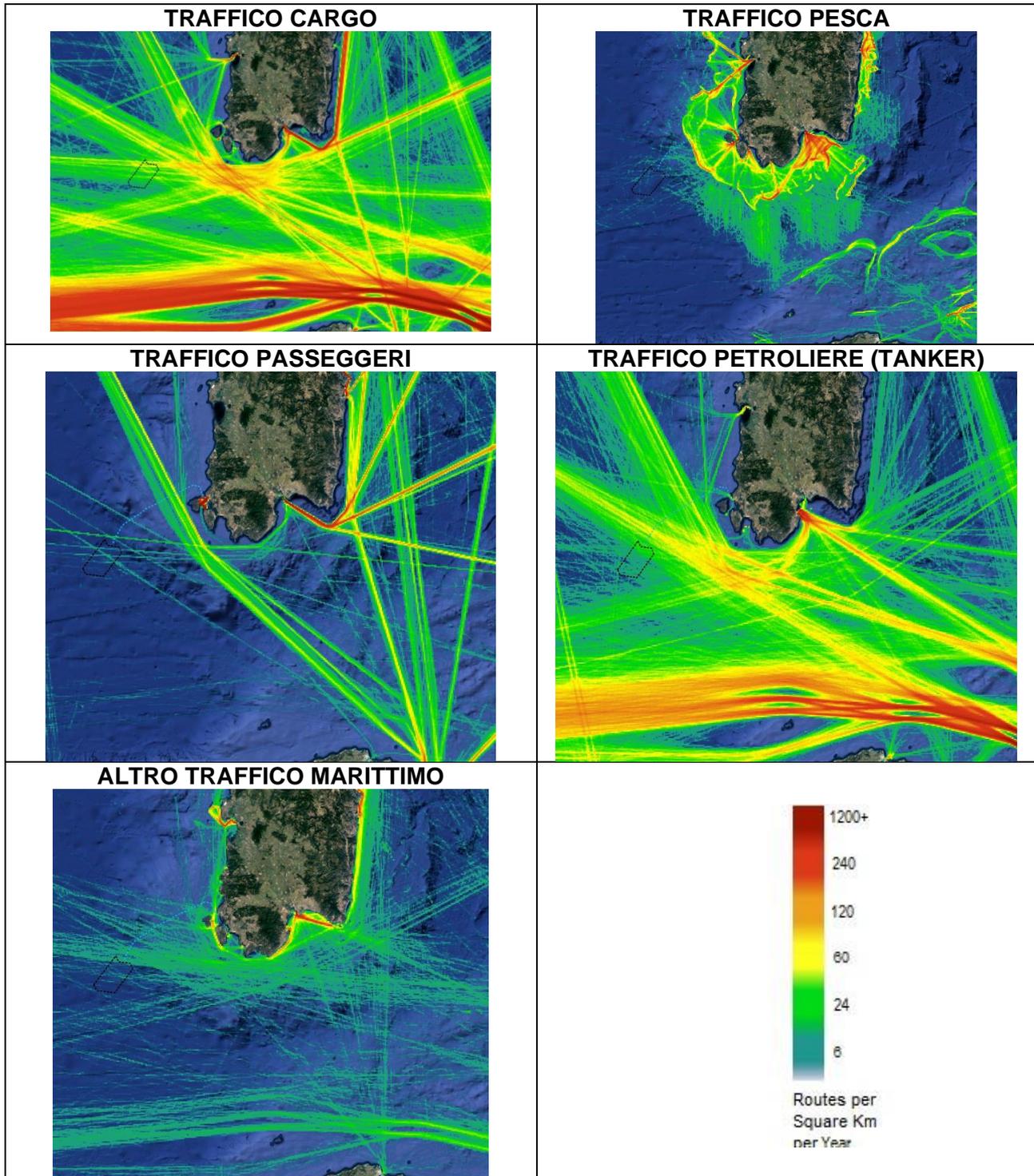
Le mappe di densità sono scaricabili per anno e per categorie di naviglio.

Nel caso in esame si evidenzia che le rotte navali tipicamente presenti nell'area appartengono alle seguenti categorie:

- navi cargo per il trasporto merci,
- navi tanker o petroliere per il trasporto di combustibili in forma liquida o gassosa,
- navi da pesca,
- navi da crociera e/o traghetti per il trasporto persone.
- Altro.

Per evidenziare la densità delle rotte attorno all'area di realizzazione degli impianti eolici, è stata predisposta una tavola (Tav. 3.1 Planimetria inquadramento impianto eolico su densità traffico navale) e accanto a ciascuna tipologia di traffico è stata stimata, attraverso l'analisi delle carte, la densità delle rotte navali.

Dalla rappresentazione grafica è possibile definire la densità delle rotte per ciascuna categoria di traffico e valutare in prima approssimazione l'impatto nella realizzazione dell'impianto eolico.



Come riportato nell'elaborato grafico specifico e nell'immagine precedente, la colorazione indica il tempo di navigazione mensile su un'area di estensione 1 km². Nell'area di installazione del parco eolico il flusso navale complessivo ammonta a circa 1800 navi /anno.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>

A seguire si riporta una tabella contenente il numero di navi per kmq per anno:

TIPOLOGIA DI TRAFFICO	Del Toro 2 n° navi km ² anno
CARGO	30
PESCA	6
PASSEGGGERI	5
TANKER	15
ALTRO	5

Ovviamente per ogni tipologia di trasporto marittimo andrebbero fatte delle specifiche valutazioni sulla percentuale di traffico che andrebbe ad intercettare la sua rotta l'area di rispetto del parco eolico.

Considerare che le rotte prevalenti delle petroliere dirette al terminale di Sarroch provengono dal canale di Suez così come per il traffico dei container.

Il traffico in uscita di tali flussi ha in gran parte destinazione verso la parte centro-meridionale del Mediterraneo Occidentale essendo la parte settentrionale dotata di grandi Porti diretti sia per il traffico petrolifero che per i container.

Ovviamente queste considerazioni potranno essere valutate da un esame delle origini e destinazione dei traffici, anche se la deviazione della rotta ideale imposta dalla presenza del vincolo creato dalla presenza del parco eolico è assolutamente limitata.

In realtà una deviazione di circa 4nm su percorsi valutabili in centinaia, se non migliaia di nm, appare, tenuto conto di una maggior durata del percorso di circa 10' del tutto irrilevante sia in termini di costo energetico che di costo del tempo.

In tal senso l'impatto può considerarsi irrilevante.

Questa considerazione vale ovviamente sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio.

▪ Sistema locale dei trasporti

In generale si può escludere qualsiasi forma di conflittualità tra il sistema di trasporti stradale e i percorsi a terra previsti a servizio dell'impianto eolico Del Toro 2.

Questi si svolgono infatti all'interno dell'area industriale in modo del tutto compatibile con l'articolazione dei trasporti interni funzionale all'area portuale.

Del tutto inesistenti sono i condizionamenti del traffico ferroviario e aereo per la mancanza del territorio di infrastrutture a terra che possono essere coinvolte.

Una considerazione più approfondita merita il trasporto marittimo locale fondamentalmente costituito dai Porti di Portovesme e Calasetta che collegano il porto di Carloforte l'Isola di San Pietro.

Mentre per la tratta Calasetta-Carloforte non si hanno interferenze con le rotte dei traghetti, durante la fase di posa del cavo, quando la nave posacavi si troverà in corrispondenza dell'imboccatura del porto di Portovesme, sarà sufficiente una modesta modifica della rotta del traghetto che si dirige a Carloforte.

Più articolata si pone la trattazione del trasporto marittimo su Portovesme. Infatti oltre al collegamento con l'isola di San Pietro il porto deve garantire la funzionalità delle industrie

presenti nell'area industriale con il trasporto per via marittima di rinfuse solide e liquide valutate mediamente in circa 800 000 t/anno.

Le portarinfuse utilizzate hanno un pescaggio variabile ed occorre tener presente come tra gli interventi previsti di potenziamento del porto si prevede un approfondimento a -11.00m dei fondali del porto.

La rotta di avvicinamento all'area portuale da parte del naviglio commerciale avviene da Nord del Canale di San Pietro attraverso un accesso riservato appositamente tracciato sulle carte nautiche.

Il tracciato del cavo non interferisce con il canale navigabile riservato all'accesso al porto.

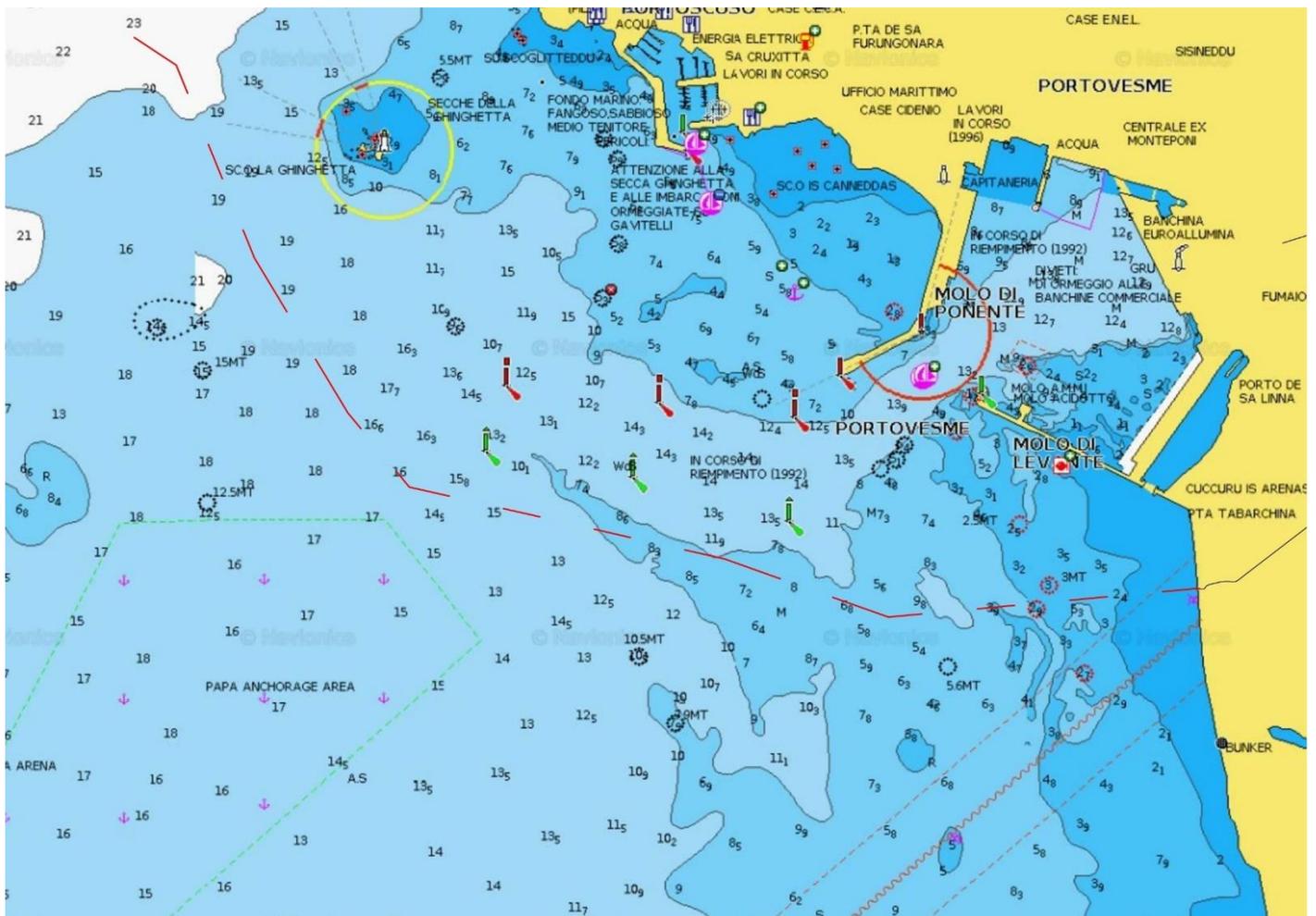


Figura 95 Il cavo elettrico posizionato su carta nautica dove è riportato il canale di accesso la porto di P Vesme (boe rosse e verdi).

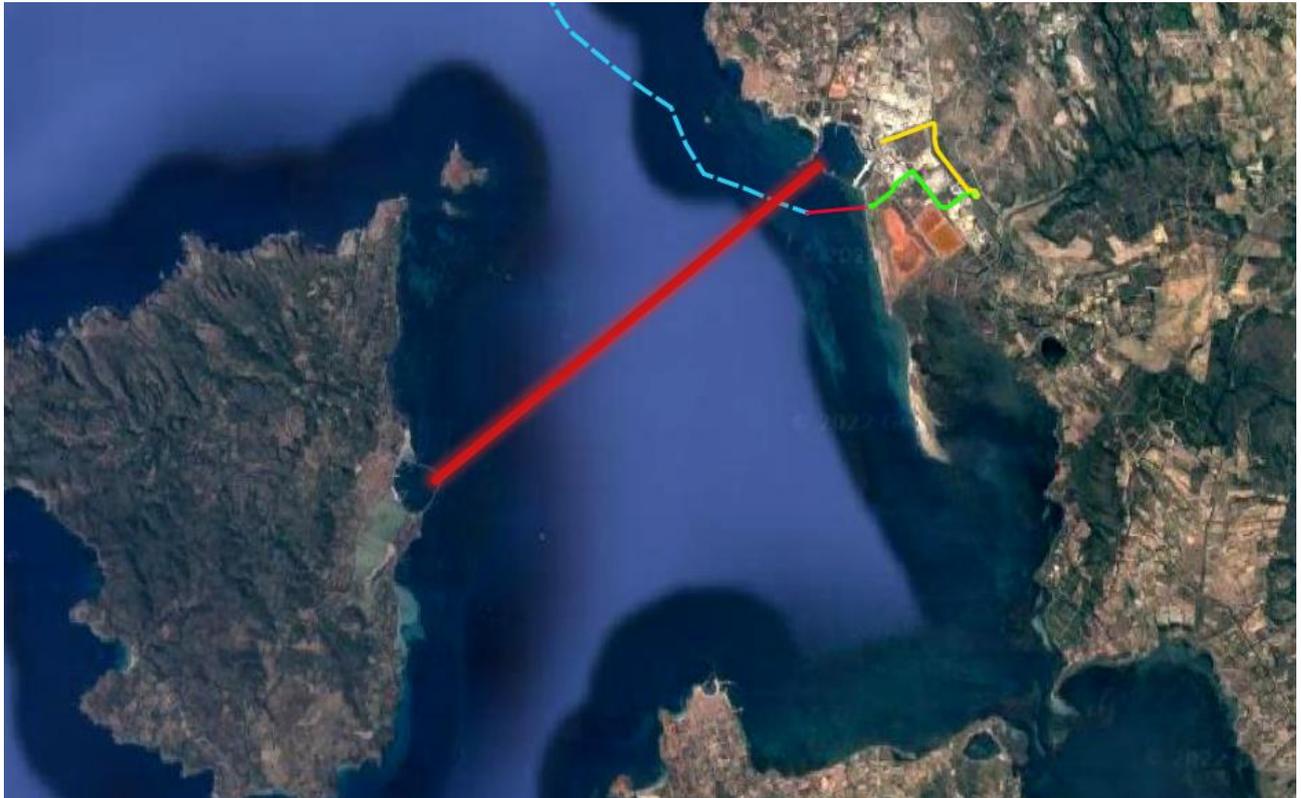


Figura 96 Rotta da e per San Pietro e cavo previsto in progetto

Analizzata la situazione relativa al traffico marittimo che insiste nell'area di realizzazione dell'impianto eolico Del Toro 2 è possibile analizzare il potenziale impatto generato durante la fase di realizzazione dell'impianto.

▪ **Impatto sulla sicurezza della navigazione**

In fase di realizzazione dell'opera verrà impiegato un esiguo numero di mezzi navali per eseguire le operazioni in mare quali:

- trasporto dal sito di produzione delle turbine e la loro installazione nel sito Del Toro 2.
- Installazione degli aerogeneratori e degli ancoraggi;
- Stesa del cavo marino attraverso una nave posacavi.

I potenziali impatti sulla sicurezza della navigazione, che si possono generare durante queste operazioni, sono:

- limitazione/perdita d'uso dello specchio acqueo;
- interferenze con il traffico marittimo (inclusa la pesca e la navigazione commerciale e da diporto);

In fase di cantiere quindi per garantire idonei livelli di sicurezza verranno emanate apposite ordinanze da parte degli enti preposti (Capitaneria di porto) per garantire la sicurezza della navigazione.

In questa fase sarà necessario quindi coordinare gli interventi seguendo una calendarizzazione delle operazioni tra l'impresa esecutrice e gli enti preposti.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

La temporaneità del cantiere in riferimento alla realizzazione delle opere a mare, si ritiene che possa generare un impatto irrilevante e reversibile nel breve periodo poiché i mezzi impiegati per la costruzione del parco avranno infatti un'incidenza molto bassa rispetto al numero di mezzi che già transitano sulle rotte del Mar di Sardegna.

6.1.6. Impatto sulla fauna e sul benthos - fase di realizzazione opere in mare

In generale la fase di costruzione dell'impianto eolico off-shore prevede la preparazione di attrezzature e componenti, la mobilitazione di apparecchiature e macchinari, lavori di preparazione dei fondali a terra e in mare aperto, lavori di ingegneria civile (compreso l'adeguamento dei porti esistenti, la realizzazione o il miglioramento delle vie di accesso nuove o ampliate per ospitare la logistica dei componenti) e lavori inerenti alle linee elettriche.

La sequenza d'installazione di un parco eolico off-shore comporta l'interessamento di due ambiti ecosistemici ben distinti, uno terrestre e l'altro marino; quest'ultimo sarà oggetto dei seguenti interventi nella fase di cantiere:

- installazione dei sistemi di ancoraggio;
- installazione delle fondazioni galleggianti e degli aerogeneratori;
- installazione della stazione di trasformazione offshore;
- posa sul fondale del cavo elettrico.
- trasporto degli aerogeneratori dal porto industriale di Oristano al sito d'intervento proposto

Le energie rinnovabili derivanti da impianti eolici marini permettono di aiutare nello sforzo di ridurre le emissioni di carbonio a livello globale. Come per qualsiasi sviluppo su larga scala nell'ambiente marino, tuttavia, comporta incertezza sui potenziali impatti ambientali.

In questi paragrafi verranno discussi gli eventuali impatti e le conoscenze o le incertezze su come questi effetti possono manifestarsi.

Molti degli effetti previsti sono comuni con altri tipi di impianti nell'ambiente marino; per esempio, strutture sommerse portano a preoccupazioni per il cambiamento degli habitat e il cambiamento delle comunità bentoniche. Altri effetti sono relativamente esclusivi di particolari sistemi in funzione del tipo di energia sfruttata. Sebbene molti potenziali impatti siano inevitabili ma misurabili, auspicheremmo sostenere che è possibile (e necessario) ridurre al minimo gli altri attraverso un attento sviluppo dello studio che porta alla selezione del sito da occupare. Lo sviluppo di questi siti per ubicare tali strutture, tuttavia, porterà a effetti cumulativi che dobbiamo comprendere per evitare impatti ambientali. È compito di questo team, formato da regolatori, ingeneri ed esperti ambientali, che procede allo studio preliminare di questi siti, di elaborare strategie lavorando congiuntamente per raggiungere il duplice obiettivo comune di sviluppare energie pulite rinnovabili e preservare, per quanto sia possibile, l'ambiente marino e l'ecosistema nel suo complesso. I potenziali impatti ambientali legati allo sviluppo di impianti eolici offshore sono legati fondamentalmente a fattori come l'aumento dei livelli di rumore, i cambiamenti degli habitat bentonici e pelagici.

Oltre ai potenziali impatti negativi, vi sono però possibili benefici anche per l'ambiente marino. Le basi delle turbine eoliche possono fungere da attrattori per diverse tipologie di animali, sia sessili che bentonici, formando un nuovo ecosistema che potrebbe fungere anche come protezione per certe tipologie di specie. Di conseguenza potrebbe esserci anche un aumento specifico di forme sessili ed animali che se ne nutrono, inclusi pesci e mammiferi.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Un altro potenziale vantaggio è l'effetto "riserva" che si verrebbe a creare in quanto la zona occupata dalle turbine diventerebbe direttamente una "no take zone" dove sia lo strascico che la pesca sarebbe vietata. L'esclusione di alcuni o di tutti i tipi di pesca potrebbe anche comportare un aumento locale dell'abbondanza di prede per i predatori apicali, riducendo al contempo il rischio di catture accessorie negli attrezzi da pesca. Infine, potrebbe esserci anche l'opportunità, in futuro, di combinare o integrare i parchi eolici offshore con acquacoltura in mare aperto (Boehlert GW, Gill 2010). In questi paragrafi che seguono saranno descritte, sulla base della letteratura scientifica recente, e sulla base delle nostre esperienze nella valutazione degli impatti marini, i potenziali effetti dei campi eolici offshore sulle diverse componenti marine. In particolare, sui mammiferi marini, sul benthos marino e sui pesci e forniremo raccomandazioni ed indicazioni sui monitoraggi futuri che dovranno essere effettuati per mitigare e ridurre al minimo tutti i potenziali impatti. La raccolta di dati strategicamente mirata consentirà di rispondere alle domande per il processo di consenso e di prendere decisioni sulla base delle migliori informazioni disponibili per raggiungere un equilibrio tra gli obiettivi e la tutela dell'ambiente marino.

Mammiferi marini

Per valutare l'impatto sulle specie marine è necessario disporre di sufficienti informazioni di base sulla distribuzione, l'abbondanza e le loro tendenze all'interno dell'area di potenziale effetto. Ciò è particolarmente impegnativo per molte specie marine poiché alcuni fattori di stress, come il suono sottomarino, possono viaggiare per lunghe distanze e queste specie sono spesso altamente mobili e/o migratrici. Di conseguenza, l'area di potenziale effetto può estendersi ben oltre le immediate vicinanze dello sviluppo proposto.

Le rinnovabili offshore hanno il beneficio di concorrere alla mitigazione degli impatti dei cambiamenti climatici, tuttavia, il rumore derivante dalla costruzione e dal funzionamento può avere effetti negativi anche sui mammiferi marini come il tursiope (*Tursiops truncatus*).

Richardson et al. (1995) definiscono quattro zone di influenza del rumore, a seconda della distanza tra sorgente e ricevitore. La zona di udibilità è definita come l'area all'interno della quale l'animale è in grado di rilevare il suono. La zona di reattività è la regione in cui l'animale reagisce comportamentalmente o fisiologicamente.

La zona di mascheramento è molto variabile, di solito tra udibilità e reattività e definisce la regione all'interno della quale il rumore è abbastanza forte da interferire con il rilevamento di altri suoni, come segnali di comunicazione o clic di ecolocalizzazione. La zona di perdita dell'udito è l'area vicino alla sorgente di rumore in cui il livello sonoro ricevuto è sufficientemente alto da causare danni.

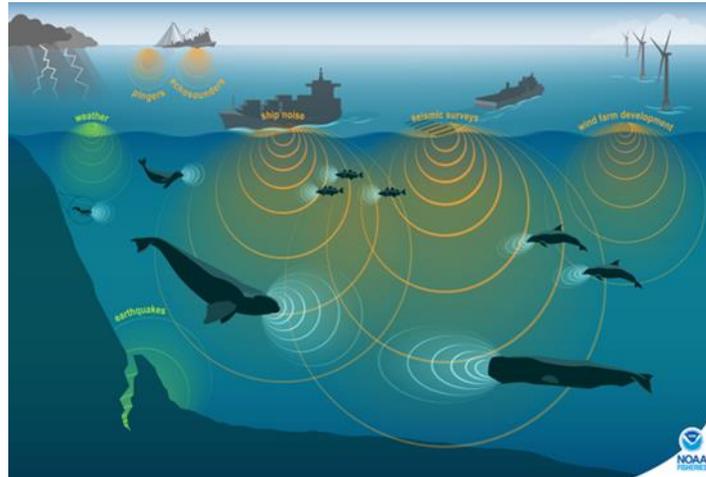


Figura 97: Gli animali marini vivono in un habitat rumoroso con i rumori combinati dell'uomo, della natura e di altre specie. Questa illustrazione concettuale mostra immagini di sorgenti sonore umane, animali marini e ambientali e onde sonore approssimativamente proporzionali: NOAA Pesca. <https://www.fisheries.noaa.gov/national/science-data/ocean-noise>

L' area di studio per l'impianto eolico Del Toro 2, è condizionata dai rumori antropici, derivanti sia dalle rotte navali, dalle aree di pesca e stagionalmente dalle esercitazioni militari nell'area contigua di Capo Teulada.

Tali esercitazioni sono Terrestri, Aeree e Marine. Non è dato sapere se le esercitazioni militari marini comprendano l'utilizzo di sonar militari. Ma i suoni causati da tali esercitazioni, sono notevolmente superiori a qualsiasi altra attività antropica.

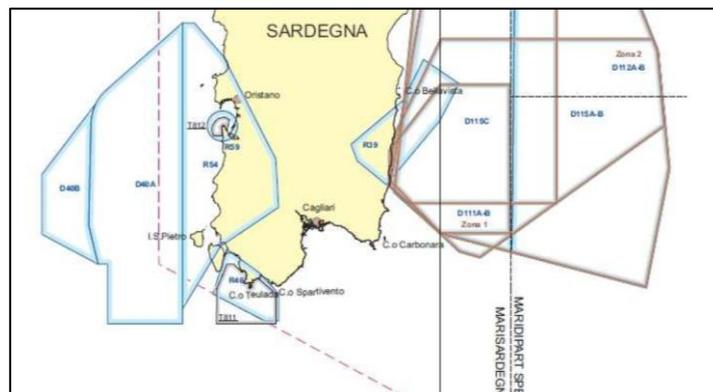


Figura 98: La figura rappresenta la massima estensione delle aree a mare e a terra impiegate durante le esercitazioni a fuoco nei poligoni militari della Regione Sardegna

Durante la fase di realizzazione i potenziali possono essere dovuti a diverse cause tra cui:

- il rumore delle navi impiegate durante le fasi di cantiere (approvvigionamento degli aerogeneratori, installazione e stesa del cavo marino);
- aumento del traffico navale nell'area dei lavori;
- possibilità di sversamento di olii e materiali inquinanti in mare (plastica).

In merito ai tre potenziali impatti si può affermare che, data la temporaneità delle operazioni il traffico navale dovuto alla realizzazione dell'impianto del Toro 2 è una ridotta percentuale rispetto a quello che gravita nelle aree di realizzazione.

Quindi l'impatto dovuto a questa componente può essere considerato reversibile e temporaneo. Al fine di evitare qualsiasi inquinamento, tutti i mezzi navali impiegati saranno dotati di serbatoi per le acque nere e le operazioni che avranno luogo in mare aperto saranno effettuate senza

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

scarico a mare di reflui. Le acque raccolte saranno portate a terra per essere opportunamente trattate o smaltite.

Anche i rifiuti generati a bordo dei mezzi navali saranno stoccati a bordo e sbarcati a terra per il successivo trattamento.

Infine, i rifiuti generati dalle attività in porto e nelle aree a terra verranno immagazzinati e opportunamente trattati.

I mezzi marittimi dovranno inoltre essere dotati di panne galleggianti ed assorbenti.

Alla luce delle considerazioni fatte, l'impatto del progetto sulla fauna marina durante la fase di costruzione è trascurabile e temporaneo poiché limitato al solo tempo di realizzazione dei lavori.

Impatti sul benthos marino

La carta delle biocenosi bentoniche, preliminare, del Sud Ovest della Sardegna ci indica una varietà di habitat compresi tra i 0 e i 100 m di profondità. Questi habitat comprendono diverse tipologie di fondali, fondi molli e fondi duri. Ma il principale habitat di quest'area è dato dalla prateria a Posidonia oceanica. Il sedimento sublitorale poco profondo rappresenta un habitat di particolarmente interessante per il benthos mediterraneo, in quanto è l'area di impianto della Posidonia oceanica, elencata come habitat naturale prioritario nell'allegato 1 della Direttiva Habitat CE (2/43/CEE). Oltre i 100 metri di profondità i principali habitat sono costituiti dal detritico costiero nelle sue varie forme. I potenziali impatti dovuti alla costruzione di un impianto eolico offshore possono essere ben distinti in funzione del substrato che viene coinvolto.

Se pur ricco di specie il detritico costiero non ha un habitat così complesso come i fondi duri a coralligeno o la biodiversità di una prateria a Posidonia oceanica. La struttura e la funzione degli ecosistemi a fondo duro, come il coralligeno, sono costituite da specie fragili e a crescita lenta.

Gli impatti potenziali sono dovuti al contatto che certe strutture, durante la realizzazione del parco eolico, hanno con il fondale marino, un impatto sull'ambiente che modella le comunità bentoniche dei fondi duri. Il passaggio della linea elettrica, che congiunge il cavo dall'impianto offshore a terra, passando sopra queste comunità, potrebbe danneggiare strutture e habitat che impiegano anche decenni per crescere di pochi centimetri.

Questo in fase di realizzazione, ma in un secondo tempo, nella funzione di esercizio dell'impianto l'impatto potenziale potrebbe essere minimo. Quindi è imperativo identificare con precisione le posizioni degli habitat in modo da ridurre al minimo gli effetti dell'installazione sia dell'impianto eolico sia dei cavi.

Gli habitat dei fondi molli sono dominanti nelle porzioni più profonde della parte sudoccidentale della Sardegna.

Sebbene gli habitat sabbiosi o fangosi siano a volte considerati aridi, sono in realtà altamente dinamici e pieni di vita. Gli habitat sedimentari costieri sono aree di accumulo con alti livelli di nutrienti e sono un vivaio per molte specie ecologicamente ed economicamente importanti, come gamberi e merluzzi. Gli habitat sedimentari costieri fungono anche da zone di alimentazione perché ospitano un'abbondanza di organismi invertebrati epibentonici, un'importante fonte di cibo per animali marini. Gli invertebrati dell'infauna modificano il sedimento e strutturano l'habitat, rendendoli specie chiave nonostante le loro piccole dimensioni individuali. Le modifiche del fondo marino con il movimento dei sedimenti tramite

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

l'installazione di cavi e strutture di ancoraggio possono influenzare la distribuzione degli organismi sui fondi molli. Durante la costruzione e lo smantellamento, gli habitat sedimentari possono essere direttamente disturbati dal movimento di ancore, sottostazioni e cavi elettrici sottomarini. Si ipotizza che questi effetti saranno simili a quelli associati ai disturbi legati al dragaggio, quindi ci si può aspettare una perdita locale di infauna e gli organismi bentonici mobili verrebbero temporaneamente spostati.

Gli impianti eolici offshore galleggianti sono costituiti da catene/cime di ormeggio e ancore o similari che sono posizionati sul fondo marino. Queste strutture variano di lunghezza e di dimensione a seconda della costruzione e della profondità di esercizio.

Queste strutture, in parte fisse, ed in parte semoventi possono intaccare la dinamica delle popolazioni bentoniche della piattaforma continentale interna, media ed esterna, ad una varietà diversa di scale spaziali.

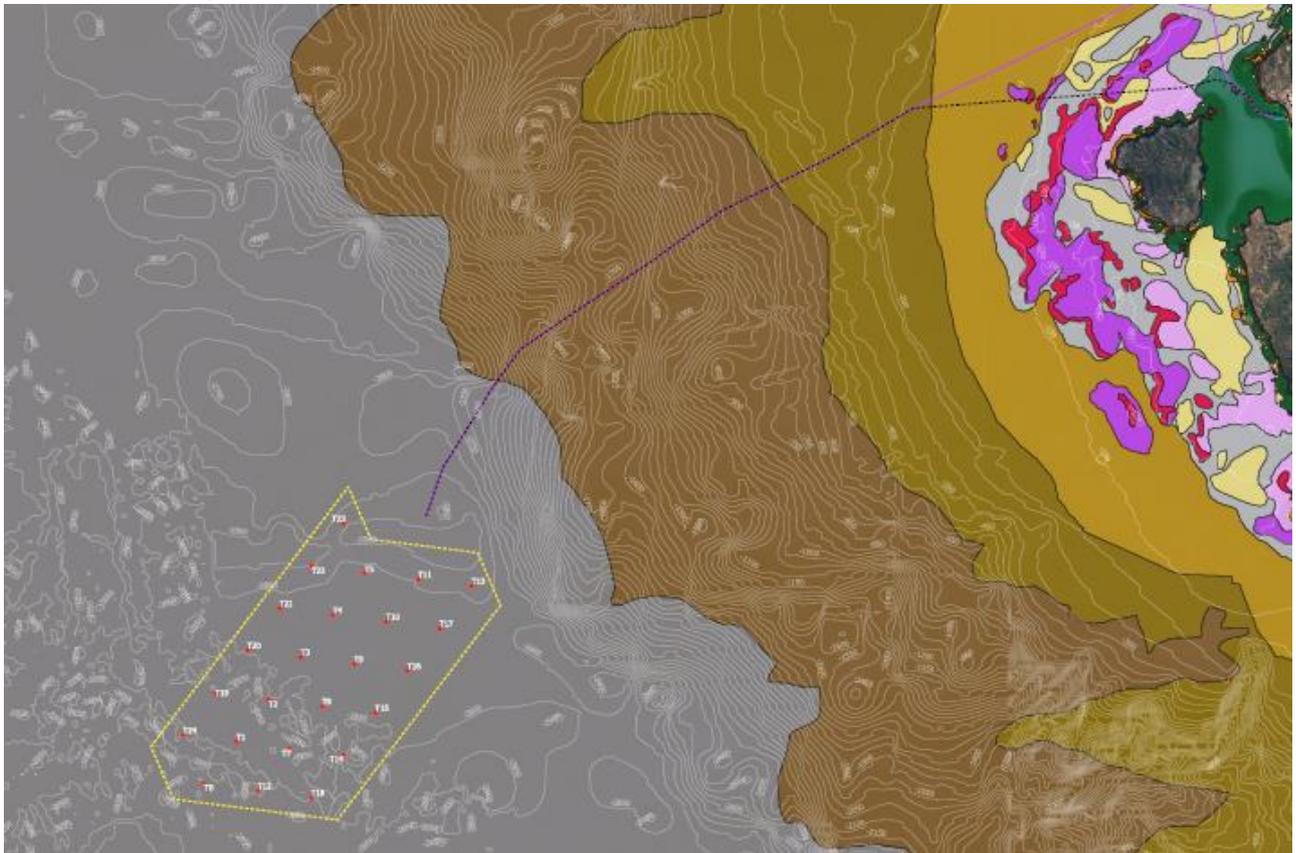


Figura 99: Posizione del cavo sottomarino prima (tratteggiato) e dopo l'ottimizzazione (magenta) per mitigare gli impatti sul benthos. In rosso ed in viola nella figura si possono vedere le biocenosi del coralligeno e del precoralligeno.

Durante la stesura di questa relazione preliminare, in base ai primi dati ottenuti, è stato proposto di cambiare il percorso del cavo sottomarino che dall'impianto eolico del Toro 2 si collega verso terra. Infatti, per evitare impatti nel coralligeno profondo il cavo verrà posto in un fondale costituito principalmente da sedimenti incoerenti con habitat meno complessi e numerosi rispetto al coralligeno profondo.

Uno altro dei potenziali impatti può essere dovuto dalla posa dei cavi che congiungono l'impianto offshore a terra. I cavi possono essere posati nei substrati sedimentari o calati in trincee appositamente predisposte prima della cala.

La posa dei cavi disturberà potenzialmente una vasta area del fondale marino che attraversa lungo il percorso dei cavi verso la riva. Se sono state predisposte delle trincee prima della

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

posa del cavo si avrà la potenziale perdita del substrato insieme alla sua comunità associata, la sospensione dei sedimenti e lo spostamento del benthos. Queste operazioni hanno impatti di lieve entità e provvisori, solo durante la messa in opera in fondali formati da sedimenti, ma potrebbero causare impatti di maggiori entità in fondali duri e nella prateria a Posidonia oceanica nei fondali antistanti il punto di installazione (vedi Tav.21 – Carta bionomica di dettaglio dei fondali marini) e comunque approssimativamente dalla batimetrica dei -50.00m fino a terra. Come già riferito è previsto che dalla batimetrica dei -50,00 metri il cavo venga posizionato in una trincea. Premesso che l'effettiva distribuzione e stato di salute della biocenosi si potrà definire, con maggiore precisione, a seguito delle indagini previste in sede di approfondimento VIA in tale sede è previsto che nel caso di interferenza del cavo con la prateria di posidonia, questa sarà espantata, e riposizionata sopra il cavo reinterrato.

L'ultimo tratto di circa 1000 metri di lunghezza prima di arrivare alla costa, per evitare l'interferenza con la posidonia oceanica e l'operatività di grossi mezzi marittimi in acque poco profonde, verrà realizzato tramite Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC), che consente di evitare qualsiasi interferenza con il fondale.

Oltre la profondità dei -50,00 metri è previsto che il cavo sia semplicemente appoggiato sul fondale ma potrà essere interrato nei tratti necessari a garantire l'uso del mare quale la pesca a strascico.

Le modalità di posa del cavo saranno approfondite in sede di Valutazione di Impatto Ambientale.

Avifauna

Gli uccelli marini sono la componente avifaunistica soggetta al rischio di impatti associati ai parchi eolici off-shore; gli impatti principali sono le collisioni e gli spostamenti.

Una revisione delle prove esistenti di collisione e deviazione/allontanamento di uccelli marini conseguenti la presenza dei parchi eolici offshore (e nei parchi eolici on-shore/costieri) ha rilevato che pochi studi sono stati condotti in parchi eolici offshore operativi. La maggior parte delle stime di collisione degli uccelli marini si basa su teorie piuttosto che su prove empiriche, ciò come conseguenza delle difficoltà di monitoraggio e raccolta delle carcasse in mare aperto. Le specie appartenenti al genere *Larus* (gabbiani) sono quelle maggiormente soggette a impatto da collisione sia nei siti costieri on-shore, sia in quelli off-shore. Anche i tassi di deviazione dell'ostacolo rappresentato dall'impianto da parte degli uccelli marini (calcolati da dati terrestri) sembrano più alti di quanto previsto in precedenza, intorno al 99% o più. Attualmente, le migliori prove disponibili sulla collisione e l'elusione provengono da uno studio condotto nel parco eolico off-shore di Thanet, Regno Unito, in cui i gabbiani erano le vittime più regolari.

Lo spostamento/allontanamento degli uccelli marini dagli impianti eolici operativi è variabile a seconda della specie; la maggiore sensibilità è stata riscontrata nelle specie che si alimentano sott'acqua.

Alcuni uccelli costieri (ordine Charadriiformes) e uccelli acquatici (ordine Anseriformes) effettuano voli migratori attraverso il mare aperto e sono frequentemente registrati durante il monitoraggio da piattaforme off-shore. Tuttavia, ci sono poche informazioni sul comportamento della maggior parte delle specie durante la migrazione o sull'incontro con i parchi eolici; l'altezza del volo varia considerevolmente, ma è spesso >200 m sopra il livello del mare.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Sulla base di osservazioni presso impianti eolici on-shore e modellizzazione dei dati acquisiti, alcuni uccelli costieri e alcuni uccelli acquatici sono considerati ad alto rischio di collisione. Le specie migratorie di uccelli costieri sono sempre più minacciate dalla perdita di aree importanti per la sosta; in tal senso la produzione di energia eolica off-shore è stata evidenziata come una potenziale minaccia per gli uccelli migratori costieri.

Il rischio associato agli impianti eolici off-shore è generalmente inferiore per gli uccelli terrestri, principalmente perché hanno meno probabilità di incontrare le turbine. Pochi passeriformi residenti sono attivi al largo e la maggior parte degli individui frequenta raramente o mai gli ambiti marini a largo in cui sono installate le turbine. Tuttavia, i passeriformi migratori notturni sono a rischio di collisione perché possono essere attratti dalle luci della navicella. A terra, la maggior parte degli individui migra al di sopra dell'altezza delle attuali pale del rotore e su un ampio fronte, il che significa che potenzialmente pochi individui potrebbero interagire con gli aerogeneratori. Questo potrebbe non accadere in ambiente marino; gli uccelli terrestri tendono a utilizzare rotte ben note per attraversare l'acqua aperta, cercando in genere di ridurre al minimo il tempo trascorso sul mare. Ciò è stato riscontrato in particolare negli uccelli veleggiatori come ad esempio i rapaci o le cicogne, che non sono particolarmente agevolati negli spostamenti prolungati al di sopra delle superfici acquatiche, ma anche i passeriformi più piccoli ed altre specie, compiono rotte lungo le coste per individuare punti di attraversamento favorevoli. Ciò significa che molti individui si concentrano in zone di attraversamento definite a "collo di bottiglia" come ad esempio nel Mediterraneo nello Stretto di Gibilterra; tali contesti sono ritenuti molto critici per l'ubicazione di impianti eolici off-shore.

La realizzazione di un impianto eolico off-shore comporta inoltre l'interessamento, con alcune strutture definitive e momentanee, dell'ambiente terrestre. In particolare, nei casi in cui si preveda l'installazione delle linee elettriche aeree, alcune specie con elevato carico alare come rapaci, ardeidi, gru, cicogne ecc., sono a maggior rischio di collisione ed elettrocuzione.

Chiroterofauna

Rispetto agli uccelli, ci sono informazioni limitate sulla potenziale collisione dei chiroteri con le turbine eoliche off-shore. Uno studio condotto nel 2017 sulla vulnerabilità globale delle specie di uccelli e pipistrelli riguardante la mortalità per collisione con gli impianti eolici, ha evidenziato che non erano disponibili dati sul tasso di collisione nel caso di eolici off-shore (i dati disponibili provenivano in gran parte da siti ubicati in Europa e nel Nord America). Tuttavia, è noto che alcune specie di chiroteri possono stagionalmente frequentare anche habitat marini a largo delle coste. Undici specie di pipistrelli sono state registrate mentre volavano e si nutrivano sul mare fino a 14 km dalla costa, mentre altri studi più datati, indicano che alcuni individui di pipistrelli si sono allontanati dalla costa anche a distanze maggiori di 100 km.

Al contrario ci sono poche informazioni sull'altitudine di volo delle diverse specie durante i voli di migrazione ed è ancora sconosciuto quale possa essere il comportamento dei pipistrelli che incontrano un impianto eolico off-shore operativo; non è inoltre da sottovalutare la relazione tra i ritmi di attività dei chiroteri e i parametri meteorologici in mare aperto che differiscono secondo la specie, del sito e nel corso del tempo.

Alcuni casi di studio condotti nel Mare del Nord (Germania – progetto Batmove) e nel Golfo del Maine (U.S.A.), hanno confermato l'attività dei pipistrelli (specie *Pipistrellus* e *Nyctalus*) in ambiente marino; in particolare lo studio americano ha rilevato che l'attività dei pipistrelli in mare aperto: a) era più elevata in prossimità di aree o isole costiere molto boschive; b) in

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

genere è aumentata rapidamente durante la prima ora dopo il tramonto, poi è diminuito costantemente per il resto della notte; c) diminuiva all'aumentare della distanza dalla terraferma (tale effetto si riduceva dove c'erano molte isole); d) era strettamente correlato alla stagione, aumentando durante i periodi più caldi e con velocità del vento inferiori, e raggiungendo un picco dal 15 luglio al 15 ottobre, quando la maggior parte dell'attività dei pipistrelli si verificava anche sulla terraferma.

Impatto sulla componente avifaunistica

Durante la fase di cantiere, nell'ambito dell'elaborazione dello S.I.A., saranno valutati gli impatti potenziali sulla componente avifaunistica in ambito marino.

In merito alla preliminare verifica riguardante la distribuzione di aree protette in mare aperto finalizzate alla tutela dell'avifauna, cioè parchi nazionali marini, IBA e SIC marini, l'area di ubicazione dell'impianto eolico off-shore proposta non è limitrofa alle diverse tipologie di istituti di protezione così come riportato nella tavola allegata: Tav. 15 – Planimetria impianto eolico e cavidotto su perimetrazione aree I.B.A.

Dal previsto approfondimento preliminare, cioè l'attuazione di un monitoraggio avifaunistico ante-operam, si potrà dedurre quale possa essere l'utilizzo qualitativo e quantitativo, da parte di specie pelagiche, delle superfici d'acqua oggetto d'intervento progettuale; in relazione alla frequenza e densità di individui delle specie censite che frequentano gli specchi d'acqua, potrà essere valutata l'entità dell'impatto riguardante la sottrazione momentanea dello spazio di mare utilizzato per finalità trofiche. Sotto questo profilo è bene sottolineare che la superficie di habitat marino/trofico non interesserà solamente l'ambito occupato direttamente dal cantiere, ma sarà interessata anche una porzione soggetta a stimoli acustici e ottici, causate dall'attività di cantiere, che presumibilmente le specie non frequenteranno. Tale ulteriore superficie potrà essere meglio definita a seguito delle indagini riguardanti la valutazione delle emissioni acustiche che consentirà di definire, sulla base dei mezzi impiegati nella fase di cantiere, quali saranno i valori di Db nelle diverse porzioni di mare adiacente a seconda della distanza dai centri di emissione acustica. Riguardo agli impatti derivanti dagli stimoli ottici, questi, considerata anche l'assenza di ostacoli, potranno essere differenti a seconda del livello di tolleranza delle specie censite e a oggi non è possibile definire realisticamente quali possa essere la portata in termini di distanza dal sito di cantiere ritenuta tollerabile dall'avifauna marina.

La perdita temporanea/permanente di habitat di alimentazione in mare aperto, è un impatto potenziale che a oggi, sulla base dei dati disponibili, è possibile prevedere solo sulla terraferma; al contrario per l'ambito marino oggetto d'intervento, in mancanza di dati puntuali in questa fase, è ipotizzabile una perdita temporanea di area di foraggiamento per specie quali la berta maggiore (*Calonectris diomedea*), la berta minore (*Puffinus yelkouan*), il gabbiano corso (*Larus audouinii*) e l'uccello delle tempeste (*Hydrobates pelagicus*).

Un altro aspetto è la gestione dei traffici navali che s'instaureranno tra l'area di cantiere a terra e quella a mare; l'attività delle/della nave nell'area del parco eolico e tra il parco eolico e la costa/porto, potrebbe essere regolamentata con attenzione per limitare/controllare le rotte di transito delle navi al fine di evitare aree sensibili come gli habitat di posatoio/alimentazione per l'avifauna.

Saranno inoltre valutati gli impatti conseguenti l'impiego di illuminazione nell'ambito del cantiere off-shore; le sorgenti luminose in mare aperto infatti sono un'ulteriore fonte di

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>

potenziale impatto in quanto possono attirare gli uccelli, in particolare durante la migrazione notturna, e quindi è importante approssiare una gestione e un controllo dell'illuminazione nella fase di costruzione indicando il tipo, la configurazione, la durata e l'intensità, per ridurre al minimo gli effetti causati dalle sorgenti luminose previste.

Dall'elenco in precedenza esposto riguardo alle attività previste nella fase di cantiere, in questa fase, seppur con i limiti derivanti dall'incertezza derivante da alcuni dati di base, è possibile ipotizzare le caratteristiche degli impatti attesi sulla componente avifaunistica così come esposto nella seguente tabella.

Caratteristiche degli impatti in fase di cantiere a mare sulla componente avifaunistica.

Tipologia impatto previsto	Distribuzione temporale	Rilevanza	Area di influenza	Reversibilità
Presenza di aree protette	concentrata	poco rilevante	locale	a breve termine
Sottrazione habitat di foraggiamento	concentrata	mediamente rilevante	locale	a breve termine
Allontanamento	concentrata	mediamente rilevante	locale	a breve termine
Sorgenti luminose artificiali	concentrata	poco rilevante	locale	a breve termine

La presenza di aree protette, come già illustrato riguardo alla distribuzione rispetto agli ambiti d'intervento progettuale, ritenuta poco rilevante, comprende la presenza di siti coloniali riproduttivi di uccelli marini, berta maggiore, berta minore e uccello delle tempeste e di rapaci quali il falco della regina. Le distanze dei siti di riproduzione delle specie di cui sopra dalle aree di cantiere sono tutte comprese tra un minimo di 5 km ad massimo di 16 km circa, pertanto ritenute sufficientemente cautelative.

Le fasi di cantiere comporteranno l'occupazione di specchi d'acqua di mare, che potrebbero corrispondere a potenziali aree di foraggiamento, variabili in termini di ubicazione (area dell'impianto eolico off-shore, area coincidente con il tracciato del cavidotto sottomarino, rotta navale che collegherà l'area di cantiere a mare con quella prevista a terra) e di estensione; non essendo a oggi disponibili dati puntuali riguardanti l'entità di frequentazione delle superfici di cantiere da parte delle specie pelagiche sopra indicate, a scopo cautelativo la rilevanza riguardo la sottrazione di habitat di foraggiamento è ritenuta di tipo medio.

L'allontanamento è l'effetto conseguente gli stimoli acustici e ottici, derivanti dalle attività di cantiere, che comporterebbe una deviazione e/o uno spostamento da parte delle specie di uccelli marini dalle abituali aree di frequentazione (ambiti di foraggiamento oltre a quelli occupati dai mezzi e apparecchiature impiegati nella fase di cantiere, deviazione delle traiettorie utilizzate per i pendolarismi locali). Valgono le medesime considerazioni indicate per il punto precedente in merito alla rilevanza dell'impatto.

Impatto sulla componente chiroterofauna

In relazione alle attività precedentemente elencate previste nella fase di cantiere e considerata l'ubicazione in mare aperto, non sono ipotizzabili in questa fase impatti di tipo critico sulla componente in esame; è esclusa la presenza di siti coloniali di rifugio o riproduzione limitrofi alle aree d'intervento progettuale, così la sottrazione momentanea di habitat di foraggiamento considerato che l'occupazione delle aree di cantiere, riguarda unicamente l'ambiente superficiale marino poco idoneo alle attività di reperibilità trofica per i chiroteri considerata la distanza dell'area di cantiere dalla costa. Durante il periodo notturno non è prevista alcuna attività di cantiere che possa eventualmente causare un disturbo all'attività di caccia in volo, benché quest'ultima, fino all'acquisizione di dati locali ante-operam, in questa fase s'ipotizzi essere poco probabile nel sito in esame.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato: B – Studio Preliminare Ambientale	Rev. 00

Caratteristiche degli impatti in fase di cantiere a mare sulla componente chiroterofauna (l'asterisco indica il giudizio è condizionato dalla necessità di verificare preliminarmente quella che potrebbe essere l'attività locale di chiroterofauna in mare aperto sito specifica).

Tipologia impatto previsto	Distribuzione temporale	Rilevanza	Area di influenza	Reversibilità
Presenza di siti coloniali	nessuna	nessuna	nessuna	nessuna
Sottrazione habitat di foraggiamento	concentrata	poco rilevante*	locale	a breve termine
Allontanamento	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
Sorgenti luminose artificiali	concentrata	poco rilevante	locale	a breve termine

6.1.7. Impatti connessi alla fase di realizzazione delle opere a terra

Nella fase d'installazione l'impianto eolico offshore proposto comporterà l'interessamento dell'ambito ecosistemico terrestre che sarà oggetto dei seguenti interventi nella fase di cantiere:

- individuazione del porto in cui è previsto l'arrivo della componentistica ed eventuale adeguamento delle aree portuali contermini;
- selezione del sito che avrà funzione logistica;
- realizzazione e/o adeguamento rete viaria di collegamento al sito logistica/stoccaggio componentistica;
- scelta del sito di approdo a terra del cavidotto proveniente dall'impianto eolico off-shore;
- individuazione della sottostazione elettrica di connessione alla rete nazionale;
- definizione del tracciato della linea elettrica interrata o aerea;
- Inquinamento luminoso.

In merito all'individuazione dell'area che avrà funzione di assemblaggio della componentistica costituente gli aerogeneratori, e dalla quale saranno trasportati, via mare, gli aerogeneratori verso l'area dell'impianto, si evidenzia che questa sarà ubicata nell'ambito del porto industriale di Oristano; considerata la natura dell'intervento e l'ubicazione dello stesso, si evidenzia che, benché sia connesso alla realizzazione dell'impianto eolico off-shore in esame, si prevede un procedimento di V.I.A. e di V.I.N.C.A. specifico.

Impatto sulla componente avifaunistica

Durante la fase di cantiere, nell'ambito dell'elaborazione dello S.I.A., saranno valutati gli impatti potenziali sulla componente avifaunistica in ambito terrestre.

Nella porzione terrestre interessata dagli interventi progettuali è stata verificata la distribuzione delle aree d'importanza avifaunistica di tipo comunitario, nazionale e regionale (Rete Natura 2000, Aree protette, IBA, Oasi di protezione faunistica).

La perdita temporanea/permanente di habitat di nidificazione e alimentazione nella terraferma, è un impatto potenziale che a oggi, in assenza di dati sito specifici, è possibile solo ipotizzare e che necessita di approfondimenti preliminari; tuttavia in relazione al sito di approdo del cavidotto sottomarino proposto, adiacente alla discarica dei fanghi rossi e all'area portuale di Portovesme, al tracciato del cavidotto e all'area della sottostazione, ipotizzati entrambi nella zona industriale di Portovesme, si ritiene che gli impatti potenziali possano essere di tipo lieve/assente e reversibili.

In merito all'inquinamento luminoso a terra, derivante da:

- punto di approdo del cavidotto marino;
- realizzazione del percorso del cavidotto interrato;

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato: <i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

si ritiene che il rischio per gli uccelli marini che nidificano in ambiente costiero che risentirebbero dell'illuminazione permanente delle aree di riproduzione e/o alimentazione e rifugio, è ritenuto di scarsa entità considerate il livello di illuminazione già in atto in ambiti a destinazione industriale, come quelli in oggetto, che pertanto prevedono già la presenza di infrastrutture primarie tra cui l'illuminazione di strade e lotti.

Caratteristiche degli impatti in fase di cantiere a terra sulla componente avifaunistica (l'asterisco indica che il giudizio è condizionato dalla necessità di verificare preliminarmente quella che potrebbe essere l'attività locale di chiroterri in mare aperto sito specifica).

Tipologia impatto previsto	Distribuzione temporale	Rilevanza	Area di influenza	Reversibilità
Presenza di aree protette	nessuna	nessuna	nessuna	nessuna
Presenza di siti di nidificazione	concentrata	poco rilevante*	locale	a breve termine
Sottrazione habitat di foraggiamento	nessuna	nessuna	nessuna	nessuna
Allontanamento	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
Sorgenti luminose artificiali	nessuna	nessuna	nessuna	nessuna

Impatto sulla componente chiroterrofauna.

Considerate le aree d'intervento, le caratteristiche ambientali dei territori in cui si prevedono l'installazione delle opere a terra e le modalità di posa in opera, non si prefigurano impatti sulla componente chiroterrofauna.

Caratteristiche degli impatti in fase di cantiere a terra sulla componente chiroterrofauna.

Tipologia impatto previsto	Distribuzione temporale	Rilevanza	Area di influenza	Reversibilità
Presenza di siti coloniali	nessuna	nessuna	nessuna	nessuna
Sottrazione habitat di foraggiamento	nessuna	nessuna	nessuna	nessuna
Allontanamento	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
Sorgenti luminose artificiali	nessuna	nessuna	nessuna	nessuna

6.1.8. Impatto sull'attività di pesca

Le interazioni tra l'intervento in progetto, durante la fase di realizzazione dell'impianto, e l'attività della pesca possono essere così riassunte:

- occupazione/limitazione d'uso del suolo e di fondale e dello specchio acqueo,
- traffico marittimo

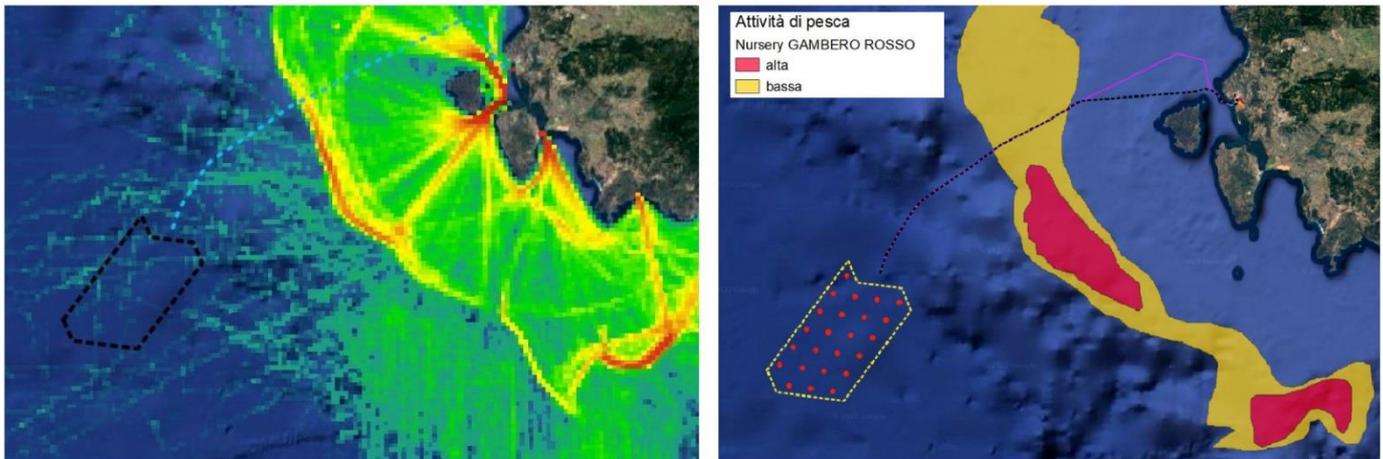
La fase di realizzazione dell'impianto eolico in mare e la stesa del cavo è caratterizzata dall'impiego di mezzi navali e marittimi che occuperanno gli specchi acquei per i tempi strettamente necessari alle operazioni di installazione delle componenti dell'impianto eolico. Questa occupazione comporterà (come verrà discusso per la fase di esercizio) una riduzione dell'area pescabile e quindi un impatto negativo ma temporaneo e sulle attività di pesca.

Come già riferito potranno essere interrate le porzioni di cavo offshore che interessano zone eventualmente frequentate dalla pesca a strascico, in questo modo una volta posato il cavo sarà possibile riprendere le attività di pesca.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Durante l'installazione delle turbine, inoltre, si presume che la Capitaneria di Porto emani un'ordinanza di interdizione degli specchi acquei interessati dall'installazione dell'impianto e pertanto, oltre che un divieto per le attività di pesca sussisterà probabilmente un'interdizione anche per la sola navigazione.

Da un raffronto tra l'intensità delle rotte dei pescherecci così come rilevata dal sistema AIAS e le aree di pesca riportata nell'immagine sotto riportata, si evince come l'area di installazione sia sostanzialmente priva di attività di pesca.



Una volta terminati i lavori sarà nuovamente possibile transitare lungo le precedenti rotte in quanto le turbine hanno un'interdistanza di circa 4.8 km e sarà sufficiente esclusivamente un franco di sicurezza da esse.

Si ritiene che data la temporaneità delle operazioni non si possano determinare particolari interferenze con l'attività di pesca e pertanto l'impatto in fase di esecuzione può ritenersi, oltre che poco significativo, reversibile nel breve periodo.

6.1.9. Impatto sulla produzione dei rifiuti

Durante la fase di realizzazione dell'opera l'obiettivo primario per la salvaguardia dell'ambiente è quello di contenere la produzione dei rifiuti.

In questa fase, le interazioni tra l'intervento in progetto e la produzione dei rifiuti sono attribuibili alle seguenti macro-attività:

- mezzi navali di lavoro;
- il cantiere per la realizzazione del cavidotto interrato;
- il cantiere per la costruzione della sottostazione;
- traffico veicolare dovuto ai mezzi di cantiere a terra.

Al fine di ridurre i possibili impatti derivanti dagli interventi in mare (trasporto sul sito della turbina, posizionamento degli ancoraggi e stesura del cavo marino) saranno effettuati con mezzi idonei e dotati di sistemi atti ad impedire l'inquinamento (serbatoi per lo stoccaggio dei liquidi e olii esausti, contenitori per rifiuti solidi ecc).

Per le operazioni da condurre a terra la realizzazione delle opere comporterà essenzialmente una produzione di rifiuti derivanti dallo scavo della trincea per la posa del cavidotto e lo sterro

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>

per la costruzione della sottostazione; per quanto possibile i materiali di scavo verranno riutilizzati, secondo il soddisfacimento dei requisiti imposti dalla normativa vigente, altrimenti sarà necessario smaltire il materiale di scavo.

L'impatto in fase di realizzazione è temporaneo e reversibile nel breve periodo.

6.1.10. Impatto sul patrimonio paesaggistico e culturale

Le interazioni tra il progetto e la componente Patrimonio Paesaggistico e Culturale sono:

- la realizzazione di movimenti terra;
- la presenza fisica dei cantieri onshore o offshore.

Su questa componente i potenziali impatti indotti dalla realizzazione del progetto possono comportare:

- potenziale variazione percettiva connessa alla presenza del cantiere comportando una modifica della percezione del paesaggio;
- una potenziale interferenza con i caratteri tipici del paesaggio circostante.

Da questa prima analisi preliminare non emergono delle criticità associate alla presenza di queste evidenze. A terra le opere si collocano in un'area fortemente industrializzata e comunque lontana da beni oggetto di tutela e non interferiranno negativamente con il paesaggio.

Come riportato nel paragrafo relativo alle evidenze archeologiche, nelle fasi progettuali successive si andrà ad approfondire il dettaglio di studio attraverso dei rilievi e indagini dirette ed indirette finalizzate al ritrovamento di reperti.

Qualora dovessero emergere dei ritrovamenti significativi, verranno messe in pratica tutte le misure necessarie per il controllo e la salvaguardia del patrimonio archeologico, storico, culturale sotto la supervisione degli enti competenti.

L'impatto stimato in fase preliminare per la fase di costruzione risulta essere di lieve entità e reversibile nel breve periodo.

6.1.11. Impatto economico

L'impatto economico derivante dalla realizzazione delle opere (realizzazione del sito di produzione, assemblaggio degli aerogeneratori, installazione delle opere a mare e realizzazione delle opere a terra) è da considerarsi positivo poiché genera nuove opportunità occupazionali coinvolgendo la manodopera locale e altre figure necessarie per le attività di realizzazione.

Seawind intende utilizzare esclusivamente i servizi del centro di assemblaggio di Oristano per i suoi progetti italiani, centro che è in fase di sviluppo. Questo sarà un volano per la creazione diretta e indiretta di posti di lavoro.

La creazione di posti di lavoro è mostrata in tabella, con un picco a regime di quasi mille persone, ed è basata sulla tecnologia WTG integrata Seawind dal 2023 in poi (stima in base alle condizioni di mercato):

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato: <i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

Employment status	Before 2023	2023-2050	2050 onwards (year on year)
Direct	96	410	+ 5%
Indirect	145	330	+5%
Totals	241	740	+5%
981			

* With a limiting factor 3.2 from the Seawind QHSE Manual – NORSOK standards

Le stime si basano sulla considerazione delle seguenti attività:

1. Costruzione e gestione della base di Oristano

Progettazione, Ingegneria e Rilievo

Permessi

Seawind WTG onshore testing facility

Costruzione della base (civile, livellamento, infrastrutture, sovrastruttura-tutte le officine)

Gestione e gestione aziendale e delle strutture

Catering/albergatore/affitti

2. Durante l'esecuzione del progetto:

Fondazioni in calcestruzzo

Assemblaggio di turbine eoliche

Varo, traino, ancoraggio, cavo sottomarino, installazione di turbine galleggianti

Produzione assemblaggio modulare di opere (come pale)

Funzionamento modulare di banchine galleggianti

Sollevamenti

Movimentazione logistica

Gestione pezzi di ricambio

Gestione del magazzino e dello stoccaggio

Operazioni di supporto O&M inclusi servizi di impianti eolici, trasporto, manutenzione e monitoraggio remoto

Catering & Lavanderia.

A questo va aggiunto il gruppo di tecnici che opererà il parco eolico Del Toro stimato in circa 30 unità dirette.

Le attività legate al parco eolico non si esauriscono peraltro con costruzione e la messa in funzione in quanto è prevista un'attività di monitoraggio e progetti di ricerca marini di sostenibilità che verranno portati avanti con il supporto di Università e tecnici locali.

Si prevede inoltre che la formazione del personale per le attività di costruzione, manutenzione ed operatività sia del parco che del centro di assemblaggio richiederà collaborazioni con gli istituti tecnici locali.

Seawind sta inoltre elaborando uno studio di fattibilità per un progetto pilota di acquacoltura che possa integrarsi con il parco, in acque a largo, in modo da creare ulteriore fonte di occupazione e ricchezza per il territorio.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

6.2.IMPATTI CONNESSI ALLA FASE DI ESERCIZIO

Una volta realizzata l'opera si entra nella fase di esercizio attraverso l'avvio dell'impianto eolico off-shore. Essa è la fase in cui l'opera realizzata svolge la funzione per la quale è stata progettata.

Gli elementi del progetto che saranno mantenuti attivi durante il ciclo di vita utile dell'impianto Del Toro 2 sono:

- **AMBIENTE MARINO - offshore**
 - Aerogeneratori e accessori;
 - Cavo marino per il trasporto dell'energia elettrica fino al punto di sbarco a terra;

- **AMBIENTE TERRESTRE - onshore**
 - pozzetto di giunzione tra cavo marino e cavo terrestre;
 - il cavidotto terrestre interrato fino al raggiungimento della sottostazione di trasformazione onshore (Cavo 220 kV);
 - cavo terrestre fino al raggiungimento della stazione Terna e immissione nella Rete Nazionale (Cavo 380 kV).

Gli impatti, come nella fase realizzativa, possono essere suddivisi in base al beneficio sull'ambiente (positivi o negativi) e in base alla durata degli effetti (persistente, temporaneo, reversibile e irreversibile).

Preliminarmente occorre dire che per quanto concerne la fase di esercizio, in considerazione della quantità di emissioni inquinanti in atmosfera evitate, l'impatto sulla qualità dell'aria è sicuramente POSITIVO.

6.2.1. Impatto sulla qualità dell'aria e gas serra

Dal punto di vista della qualità dell'aria la produzione di energia eolica dell'impianto offshore Del Toro 2 consentirà di diminuire la dipendenza della Sardegna da centrali elettriche da fonti fossili (in particolare dal carbone). È anche ormai assodato che la domanda di generazione elettrica da fonte rinnovabile è destinata ad aumentare considerevolmente, spinta dalla progressiva elettrificazione dei settori trasporto e riscaldamento.

Per valutare l'effettivo impatto sulla generazione di CO₂ dell'impianto Del Toro 2 è necessario confrontare la quantità di CO₂ generata per unità di energia prodotta dall'impianto con quella prodotta dagli impianti termoelettrici più diffusi in Italia, cioè gli impianti turbogas. Questo presume che ogni kWh prodotto dall'impianto vada a "spostare" un kWh prodotto da fonte fossile.

L'unità di misura più comunemente utilizzata è il grCO₂/kWh (equivalente a kgCO₂/MWh).

In letteratura si trovano numerose fonti che indicano un valore medio di 550 grCO₂/kWh per impianti turbogas di moderna concezione. Per impianti a carbone, come quello presente a Portovesme, i valori variano tra 900 e 1.100 grCO₂/kWh.

In Italia è nettamente prevalente l'utilizzo di gas naturale rispetto al carbone per cui è ragionevole considerare che ogni kWh prodotto dall'impianto Del Toro 2 servirà ad eliminare 550 grammi di CO₂ dall'atmosfera. A questo valore di CO₂ "sottratta" va aggiunta la CO₂

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

generata dall'impianto stesso che è stato calcolato in 3,6 grCO₂/kWh. Questo valore è il risultato di un calcolo basato su valori medi del contenuto di CO₂ dei materiali principali utilizzati per la costruzione delle turbine offshore, dell'emissione legata alle attività di manutenzione e dal recupero dei materiali a fine vita (25 anni) dell'impianto.

Data la scarsità di dati storici di impianti simili (offshore galleggianti) in letteratura si trovano principalmente dati relativi ad impianti onshore e con turbine di taglia inferiore (circa 2-3 MW). Per questo tipo di impianti la CO₂ generata varia da 5 a 8 grCO₂/kWh. Nel caso di Del Toro 2 il valore finale di 3,6 gr CO₂/kWh riportato in tabella è ricavato da diversi fattori:

- la grande taglia delle Turbine (12MW), tutti gli studi di settore indicano una sensibile diminuzione della CO₂ prodotta all'aumentare della taglia.
- L'adozione di una piattaforma flottante in c.a. invece che in acciaio, che garantisce una vita utile di 50 anni, e che quindi potrà essere riutilizzata per un secondo ciclo di 25 anni. (Per questo motivo l'impatto dovuto alla piattaforma nella tabella sotto riportata è stato ridotto del 50%)
- La vicinanza del sito di costruzione delle piattaforme e assemblaggio delle turbine al sito dell'impianto minimizza le emissioni dovute al trasporto.

Nei calcoli viene anche considerato che, trascorsi i 25 anni, tutte le parti in acciaio di torre e navicella vengano smantellate e riciclate. Questo comporta un "bonus" di CO₂ in quanto l'acciaio recuperato eviterà l'immissione sul mercato di nuovo acciaio. Si tratta comunque di un calcolo conservativo in quanto dopo 25 anni molte parti in acciaio potranno semplicemente essere riutilizzate per prolungare la vita dell'impianto (dopo una attenta analisi delle condizioni fisiche) invece che essere mandate al riciclo.

Il calcolo della CO₂ generata durante la vita utile di 25 anni di una singola turbina per ogni kWh da questa prodotto è riassunto nella tabella seguente:

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA		
	Codifica Elaborato:		<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>
			Rev. 00

Materiali per la costruzione Seawind 12	Quantità di materiali	Unità	Contenuto di CO2 per unità (kgCO ₂ /unità)	Contenuto di CO2 per materiale (ton CO2)	Unità
Cemento					
Piattaforma in c.a. (riduz 50%)	6.750	ton	140	945	tCO ₂ e
Acciaio					
Tondino da acciaio riciclato (riduz 50%)	945	ton	210	198	tCO ₂ e
Navicella	470	ton	2.300	1.081	tCO ₂ e
Torre	929	ton	2.300	2.137	tCO ₂ e
Rame	18	ton	3.900	70	tCO ₂ e
Fibra di Vetro	128	ton	2	54	tCO ₂ e
Fibra di Carbonio	32	ton	20	160	tCO ₂ e
Massa complessiva unità flottante	16.967	ton			
CO2 emessa per la costruzione e installazione di una turbina Seawind 12				4.645	tCO₂e
Attività per l'esercizio Seawind 12	Durata	Unità	Contenuto di CO2 per unità (kgCO ₂ /unità)	Contenuto di CO2 totale (ton CO2)	Unità
CO2 generata per O&M (Operation and Maintenance) durante la vita utile	25	anni	72	1.800	tCO ₂ e
CO2 generata durante tutta la vita utile (costruzione e attività)				6.445	tCO₂e
CO2 risparmiata per riciclaggio acciaio a fine vita (Bonus di CO2)				-1.757	tCO ₂ e
CO2 generata durante tutta la vita utile al netto del recupero acciaio a fine vita				4.688	tCO ₂ e
Produzione media annua	52.400.000	kWh /anno			
Produzione nella vita utile (25 anni)	1.310.000.000	kWh	CO2 prodotta nella vita utile per unità di energia	3,6	grCO₂ /kWh

Nella prima parte sono riportati i valori di CO2 connessi ai principali materiali utilizzati, nella seconda parte i valori di CO2 connessi alla gestione della turbina durante la sua vita utile. Per valutare l'impatto complessivo di tutto l'impianto di Del Toro 2 occorre moltiplicare la CO2 netta risparmiata (data da $550 - 3,6 = 546,4$ grCO₂/kWh) per l'energia prodotta in 25 anni dalle 24 turbine costituenti l'impianto. Il totale ammonta a 17.178.816 tonnellate di CO2 risparmiate. Per dare un'indicazione anche se molto approssimativa dell'impatto positivo, considerando che secondo diverse fonti un ettaro di bosco riesce ad assorbire circa 10 ton CO₂ /anno, l'impianto del Toro 2 porterà un beneficio equivalente ad una superficie di bosco di oltre 68.000 ettari (2.800 ettari per ogni pala), superficie pari a 2,72 volte l'area occupata dall'intero impianto eolico e che corrisponde, per dare un esempio di tipo geografico, a 6,9 volte la superficie dell'Isola di S Antioco.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

Le cifre sopra riportate vengono raddoppiate, e quindi i benefici per l'atmosfera e per le comunità locali, in considerazione del fatto che la realizzazione del parco eolico potrebbe contribuire in modo sostanziale alla possibile dismissione della centrale a carbone di Portovesme. I conteggi sul risparmio di emissioni di CO₂ sono stati infatti eseguiti considerando un valore medio di 550 grCO₂/kWh per impianti turbogas di moderna concezione mentre per gli impianti a carbone, come quello presente a Portovesme, i valori variano tra 900 e 1.100 grCO₂/kWh.

6.2.2. Impatto sul clima acustico

Tale impatto si riferisce all'emissione di livelli sonori in fase di esercizio prodotti da:

- Rumore sottomarino delle turbine;
- Disturbo causato dalle navi durante le operazioni di manutenzione.

La determinazione degli impatti che rientrano o meno nella valutazione è stata fatta sulla base di una combinazione di fattori, inclusi i risultati della valutazione sui mammiferi marini per le precedenti valutazioni di impatto per sviluppi di progetti eolici offshore di scala simile e presentati in altri paesi europei.

Un'ampia rassegna del monitoraggio presso i parchi eolici effettuato dalla Marine Management Organization (Organization M.M.M., 2014), nel Regno Unito e altre nazioni, ha dimostrato che i livelli di rumore operativi sono bassi e la distesa spaziale del potenziale impatto del rumore operativo delle turbine sui recettori marini è generalmente stimata come piccola, con una risposta comportamentale probabile solo a poca distanza dalle singole turbine.

Ciò è supportato da diversi studi che forniscono prove che i parchi eolici operativi non inducono uno spostamento dei mammiferi marini.

Le potenziali procedure di mitigazione per prevenire, ridurre od eliminare i potenziali impatti sulla fauna marina verranno presentate e discusse nella Valutazione di Impatto Ambientale.

• Rumore sottomarino delle turbine

Il rumore subacqueo delle turbine eoliche in funzione ha origine nelle parti meccaniche in movimento nella navicella, quasi esclusivamente con energia emessa alle basse frequenze, al di sotto 1 kHz, e tipicamente con forti elementi tonali alle frequenze corrispondenti alla rotazione degli ingranaggi e le loro armoniche (Pangerc et al. 2016).

Il rumore viene trasmesso attraverso la torre e irradiato nell'acqua dalla sezione sommersa; i livelli sonori operazionali sottomarini potrebbero dunque dipendere dal tipo di fondazione. Nel caso in esame la fondazione galleggiante sarà realizzata in calcestruzzo con pareti di spessore variabile tra 40 e 50 cm e pertanto le vibrazioni generate dalle parti in rotazione saranno trasmesse in acqua con ampiezze poco significative.

Sulla base degli studi realizzati su progetti analoghi per valutare l'impatto acustico sulla fauna marina, si può

supporre che la presenza del parco non dovrebbe rappresentare alcun fattore di rischio significativo per le specie faunistiche regolarmente presenti nell'area, mammiferi marini in particolare, in quanto, considerata la particolare sensibilità acustica dei cetacei, è probabile che essi percepiscano, senza danno, la presenza delle turbine già a grandi distanze e che quindi possano spontaneamente tenersi a distanza di sicurezza dalle installazioni senza probabilmente abbandonare in maniera permanente l'area.

Il monitoraggio a lungo termine effettuato nei parchi eolici offshore di Horns Rev e Nysted in Danimarca ha mostrato infatti che sia la focena che la foca non hanno abbandonato le aree

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

afferenti ai parchi operativi e dopo due anni dall'installazione gli esemplari erano tornati a livelli comparabili con le aree esterne al parco (Diederichs et al. 2018).

Un ulteriore dato sulla presenza dei mammiferi all'interno dei parchi si può ricavare dal monitoraggio effettuato presso il parco eolico di Egmond aan Zee nei Paesi Bassi dal quale è emerso che durante la fase di esercizio dello stesso si riscontrò la presenza di focene significativamente maggiore rispetto alle aree esterne di riferimento (Scheidat et al. 2011). Questa circostanza, documentata anche in altri studi scientifici, potrebbe essere associata all'attrazione dei mammiferi da maggiori opportunità di foraggiamento all'interno di parchi eolici offshore (Lindeboom et al. 2011).

Ulteriori approfondimenti saranno oggetto della Valutazione di Impatto Ambientale al fine di determinare i livelli di rumore sottomarino cumulativi per il parco eolico basato sulla dimensione e quantità di turbine che verranno installate ed i relativi impatti sulla fauna marina potenzialmente presente nell'area.

In fase di VIA si prevede di effettuare delle prove di propagazione su modello matematico ed in vasca. Un vantaggio della turbina Seawind è comunque costituito dalla fondazione galleggiante in calcestruzzo che potrà essere additivato o rivestito da materiali che riducano la trasmissione delle vibrazioni ed emissioni sonore.

- **Disturbo causato dalle navi in fase di manutenzione**

Il traffico navale durante la fase di esercizio dei parchi eolici sarà limitato a poche imbarcazioni di piccole dimensioni per il trasporto di tecnici che dovranno regolarmente far visite alle turbine per manutenzione. Dato che tutte le aree proposte per la costruzione dei parchi eolici sono estremamente trafficate, non si prevede che queste operazioni contribuiranno in modo sostanziale ad aumentare il rumore antropogenico. Quest'attività si ritiene possa essere esclusa da ulteriori approfondimenti nello SIA.

6.2.3. Impatto sull'ambiente idrico

L' impatto potenziale tra l'intervento in progetto e la componente ambiente idrico in fase di esercizio può essere riassunta come l'alterazione delle caratteristiche di qualità delle acque per effetto di perdita di liquidi in fase di manutenzione degli aerogeneratori stessi.

In termini generali gli aerogeneratori sono progettati per evitare la dispersione di inquinanti e/o materiali pericolosi per l'ambiente e quindi la possibilità che possa verificarsi uno sversamento di liquidi in mare appare bassissima.

Tuttavia, in fase di esercizio dovranno eseguirsi delle manutenzioni, finalizzate al mantenimento degli aerogeneratori nel pieno dell'efficienza, monitorando lo stato delle protezioni esterne e il controllo dei sistemi di protezione del cavo.

Si prevede di installare su ogni galleggiante delle turbine un sensore per la presenza di oli collegato in remoto con una stazione di monitoraggio in modo da poter intervenire in tempi brevissimi con mezzi nautici dotati di panne galleggianti ed assorbenti e con la squadra manutenzioni che provvederà alla riparazione del guasto che ha causato la perdita.

Durante tali operazioni la probabilità di inquinamento dell'ambiente idrico è ritenuta estremamente bassa in considerazione degli strumenti utilizzati, della natura e della frequenza degli interventi previsti per la manutenzione.

Un altro elemento che limiterà l'impatto delle strutture con l'ambiente marino circostante è l'utilizzo di vernice protettive contro la corrosione conformi alle normative attualmente in vigore e quindi prive di sostanze quali olio, grasso, sali e cloruri o contenenti elementi organostannici di qualsiasi tipo.

Questo impatto se generato può essere valutato come negativo e reversibile nel lungo periodo.

6.2.4. Impatto sulla sicurezza della navigazione

In fase di esercizio la presenza dell'impianto eolico Del Toro 2 può comportare un ostacolo al traffico navale che gravita in queste acque del Mare di Sardegna con possibile collisione tra navi ed aerogeneratori.

Seppure l'area di interesse risulti essere una delle più trafficate del Sud Ovest della Sardegna il nuovo impianto è ubicato in un punto in cui le stesse sono poco intense e si ritiene pertanto che idonei sistemi di segnalazione possano ridurre il rischio di collisione a probabilità trascurabili.

Sia i cavidotti che i parchi saranno infatti riportati su carte nautiche e questi ultimi dotati dei segnalamenti diurni, notturni ed acustici che la Capitaneria di Porto disporrà e che saranno inseriti negli appositi elenchi della Marina Militare.

Se la Capitaneria di Porto lo riterrà possibile gli specchi acquei dell'impianto off-shore potranno essere navigabili con opportuni accorgimenti quali limitazione della velocità e distanza di sicurezza dagli aerogeneratori nonché eventuale limitazione della lunghezza delle navi.

Recenti studi effettuati su impianti eolici offshore hanno mostrato che la frequenza di impatto è minore di 10⁻⁷ e pertanto trascurabile.

Per quanto concerne invece l'interazione tra mezzi marittimi e cavidotti possono citarsi questi elementi:

- Intercettazione del cavo sottomarino con le reti a strascico o ancore;

Una possibile soluzione a questa esposizione potrebbe essere quella di prevedere l'interramento dei cavi.

In ogni caso la profondità di interrimento, tracciato definitivo e protezione del cavidotto dovrà essere valutata in seguito ad analisi sulla geologia dei fondali, presenza di biocenosi ecc.

In conclusione, ed a carattere cautelativo, l'impatto sulla sicurezza della navigazione è valutata come trascurabile nel lungo periodo.

6.2.5. Impatto sugli ecosistemi naturali

Analogamente a quanto esposto per la fase di realizzazione possono essere analizzati gli impatti ricadenti sugli ecosistemi naturali per la fase in esercizio.

Uno schema concettuale consente di comprendere come le diverse componenti ambientali vengano condizionate dalla presenza dell'impianto eolico in fase di esercizio.

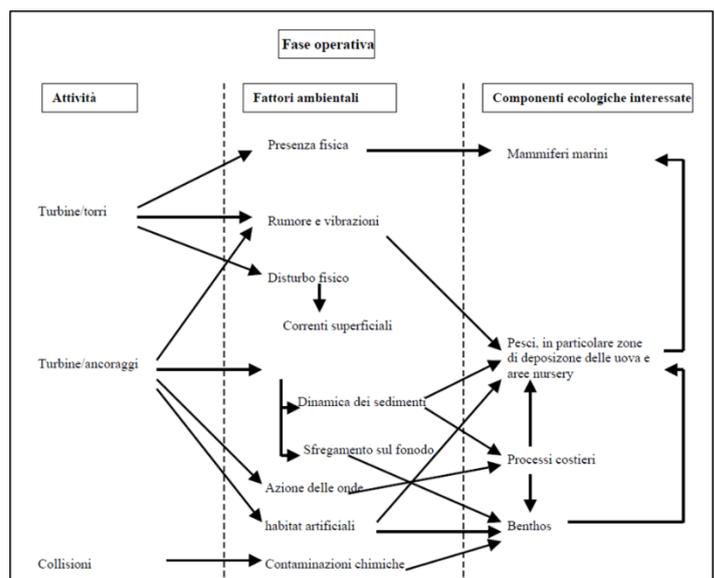


Figura 100: Schema concettuale sui possibili impatti in fase di esercizio dell'impianto eolico;

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

6.2.5.1. Fauna marina

Per la valutazione dei disturbi arrecati alla fauna marina in fase di esercizio del parco eolico, è possibile considerare la valutazione degli effetti del rumore di fondo arrecato dall'esercizio del parco eolico e dall'emissione di campi elettromagnetici del cavo marino.

Per maggiori dettagli si vedano i paragrafi relativi all'analisi degli impatti elettromagnetici sulla fauna marina e l'impatto sul clima acustico.

La presenza del parco potrebbe invece generare un impatto positivo sulla fauna marina in quanto la riduzione dei disturbi dovuti alla navigazione ed all'assenza di attività di pesca potrebbero generare un incremento della fauna.

Sulla base di altre esperienze progettuali e strutture in mare, documentate in letteratura (mare del Nord), i parchi galleggianti costituiscono elementi di aggregazione per i pesci FAD (Fish Aggregating Device) e possono contribuire all'aumento della fauna ittica che sfrutta l'effetto di riparo e la presenza di cibo costituita dalla fauna bentonica che può colonizzare le strutture.

Il contributo positivo legato al fenomeno di "Reef Effect", FAD e "no-entry zone" (equiparabile ad una zona di conservazione delle risorse ittiche), che si verificherà in corrispondenza del parco eolico e dei fondali sottostanti, interrompendo eventuali attività di pesca a strascico la cui esistenza deve però essere appurata.

Come già riferito l'effetto positivo sulla presenza di specie ittiche potrebbe anche essere fonte di attrazione di varie specie di cetacei.

Si ritiene pertanto che l'impatto sulla fauna marina possa essere considerato positivo.

6.2.5.2. Flora marina

Nella funzione di esercizio dell'impianto l'impatto potenziale potrebbe essere minimo sulle popolazioni bentoniche a seguito dell'opportuno posizionamento del cavo definito in sede di Valutazione di impatto Ambientale.

Particolare attenzione viene dedicata all'interferenza con la posidonia oceanica in relazione alla posa del cavo.

Come già riferito, a partire da una batimetrica di circa – metri, l'intero percorso del cavo e per una lunghezza di circa 6,5 Km, sarà scavato utilizzando un dispositivo standard di scavo per cavi offshore telecomandato (Figura 101).



Figura 101 - posa del cavo 220 kV AC

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Il cavo verrà posizionato all'interno della trincea ad una profondità di circa 1,5 metri e successivamente, con l'intera lunghezza installata, la trincea aperta sarà rabboccata con il materiale precedentemente rimosso.

La prateria di posidonia oceanica interessata dello scavo di cui sopra sarà preventivamente rimossa, posizionata temporaneamente in un idoneo fondale e successivamente reimpiantata nel sito di origine.

Durante la fase di esercizio non si prevedono interventi manutentivi sui cavi ma se gli stessi riguarderanno tratti di cavo ricoperti da posidonia si procedere con espianto e reimpianto come per la fase realizzativa.

Alla luce delle considerazioni preliminari, non risultano interferenze tali da generare danno e l'impatto può considerarsi lieve e reversibile nel lungo periodo.

6.2.5.3. Avifauna

Le tipologie d'impatto prevedibili nella fase di esercizio sulla componente avifaunistica sono principalmente tre:

- Stimolo visivo conseguente la presenza degli aerogeneratori che può causare una risposta di deviazione dalle normali rotte aeree più o meno intensa;
- Perdita/modifica o acquisizione di habitat trofici;
- Mortalità causata dalla collisione con gli aerogeneratori.

Riguardo la prima tipologia d'impatto, in generale gli uccelli possono reagire all'incontro con una serie di turbine eoliche mostrando una risposta adattativa che si traduce in una modifica della traiettoria non appena visualizzano l'ostacolo; la distanza entro cui avviene tale cambiamento nella traiettoria varia a seconda della specie, delle condizioni meteo e della visibilità. Una risposta particolarmente preventiva riduce significativamente l'eventuale impatto da collisione tuttavia, di conseguenza, questa strategia può comportare un maggior dispendio energetico (poiché non ci si trova sottocosta) che sarà più o meno intenso a seconda delle caratteristiche della specie e dell'entità della deviazione di traiettoria.

È stato riscontrato, in occasione di attività di monitoraggio post-operam, che molti rapaci migratori primaverili che volavano di giorno, avvicinandosi all'area dell'impianto eolico offshore di Anholt (Danimarca), cambiato decisamente rotta alla vista delle turbine per dirigersi poi verso zone più sicure lungo la costa (Jensen et al.2016).

Gli uccelli acquatici in volo diurno, per lo più migratori autunnali come ad esempio l'edredone comune, hanno anche mostrato prove di modificare la loro direzione di volo a distanze fino a 3 km dal parco eolico offshore di Nysted di nuova costruzione, sebbene la maggior parte delle modifiche si sia verificata entro 1 km (vedi Kahlert et al. 2004). Nel caso di specie migratrici, ciò può significare volare orizzontalmente attorno alle turbine e sorvolare di notte, con conseguenti costi di volo aggiuntivi (ad esempio Desholm & Kahlert 2005).

A titolo di esempio, considerate le diverse pubblicazioni scientifiche prodotte fino a oggi, si riportano due casi di studio, uno, analizza le modifiche delle traiettorie di migrazione autunnale dell'edredone comune pre e post costruzione dell'impianto eolico off-shore di Nysted (Danimarca), l'altro, evidenzia il comportamento di stormi e individui di uccelli acquatici in

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

relazione alla presenza dell'impianto off-shore di cui sopra. Il dettaglio delle tracce radar delle rotte degli uccelli acquatici migratori registrate dopo la costruzione dell'impianto eolico off-shore riportato in figura, evidenzia come individui, o stormi, volino preferibilmente lungo il perimetro dell'impianto eolico; i pochissimi uccelli che volavano tra le turbine scelgono le traiettorie che coincidono con l'equidistanza tra gli aerogeneratori, a quote vicine al pelo libero mare e con rotte che consentissero di attraversare il meno possibile l'area dell'impianto. Inoltre, la presenza degli aerogeneratori potrebbe determinare non solo una modifica nella traiettoria da parte di specie di uccelli in migrazione, ma anche un cambiamento nelle traiettorie, corrispondenti ai pendolarismi locali, che le specie avifauna marina quotidianamente percorrono per dirigersi alla ricerca di aree di foraggiamento.

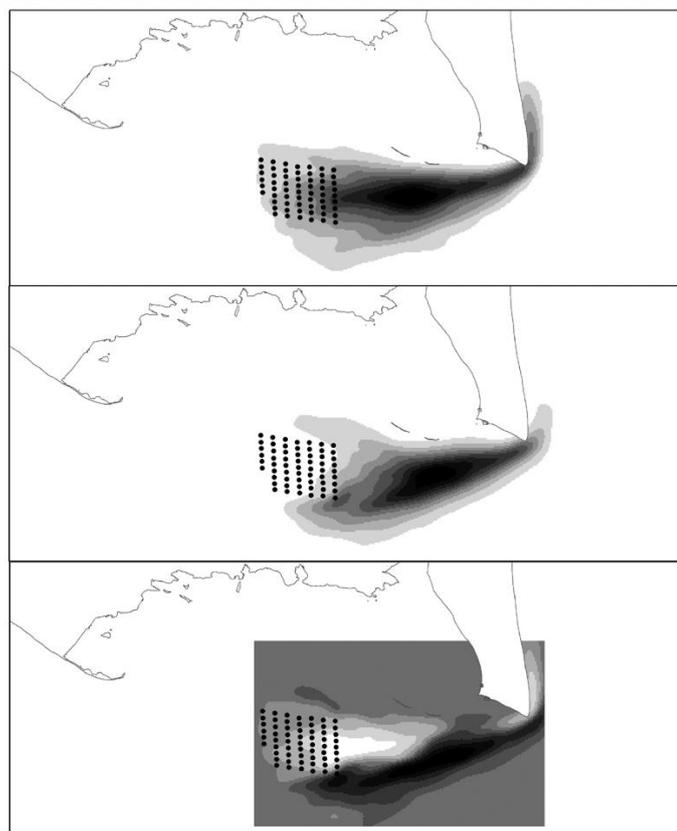


Figura 102: Distribuzione delle aree a intensità variabile in relazione alla frequentazione da parte dell'edredone comune rispetto all'area del parco eolico offshore di Nysted al largo della Danimarca meridionale. I kernel spaziali rappresentano l'intensità delle tracce radar d'individui in migrazione attraverso l'area di studio (a) pre-costruzione, (b) post-costruzione e (c) la differenza nell'uso dello spazio tra (a) e (b). L'ombreggiatura più scura rappresenta il massimo utilizzo, il bianco in (c) indica riduzioni tra (a) e (b). I punti neri indicano le posizioni finali delle singole turbine.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

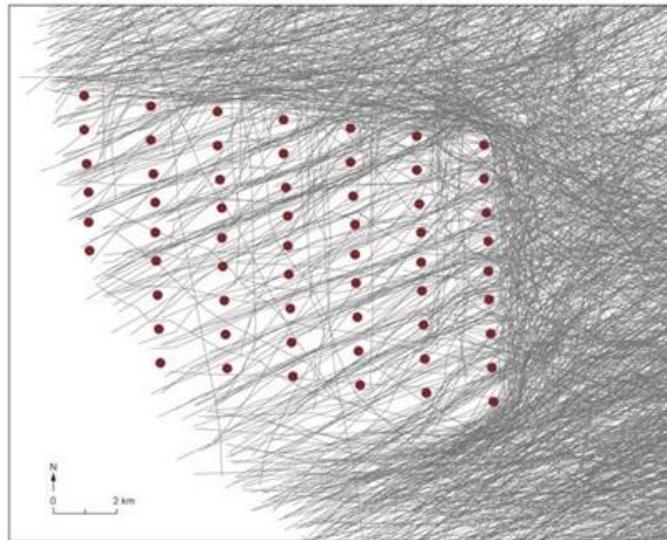


Figura 103: Le traiettorie di volo orientate verso sud-ovest e verso ovest di stormi e individui di uccelli acquatici sulla base di tracce radar all'interno del parco eolico offshore di Nysted durante le operazioni iniziali di post-costruzione delle turbine eoliche nel sito. I punti rossi indicano le posizioni delle singole turbine.

In generale la determinazione dei costi energetici e gli effetti che questi producono, sono aspetti difficilmente quantificabili ai fini di una valutazione preventiva di questo genere d'impatto, ciò in ragione del fatto che l'impatto stesso è di tipo variabile e complesso poiché determinato dal sito e dalle specie interessate, ma anche potenzialmente dalle risposte individuali dei soggetti di una determinata specie, dalle capacità di adattamento e dalla distribuzione della ricchezza alimentare.

Tuttavia, è necessario evidenziare che la maggior parte degli studi ante e post operam condotti nell'ambito d'impianti eolici off-shore, ha riguardato aree che di fatto sono localizzate in prossimità della costa, spesso entro 10 km, mentre nel caso in esame si tratta di un impianto localizzato a distanze significativamente superiori.

La vicinanza alla costa ha certamente agevolato la preventiva raccolta dati nella fase ante-operam anche con l'impiego di strumentazione sofisticata come radar, oltre che la possibilità di svolgere osservazioni dirette dalla costa con strumentazione ottica; al contrario le aree degli impianti in ambiente aperto, considerate le distanze, non agevolano l'impiego di strumenti o lo svolgimento di sessioni di rilevamento diretto mediante operatore. Dall'altra parte, almeno in questa fase, è ipotizzabile che la distanza dalla linea di costa possa attenuare l'eventuale modifica di traiettoria di migratori che, come noto, tendono preferibilmente a sorvolare, prima dell'inevitabile attraversamento del mare, il più possibile le porzioni terrestri interne e quelle costiere. In merito alle modifiche riguardo alle traiettorie corrispondenti ai pendolarismi locali, si evidenzia che le specie che potenzialmente potrebbero interagire con l'area dell'impianto eolico in esame, sono la berta maggiore (*Calonectris diomedea*), la berta minore (*Puffinus yelkouan*), l'uccello delle tempeste (*Hydrobates pelagicus melitensis*), il gabbiano corso (*Ichthyæetus audouinii*) e il falco della regina (*Falco eleonora*), si ritiene invece poco probabile/rara la presenza del marangone dal ciuffo (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*) considerata la distanza dalla costa (generalmente il raggio di foraggiamento in periodo riproduttivo di questa specie è inferiore ai 13 km, quindi un comportamento meno pelagico).

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

In relazione alle esigenze ecologiche delle specie indicate e alle strategie di ricerca trofica adottate da ognuna delle specie, si ritiene che l'eventualità di modifiche delle traiettorie di volo quale risposta alla presenza degli aerogeneratori, possa essere, in questa fase ritenuta moderata/bassa.

Si tenga conto che specie come la *berta maggiore* sono abituate a compiere spostamenti considerevoli; i dati di telemetria raccolti su alcuni individui hanno permesso di accertare che un singolo individuo può compiere fino a 135 km in un giorno, ma anche assentarsi dal sito riproduttivo per 6 giorni per compiere fino a oltre 1.300 km con una media giornaliera pari a 225 km.

Distanze simili sono attribuibili anche alla *berta minore*, decisamente inferiori per il gabbiano corso (< 100 km e assenza dal sito di nidificazione < a 3 gg), mentre il falco della regina può svolgere attività di caccia fino a 30 km dalla costa a quote di volo > 1.000 m s.l.m.

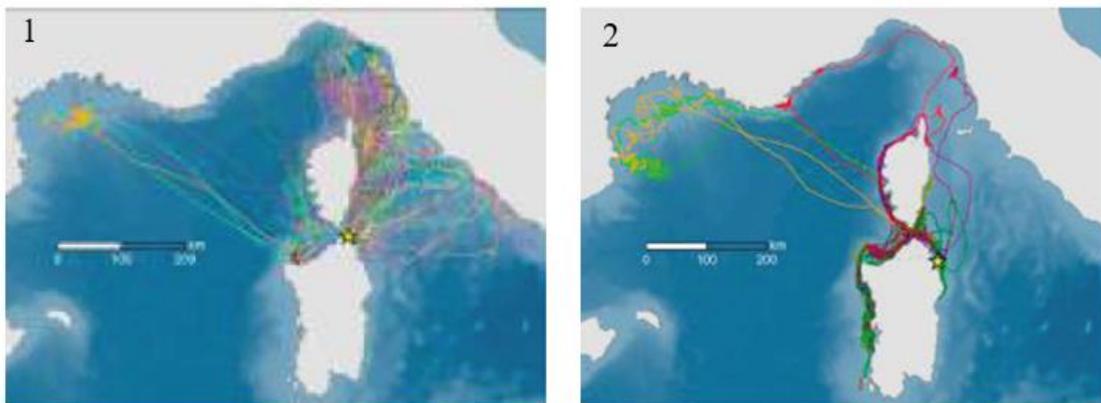


Figura 104: Traccati di foraggiamento berte maggiori (1) dell'Arcipelago di La Maddalena (n=97, dati ISPRA, LIPU, Univ. Milano, PN Arcipelago di La Maddalena); (2) berte minori dell'Arcipelago di Tavolara-Molara (n=34, dati ISPRA e AMP Tavolara-PuntaCoda Cavallo). Le stelle gialle indicano i siti delle colonie.

Oltre ai citati aspetti ecologici e comportamentali, la modifica delle rotte locali dipenderà anche dalla reale sovrapposizione di queste ultime con l'area d'intervento progettuale proposta; in sostanza è necessario accertare preliminarmente quale possa essere l'attuale funzione ecologica del sito dell'impianto in quanto a oggi non sono consultabili informazioni sito specifiche, ma solo ipotizzare la presenza di alcune specie in base ai presupposti precedentemente esposti.

In merito all'impatto potenziale conseguente la perdita/modifica o guadagno dell'habitat fisico considerato che si tratta di un impianto eolico off-shore con fondazione di tipo flottante, sono da escludere le conseguenze generalmente derivanti dalla realizzazione di fondamenta adottate negli ambiti in prossimità della costa; tuttavia anche le strutture flottanti, così come la proposta di favorire l'opportunità di sviluppare all'interno dell'impianto eolico l'attività di acquacoltura, possono facilitare l'insediamento e l'avvicinamento di un certo tipo di flora e/o fauna marina che potrebbe richiamare la presenza di specie di avifauna marina attratte dall'aumento della disponibilità trofica. Sotto questo profilo gli studi condotti nell'ambito d'impianti eolici off-shore nel nord Europa, hanno evidenziato risultati ampiamente differenti;

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

in alcuni casi, ad esempio in Danimarca (Peter-sen et al. 2006), non sono stati riscontrati aumenti di densità di specie avifaunistiche marine durante l'esercizio dell'opera, al contrario invece di quanto accertato nel Paesi Bassi (Lindeboom et al. 2011). L'apparente contrasto dei risultati che possono emergere a seguito dei monitoraggi condotti sia durante la fase pre-costruzione sia durante la fase post-costruzione, è probabile che sia dovuta da alcuni fattori locali che riguardano le specie coinvolte, l'entità, la qualità e l'accessibilità del nuovo tipo di risorsa trofica disponibile nell'ambito dell'impianto eolico. Oltre al potenziale effetto di attrazione trofica, l'impianto eolico può costituire un elemento d'interesse per alcune specie che sfruttano semplicemente le strutture flottanti come supporto ai fini di soste temporanee disponibili in mare aperto.

L'area dell'impianto eolico, al contrario, può costituire un ambito marino in cui la presenza e la densità delle specie di avifauna marina tende a diminuire, ciò come conseguenza dell'installazione degli aerogeneratori che possono essere un elemento che non favorisce l'attività di foraggiamento o il semplice passaggio in volo; in questo caso potrebbe verificarsi una perdita di habitat per quelle specie che abitualmente frequentano lo spazio di mare oggetto d'intervento progettuale. L'entità di tale impatto dipenderà dal reale utilizzo pre-costruzione da parte delle specie di avifauna marina, ma anche dall'attuale disponibilità potenziale di habitat di foraggiamento.

Infine, l'altro impatto primario per l'avifauna durante la fase operativa è la possibilità di collisione con le pale delle turbine; le collisioni sono una tipologia d'impatto che varia in relazione a diversi fattori, tra cui la presenza di specie generalmente sensibili a tale rischio per caratteristiche di volo e di capacità visive, ma anche l'ubicazione dell'impianto in prossimità di colonie riproduttive o lungo direttrici e/o confluenze migratorie.

I casi di mortalità rilevati sono attribuibili alla collisione con le sovrastrutture fisse e le pale del rotore stazionarie o rotanti (Fox et al. 2006a); in generale è stato riscontrato che diverse specie di uccelli, soprattutto i passeriformi che migrano di notte, entrano in collisione con oggetti stazionari a terra e in mare, quando questi sono illuminati (Kerlinger 2000).

Gli studi finora condotti suggeriscono che gli uccelli mostrano un comportamento nei confronti delle turbine a tre scale spaziali, la macro-scala (entro 3 km dalla turbina), la meso-scala (all'interno dell'impianto cioè tra le turbine) e la micro-scala dove gli uccelli rispondono alla vicinanza del pale (entro 10 m; Skov et al.2018); tuttavia, a causa degli alti livelli di deviazione della rotta mostrato da molti uccelli marini di corporatura più grande rispetto alla presenza degli impianti eolici offshore, i risultati delle indagini post-operam hanno evidenziato generalmente tassi di collisione bassi.

Il rischio di mortalità per collisione, oltre a dipendere dai fattori sopra citati, sarà favorito anche dal numero di aerogeneratori, dalla grandezza degli stessi e dalle interdistanze; in merito a quest'ultimo aspetto il progetto proposto, prevede un'interdistanza minima tra gli aerogeneratori pari a 2,5 km che, in base al raggio del rotore, si ritiene possa contenere l'effetto selva riducendo il rischio di mortalità nei casi in cui alcuni individui in volo attraversassero l'impianto eolico.

Tuttavia il rischio di collisione aumenta in relazione all'ubicazione dell'impianto che, come già sottolineato, diviene critica qualora sia in prossimità di colonie riproduttive o lungo direttrici

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
	Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>

principali di migrazione; nell'ambito in esame si segnala la presenza di cinque colonie riproduttive come di seguito descritte:

Distanza minima tra le colonie riproduttive e l'aerogeneratore più vicino.

Colonia (specie)	Ubicazione	Distanza dal wtg più vicino (km)
<i>Berta maggiore</i>	Isola il Toro	73,7
<i>Falco della regina</i>	Isola il Toro	73,7
<i>Uccello delle tempeste</i>	Isola il Toro	73,7
<i>Falco della regina</i>	Isola la Vacca	78,4
<i>Berta maggiore</i>	Isola la Vacca	78,4
<i>Falco della regina</i>	Isola di San Pietro	68,7
<i>Berta minore</i>	Isola di San Pietro	68,7
<i>Gabbiano corso</i>	Isola dei Ratti	79,3

Considerati i valori riportati nella tabella x di cui sopra, si ritiene che il rischio di collisione derivante dalla distanza tra l'area dell'impianto proposta e le colonie riproduttive sia ampiamente contenuto entro le soglie di criticità generalmente consigliate (es. nel caso di colonie di gabbiani, sterne e aironi le distanze suggerite sono di escludere il posizionamento di aerogeneratori da un minimo di 1 km a un massimo di 3 km).

Riguardo all'ubicazione dell'impianto in relazione all'intercettazione o adiacenza a traiettorie di migrazione, considerato che allo stato attuale non si hanno dati sito specifici, si può ipotizzare un interessamento di tipo modesto dei flussi e concentrazioni migratorie al contrario di quanto invece generalmente avviene lungo le coste o in prossimità di punti in cui il braccio di mare da attraversare sia molto ridotto. Generalmente i contingenti migratori che si spostano durante la stagione autunnale e primaverile, tendano più a seguire rotte migratorie in prossimità della costa/terraferma; tale strategia garantisce sia un migliore orientamento durante il volo, ma soprattutto la possibilità di effettuare delle soste per ragioni di alimentazione, riposo o perché si è in prossimità di siti prescelti per lo svernamento come nel caso delle zone umide costiere.

In questa fase può essere di supporto una recente pubblicazione il cui fine principale, tenuto conto della crescita verso le proposte d'installazione d'impianti eolici, è quello di evidenziare quali siano le aree a maggiore sensibilità e vulnerabilità per l'avifauna affinché si possano preventivamente evitare le proposte d'installazione negli ambiti più critici (Avian sensitivity and vulnerability to collision risk from energy infrastructure interactions in Europe and North Africa. *Journal of Applied Ecology*, 00, 1–17). I risultati esposti nella pubblicazione citata, pur essendo funzionali all'individuazione di aree sensibili e vulnerabili in ambito terrestre, si basano su dati di telemetria raccolti mediante apparecchi GPS installati su 1.454 uccelli suddivisi in 27 specie che evidenziano e confermano i percorsi aerei migratori principali che interessano il bacino mediterraneo.

Si precisa che questo non esclude movimenti migratori che possano interessare l'ambito in esame, ma tenuto conto della localizzazione dell'impianto e anche di quelle che potrebbero essere le quote in volo adottate da specie a medio-grande apertura alare durante l'attraversamento del mare, l'entità del fenomeno a livello locale potrebbe essere modesta.

Nella figura è riportata la mappa della sensibilità al rischio di collisione con aerogeneratori; la mappa tiene conto delle posizioni e altezze in volo degli uccelli rispetto alle caratteristiche di sensibilità specifica all’impatto da collisione e tenuto conto di quelli che sono i range di altezza in cui operano gli aerogeneratori.

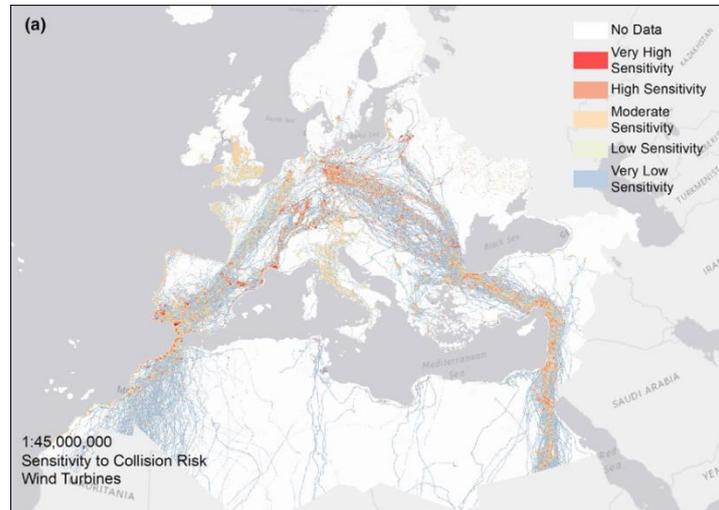


Figura 105: Distribuzione delle aree a differente sensibilità al rischio di collisione.

Infine nella figura è riportata la mappa della vulnerabilità al rischio di collisione elaborata per sovrapposizione delle aree a diversa sensibilità con la densità delle turbine attualmente operative.

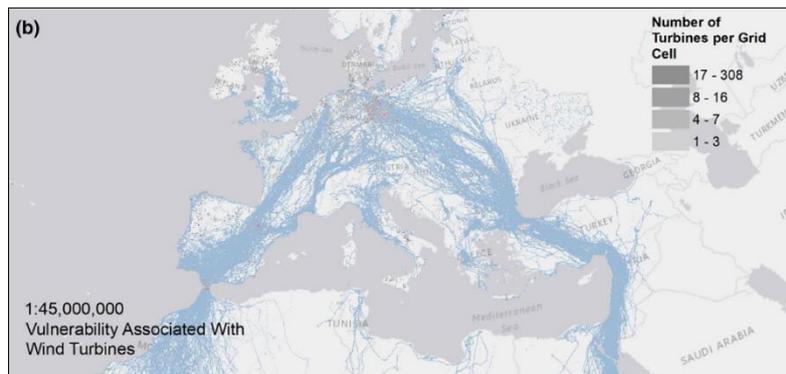


Figura 106: Distribuzione delle aree a differente vulnerabilità al rischio di collisione.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Impatto sulla componente chiropterofauna

Finora numerosi studi sulla terraferma mostrano che i casi mortalità sui pipistrelli sono dovuti a causa di collisioni con le pale o come risultato di un barotrauma (Kunz et al. 2007, Baerwald et al. 2008, Grondsky et al 2011, Bach & Rahmel 2004, Brinkmann ed altri 2011, Cryan ed altri 2014, Dürr 2013, Jones ed altri 2009, Lehnert ed altri 2014, Rydell ed altri 2010a e 2010b). A differenza degli uccelli, raramente si verificano collisioni con strutture statiche come fari e antenne (van Gelder 1956, Crawford & Baker 1981).

Non tutte le specie di pipistrelli sono interessate dalla mortalità indotta dalle turbine eoliche poiché in genere solo le specie, appartenenti ai generi *Eptesicus*, *Nyctalus*, *Pipistrellus* e *Vespertilio*, che tendono a svolgere l'attività di foraggiamento in prossimità della zona del rotore. In Europa la maggior parte dei decessi è stata osservata tra le specie migratorie pipistrello di Nathusius, pipistrello soprano, nottola comune, pipistrello di Leisler (Rodrigues et al. 2014).

La maggior parte delle vittime nell'emisfero settentrionale si verifica in agosto e settembre (Bach & Rahmel 2004, Dürr & Bach 2013, Johnson 2005), in coincidenza con il momento della migrazione autunnale (Dietz et al. 2011). Un numero relativamente basso di pipistrelli migratori diventa vittima durante il periodo migratorio primaverile. Alcune specie residenti come il pipistrello comune sono anche colpite dalla mortalità indotta dalle turbine eoliche. Di conseguenza, la migrazione dei pipistrelli non può essere l'unica causa di mortalità in relazione alla presenza di impianti eolici (Rydell et al. 2012, Hein & Schirmacher 2016). Diverse altre potenziali cause come curiosità, percezione errata, foraggiamento, sosta, affollamento in volo e opportunità di accoppiamento sono state ipotizzate negli ultimi anni (Kunz et al. 2007, Cryan & Barclay 2009), ma attualmente si presume che il foraggiamento vicino alle turbine eoliche sia probabilmente il fattore più importante che determina il rischio di mortalità (Rydell et al. 2012, 2016). In merito a quest'ultimo aspetto si evidenzia che le opportunità di foraggiamento dipendono dalle condizioni meteorologiche e dalla disponibilità stagionale degli insetti. La maggior parte dell'attività dei pipistrelli è svolta durante le notti con temperature > 12 °C e velocità del vento inferiori a 6 m/s (Arnett et al. 2008, Arnett & Baerwald 2013, Ahlén et al. 2009, Cryan et al. 2014), sebbene vi siano specie che possono tollerare condizioni di vento più elevate e temperature più rigide (Bach & Bach 2009, Bach et al. in press A, Limpens et al. 2013). È noto che le condizioni meteorologiche menzionate innescano la migrazione degli insetti in agosto-settembre (Chapman et al. 2004, Drake & Reynolds 2012) e pertanto si suggerisce che la mortalità dei pipistrelli sia collegata agli insetti migratori notturni (Rydell et al 2010a).

Il tasso di mortalità annuale in Europa e Nord America a terra è in media di 2,9 pipistrelli all'anno per turbina eolica, ma la variazione (0-70 pipistrelli) è ampia (Rydell et al. 2012). Una revisione della mortalità segnalata in 37 parchi eolici nell'Europa nord-occidentale (Rydell et al. 2010b) ha rivelato che la topografia e l'habitat locali sono fattori importanti che determinano la mortalità. È stato stimato che il numero annuo di decessi per turbina eolica è 0-3 in terreni agricoli aperti e pianeggianti nell'entroterra, 2-5 in paesaggi agricoli più diversificati e 5-20 sulla costa e su colline e dorsali boschive. Notevoli variazioni regionali nei tassi di mortalità sono state segnalate anche dal Nord America (Arnett et al. 2008, Baerwald & Barclay 2009).

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Inoltre, come nel caso dell'avifauna, la mortalità dipende dalle dimensioni e dalla posizione della turbina eolica all'interno del parco eolico (Baerwald & Barclay 2009). La mortalità aumenta sia con l'altezza della torre che con il diametro del rotore, ma non esiste una relazione significativa tra la mortalità per turbina eolica e il numero di turbine eoliche per parco eolico e la distanza tra il rotore e il suolo (Rydell et al. 2010b, Mathews et al 2016, Thaxter et al. 2017, Bach et al. in stampa B).

L'attività dei pipistrelli non è limitata alla sola terraferma, benché sia in quest'ultima che si svolge la maggior parte del ciclo biologico. Nei Paesi Bassi le registrazioni estive in mare sono occasionali, ma durante la stagione migratoria i pipistrelli si trovano regolarmente al largo (Figura 2.1). La specie più comune nel Mare del Nord è la pipistrello di Nathusius, ma ci sono anche registrazioni in mare aperto di pipistrello comune, Nottola comune, pipistrello di Leisler, ecc. (Boshamer & Bekker 2008, Lagerveld et al. 2014, 2015 e 2017B, Hüppop & Hill 2016, Bach et al. 2017, Hüppop et al. 2019).

Oltre a migrare sul mare, è noto che i pipistrelli si nutrono anche intorno alle turbine eoliche offshore, in modo simile al comportamento di foraggiamento che adottano intorno attorno alle turbine eoliche onshore (Ahlén et al. 2009), ma il rischio di mortalità offshore è ancora sconosciuto (Arnett et al. 2016). Oltre al legame con il comportamento di foraggiamento, il rischio di mortalità in mare può essere influenzato anche dall'altezza di volo durante la migrazione (direzionale). Ahlen et al. (2009) hanno osservato che tutti i pipistrelli migratori sul Mar Baltico di solito volavano al di sotto dei 10 m, anche le specie che normalmente volavano in alto come Nottola comune e Pipistrello pezzato. I pipistrello di Nathusius visti durante le indagini navali nel Mare del Nord volavano ad altezze comprese tra 5 e 20 m (Lagerveld et al. 2014). Brabante et al. (2018) hanno notato che l'attività acustica registrata dei pipistrelli in mare aperto all'altezza della navicella è significativamente inferiore rispetto ad altezze inferiori. Tuttavia, la migrazione ad alta quota sul mare è stata dimostrata da Hatch et al. (2013) che hanno fotografato diversi pipistrelli in migrazione diurna in condizioni di vento in coda ad altitudini superiori a 200 m sul livello del mare al largo degli Stati Uniti orientali. Hüppop & Hill (2016) hanno anche suggerito che la migrazione dei pipistrelli sul mare potrebbe anche essere un fenomeno d'alta quota. Altri fattori che potrebbero contribuire al rischio di mortalità in mare sono l'attrazione per le turbine eoliche offshore da parte dell'illuminazione (Voigt et al. 2018), il comportamento di esplorazione intensiva attorno alla navicella (Ahlén et al. 2009, Bach 2019) e le opportunità di sosta (Lagerveld et al. 2017B).

Attualmente per l'ambito marino oggetto di proposta progettuale, considerata anche la significativa distanza dalla terraferma, non sono disponibili dati riguardo la presenza e il tipo di attività della chiroterofauna; gli unici rilevamenti condotti in prossimità del mare in Sardegna, riguardano indagini condotte in alcune isolotti che hanno evidenziato una scarsa presenza di pipistrelli.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

Misure mitigative previste per la componente avifauna e chiroterofauna.

È necessario premettere che in questa fase preliminare, considerata la necessità di approfondire il profilo faunistico che caratterizza gli ambiti d'intervento, sono indicate delle possibili misure mitigative di carattere generale in relazione alle tipologie degli interventi previsti e alla localizzazione delle stesse.

La realizzazione del tracciato del cavidotto interrato è prevista per la quasi totalità in ambito industriale, tuttavia, nell'ambito del sito di approdo, potrebbe ravvisarsi la necessità di calendarizzare gli interventi qualora fossero riscontrare in ambito costiero la presenza di specie di avifauna coloniali nidificanti; la stessa azioni mitigativa di cui sopra, potrebbe rivelarsi opportuna anche per il tratto di cavidotto (700 m) previsto in un lotto attualmente occupato da vegetazione spontanea di tipo erbaceo e in minima parte anche arbustivo. Riguardo alla componente chiroterofauna non si ritiene possano prefigurarsi necessità di azioni mitigative nell'ambito delle attività di cantiere previste a terra.

Per la fase di cantiere a mare che prevede la posa in opera del cavidotto sottomarino, in relazione alle modalità operative e all'ubicazione delle attività rispetto a siti di nidificazione e zone di alimentazione attualmente noti, non si ravvisa la necessità di prevedere misure mitigative specifiche. L'installazione degli aerogeneratori comporterà preliminarmente il loro trasporto dal sito di assemblaggio all'area dell'impianto; durante il tragitto di navigazione la velocità di crociera prevista, considerato anche l'ingombro del carico trasportato, non è ritenuta tale da determinare possibili collisioni con avifauna marina oltre soglie di criticità, pertanto ciò costituisce di per se già un'azione di mitigazione.

In merito alla fase di esercizio si ritiene che le interdistanze tra gli aerogeneratori possano considerarsi già un'impostazione che possa attenuare l'effetto selva; a seguito dei monitoraggi ante-operam potranno inoltre essere indicate specifiche misure mitigative. In questa fase è già possibile ipotizzare l'adozione di un tipo di illuminazione che non determini un effetto di attrazione nei confronti dell'avifauna in migrazione notturna; anche l'avvio della produzione, pertanto del movimento delle pale, potrebbe prevedersi oltre una soglia minima di velocità del vento che sia $> 7\text{m/s}$ in favore della chiroterofauna.

Per le strutture galleggianti dovrebbero essere previsti dei rivestimenti, vernici speciali, che limitino o non agevolino la diffusione di fauna e flora marina che potrebbe insediarsi e a sua volta favorire la presenza di avifauna marina; si consiglia pertanto la verifica periodica e l'eventuale pulizia dei galleggianti, che preveda l'asportazione di eventuali organismi sessili. Gli accertamenti periodici sono da raccomandare anche lungo i cavi di ancoraggio sospesi che potrebbero favorire l'intercettazione di reti da pesca abbandonate che a loro volta potrebbero favorire l'intrappolamento di uccelli marini in immersione.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

6.2.6. Impatto sull'attività della pesca

Nella fase di esercizio dell'impianto eolico offshore determinerà:

- occupazione/limitazione d'uso di fondale e dello specchio acqueo,
- movimenti navali di supporto per le attività di manutenzione e/o emergenza

Al fine della valutazione dell'impatto sull'attività della pesca, durante l'intero ciclo di vita del progetto, sarà necessario pertanto considerare i seguenti elementi:

- L'effettiva superficie occupata dal parco eolico, che non consentirà l'attraversamento delle imbarcazioni che svolgono attività di pesca (vedasi le mappe dello sforzo di pesca Tav. 6 – Planimetria inquadramento impianto eolico su zone di ripopolamento specie ittiche e aree di pesca)

Da un raffronto tra l'intensità delle rotte dei pescherecci così come rilevata dal sistema AIAS e le aree di pesca riportate nell'elaborato grafico n.6, si evince come l'area di installazione dell'impianto eolico non sia sostanzialmente interessata da rotte ascrivibili all'attività di pesca mentre il tracciato del cavo viene interessato, verosimilmente, esclusivamente delle rotte di avvicinamento alle aree di pesca e non intralci pertanto tale attività.

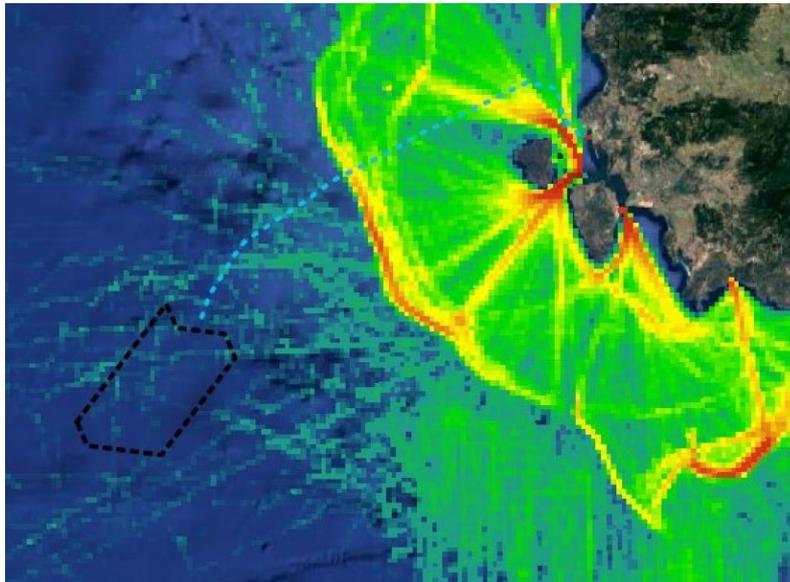


Figura 107 Rotte dei pescherecci come rilevate dal sistema AIS

Nel caso con ordinanza la capitaneria di porto disponesse esclusivamente una distanza di sicurezza dalle turbine, l'impianto l'impatto sull'attività di pesca sarebbe minimo in quanto le unità navali dovrebbero effettuare esclusivamente una modesta deviazione della rotta.

In fase di valutazione di impatto ambientale verranno effettuate delle indagini sulle effettive attività esercitate dai pescherecci per poter valutare con maggiore precisione l'impatto su detto comparto.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

Un aspetto già affrontato nella definizione degli impatti in fase di esercizio in merito alla sicurezza della navigazione riguarda le interazioni tra mezzi marittimi e cavidotti.

In riferimento alla componente pesca l'interazione con il cavo marino può essere rappresentata dalle reti a strascico.

La presenza e la posizione del cavo dovrà essere segnalata sulle carte nautiche e quindi questo costituirà una fonte informativa ufficiale affiancata ad avvisi ai naviganti disposti dalla Capitaneria di Porto.

Il cavo in questa fase viene ipotizzato semplicemente poggiato sul fondale ma se a seguito dell'indagine sulle marinerie emergesse che nel tracciato del cavo si esercita attività di pesca il cavo potrà essere interrato e quindi la pesca consentita.

Questa soluzione progettuale affiancata alla corretta informazione circa la presenza del cavidotto sul fondale, evita sicuramente la riduzione delle aree di pesca ma soprattutto danni al cavidotto e quindi ricadute negative sulla comunità.

L'analisi condotta nel paragrafo 5.9 che descrive il sistema della pesca del Tonno Rosso, porta ad escludere qualsiasi interferenza con il parco eolico in quanto non viene intercettato dalle rotte dei tonni che vengono pescati nelle tonnare sulcitane. Anche il cavo elettrico, come si vedrà nel paragrafo relativo ai campi elettromagnetici non può creare interferenze e/o modificare la rotta dei tonni.

Alla luce di queste considerazioni molto preliminari, da approfondire nelle successive fasi dove si definiranno le soluzioni progettuali migliori per l'ambiente e per tutte le comunità interessate, l'impatto può essere considerato lieve e compensabile con l'eventuale coinvolgimento delle marinerie nella gestione dell'impianto di acquacultura.

6.2.7. Impatto sulla componente ambiente suolo

In fase di esercizio l'impatto sul consumo di suolo è relativo a:

- Presenza del cavo marino su tutta la lunghezza dal sito di produzione al punto di sbarco a terra;
- Presenza della sottostazione elettrica di consegna onshore localizzata nell'area industriale del Consorzio di Portovesme. L'area ipotizzata per la realizzazione della sottostazione ammonta complessivamente a circa 5000 mq e ricade all'interno di un'area già edificata.
- Presenza del cavo interrato per tutta la sua lunghezza non apporta un consumo di suolo e nessuna alterazione alla morfologia del territorio poiché saranno interessate aree già industrializzate e caratterizzate dalla presenza di altri sottoservizi e in fase di esercizio lo stato dei luoghi sarà ripristinato.

L'interazione tra l'impianto eolico e la componente suolo in fase di esercizio determina l'occupazione d'uso del suolo e di fondali per la presenza delle nuove opere.

Si ritiene che l'impianto una volta installato non possa avere impatti negativi sul suolo e tale impatto non è ritenuto particolarmente significativo.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

6.2.8. Impatto sul patrimonio paesaggistico e culturale

L'esercizio del nuovo impianto eolico Del Toro 2 comporterà rispetto alla componente patrimonio paesaggistico e culturale:

- la presenza delle nuove opere (aerogeneratori, sottostazione di consegna);
- la presenza in mare delle navi per la manutenzione programmata degli impianti eolici, emissioni luminose per la segnalazione;

In merito alla presenza degli aerogeneratori che possono comportare una potenziale variazione percettiva connessa al rimodellamento della panoramica di orizzonte e alla presenza delle nuove strutture è stata effettuata un'approfondita analisi nello specifico Elaborato D – Relazione sulla valutazione tecnica dell'Impatto visivo.

Un valore indicativo in merito alla distanza di impatto potenziale generato dalla presenza degli aerogeneratori viene definito nel documento del Ministero per i Beni e le Attività Culturali: "Gli impianti eolici: Suggerimenti per la Progettazione e la Valutazione Paesaggistica" in cui si tiene conto dell'altezza dell'aerogeneratore e del loro numero.

$$R = (100+E) \times H$$

- R = raggio dell'area di potenziale impatto visivo [m];
- E = numero degli aerogeneratori [-] - 24;
- H= altezza dell'aerogeneratore [m] - 262.5m (150 m altezza aerogeneratore + 112.5 raggio della pala);

in definitiva si ottiene: 32 550 m ovvero 32.55 km.

Il valore della distanza d' impatto potenziale è meno della metà rispetto alla distanza di ubicazione dell'impianto eolico.

L'impianto eolico Del Toro 2 è ubicato a 75 km dall'isolotto del Toro e quindi questa distanza, in considerazione a quanto esposto nei punti precedenti, viene ritenuta tale da rendere impercettibile all'occhio umano la presenza dell'impianto.

Come riportato nella relazione tecnica sull'impatto visivo, la presenza dell'atmosfera, sommata alle caratteristiche della turbina eolica, implica che già ad una distanza di 3-4 km l'effetto di visione si possa considerare trascurabile.

Da quanto sopra emerge un impatto sul paesaggio praticamente nullo in quanto l'impianto sarebbe visibile esclusivamente dalle navi che navigano a circa 30 Km dalla costa.

Bisogna tenere conto dei benefici diretti sulle comunità locali dovuti alla possibile dismissione della centrale a carbone di Portovesme che comporterebbe una rivoluzione sulla qualità dell'atmosfera in termini di emissioni di CO2 nonché un assoluto miglioramento del paesaggio costiero.



Figura 108 La centrale Enel di Portovesme

Per quanto riguarda le attività di gestione dell'impianto la presenza delle navi è ritenuta ininfluenza ai fini del mutamento del paesaggio naturale, poiché trattandosi di un tratto di mare molto trafficato la loro presenza non comporta delle alterazioni.

Le opere a terra sono distanti dai siti di interesse paesaggistico e storico-culturale oggetto di tutela (vedasi *Tav. 25 – Planimetria tracciato cavidotto e ubicazione della sottostazione su PPR*).

Il passaggio del cavo non comporta nessuna interferenza con la componente paesaggio in quanto sarà interrato.

La sottostazione elettrica di consegna a terra verrà realizzata in un lotto ricadente all'interno dell'area industriale del consorzio di Portovesme e non interferirà negativamente con il patrimonio paesaggistico locale. Tuttavia per integrare al meglio la sottostazione con l'ambiente possono essere utilizzate delle tecniche costruttive a basso impatto ambientale e per un maggiore inserimento paesaggistico potrà essere impiegato del verde lungo il perimetro del lotto adibito alla costruzione della sottostazione, utilizzando delle specie locali, per la definizione dell'impatto visivo finale dell'opera.

In base a queste considerazioni l'impatto in fase di esercizio sul patrimonio paesaggistico e culturale si ritiene irrilevante e positivo in caso di dismissione delle entrate a cordone di Portovesme.

6.2.9. Analisi degli impatti elettromagnetici sulla fauna marina

Le attuali conoscenze delle interazioni tra organismi marini e campi elettromagnetici (EM) generati dagli impianti eolici marini e dai loro cavi di collegamento sono ancora a livello di studi e di sperimentazione in laboratorio. Tuttavia, è noto che campi EM sono generati da queste strutture, e che molti organismi marini utilizzano e/o sfruttano i campi EM, ambientali, per i loro spostamenti e migrazioni nelle brevi e nelle lunghe distanze. I pesci migratori che rispondono a segnali ambientali naturali, come il campo geomagnetico terrestre o i suoni sottomarini, si muovono attraverso le stesse acque occupate dai diversi impianti collocati in

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

mare, sollevando così la questione se ci siano effetti degli impianti eolici marini sui pesci migratori.

Studi specialistici sono stati condotti su specie diadrome, come i Salmonidi e le anguille, che intraprendono migrazioni su larga scala attraverso le acque costiere e offshore, che sono già significativamente influenzate da altre attività umane.

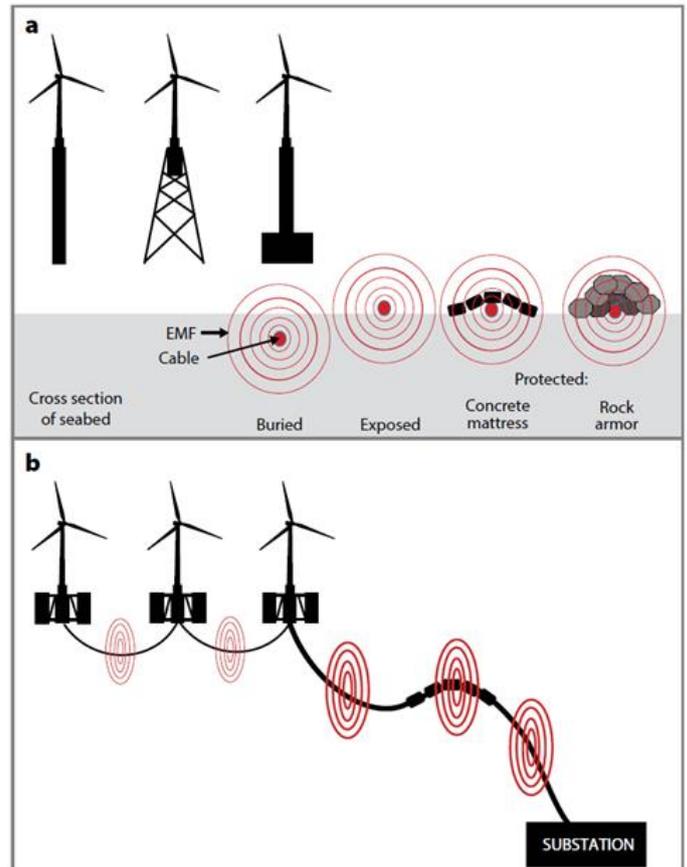
Le informazioni su cui basare la revisione sono risultate limitate rispetto a tutti gli aspetti del comportamento e dell'attività migratoria di altri pesci, in particolare per quanto riguarda gli impatti creati dai campi EM dei cavi sottomarini. Le poche conoscenze rendono difficile stabilire relazioni di causa ed effetto. Molti studi tuttavia, affermano che molte specie migratrici possono utilizzare il campo magnetico terrestre per l'orientamento e la ricerca della direzione durante le migrazioni. I giovani della trota di mare rispondono sia al campo magnetico terrestre che ai campi magnetici artificiali. Le attuali conoscenze suggeriscono che i campi elettromagnetici provenienti da cavi sottomarini possono interagire con la migrazione delle Anguille se le loro vie di movimento li portano sopra i cavi, in particolare in acque basse (<20 m). L'unico effetto noto è un cambiamento temporaneo nella direzione del nuoto. Non è ancora possibile determinare se questo rappresenterà un effetto biologicamente significativo, ad esempio la migrazione ritardata.

Le attuali ipotesi di effetti limitati si basano su una comprensione incompleta di come le specie si muovono nel loro ambiente e interagiscono con i campi elettromagnetici naturali e antropogenici e il suono sottomarino. Esiste una serie di importanti lacune nelle conoscenze, principalmente se le specie ittiche migratorie nel complesso rispondono ai campi elettromagnetici e al suono associato.

La percezione, la rilevanza biologica e gli effetti dei campi elettromagnetici variano nel corso della vita delle specie. Ad esempio, negli elasmobranchi bentonici (squali/razze), la sensibilità e la rilevanza cambiano durante tutto il ciclo di vita, dal rilevamento dei predatori nelle prime fasi dello sviluppo alla comunicazione e alla ricerca di compagni negli adulti (Sisneros et al., 1998). Allo stesso modo, in alcune specie, giovani e/o adulti utilizzano segnali dal campo geomagnetico durante le migrazioni a lunga distanza o nei comportamenti di homing (Klimley, 1993; Putman et al., 2013; Cresci et al., 2017). Una mappa magnetica e/o una bussola magnetica facilitano la navigazione, consentendo a un animale di determinare la sua posizione e direzione in relazione a un obiettivo (Boles e Lohmann, 2003). Le specie bento-pelagiche elettrorecettive utilizzano anche segnali di navigazione provenienti da campi geomagnetici (Kalmijn, 1978; Anderson et al., 2017); tuttavia, gli studi si sono concentrati prevalentemente sulla percezione dei campi elettrici legati alle prede. Infatti gli squali sono tra i più sensibili ai campi elettromagnetici. Questa loro sensibilità è dovuta ad un recettore particolare, le ampole di Lorenzini, che gli permettono, appunto, di individuare campi elettromagnetici generati da animali in difficoltà.

Da misurazioni delle onde EM, è emerso che non c'è smorzamento dell'emissione del campo, come illustrato dalla zona ombreggiata lungo ciascuno dei cavi in figura. L'EM raggiungerà il picco sulla superficie del cavo (già con una sua fascia di isolamento), quindi l'interramento del cavo nel fondo marino non assicurerà una barriera fisica tra il cavo e gli animali epibentonici.

Oltre a questa barriera fisica, non ci sono ragioni note per utilizzare l'interramento del cavo come forma di mitigazione degli effetti ambientali associati ai campi elettromagnetici. I vari cavi, che si uniscono ad altri cavi per formare una rete che termina in corrispondenza di una turbina collettore o di una sottostazione. Laddove i cavi si uniscono, l'EM diventa più complesso a causa dei diversi orientamenti e geometrie delle emissioni. Dalla sottostazione, l'energia elettrica viene trasmessa a terra attraverso un cavo di maggiore diametro. (tratto da: By Zoë L. Hutchison, David H. Secor, and Andrew B. Gill: The Interaction Between Resource Species and Electromagnetic Fields Associated with Electricity Production by Offshore Wind Farms)



Le migrazioni stagionali di specie sensibili a campi EM (ad es. Salmoni, merluzzi, tonni) possono incontrare più cavi sottomarini durante la loro migrazione.

È possibile che la presenza di queste strutture sui pesci migratori fungano anche da attrattori, cioè i pesci sono attratti dalle strutture galleggianti e di fondo (ancoraggi, perlustrazione/protezione dei cavi; "effetto barriera corallina"; vedere Degraer et al., 2020).

L'aumento del tempo di permanenza (Gauldie e Sharp, 1996) può aumentare l'esposizione ai campi elettromagnetici dei cavi, con orientamento sconosciuto e conseguenze sulla navigazione. Inoltre, il cablaggio dinamico (Figura sopra) può presentare una maggiore esposizione ai campi elettromagnetici da parte di specie pelagiche (squali, tonni, cetacei) (Walli et al., 2009).

Dalla relazione elettrica allegata al progetto sono determinati i valori del campo magnetico per i cavi a 66kV e 220 kV. Dai calcoli effettuati risulta che:

- Cavo 66 kV a poco più di 3 m dalla sorgente il campo magnetico presenta un valore inferiore a $3\mu\text{T}$ che rappresenta "l'obiettivo qualità".
- Cavo 220 kV a poco più di 4 m dalla sorgente il campo magnetico presenta un valore inferiore a $3\mu\text{T}$ che rappresenta "l'obiettivo qualità".

Dai dati sopra riportati si evince che il cavo non potrà avere influenza sulle rotte pelagiche tra i quali quelle dei tonni le quali rotte vengono incrociate su un fondale avente una profondità di circa 50 metri.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Bisogna considerare inoltre che le specie migratorie come i tonni rossi, durante le loro attraversate incontrano svariati tipi di costruzioni antropiche, inclusi cavi sottomarini ad alta tensione e tale circostanza pare non abbia alterato le rotte storiche di queste specie ittiche. L'impatto sulla migrazione dei pesci potrebbe essere invece significativo in acque più basse per pesci che si spostano lungo la costa.

In sede di VIA saranno effettuati degli studi di laboratorio per verificare l'influenza dei campi elettromagnetici sulle specie ittiche tipiche della zona di installazione del cavo saranno esaminate diverse forme di mitigazione e compensazione quali particolari schermature per ridurre al massimo i potenziali impatti scaturiti dal cavo sottomarino.

6.2.10. Produzione dei rifiuti

La produzione di rifiuti in fase di esercizio sarà dovuta alle seguenti macro-attività:

- l'attività di manutenzione programmata;
- sversamenti accidentali e/o incidenti.

La produzione di rifiuti connessa alla fase di esercizio del progetto, come per la fase di realizzazione, dovrà essere quanto più contenuta possibile. Durante l'intero ciclo di vita dell'impianto le attività previste che potenzialmente possono generare rifiuti sono quelle connesse alla manutenzione ordinaria.

Durante il corso di queste attività pianificate, qualsiasi tipologia di rifiuto (oli esausti compresi) sarà temporaneamente stoccato sulle navi in serbatoi appositi, successivamente trasportato a terra e conferito ad impianto idoneo; inoltre, le operazioni offshore saranno effettuate senza scarico a mare delle acque reflue in quanto tutte le navi impiegate saranno dotati di sistemi di raccolta a bordo.

In considerazione di quanto sopra riportato gli impatti sulla produzione dei rifiuti in fase di esercizio sono da considerarsi lievi e reversibili nel lungo periodo.

6.3. Impatti connessi alla fase di dismissione

Quando la fase di esercizio dell'impianto avrà termine, avrà inizio la fase di dismissione che, come l'attività di costruzione delle opere, avrà una durata relativamente breve e temporanea.

La fase di dismissione delle opere sarà suddivisa in macro-attività e prevede:

- Lo smantellamento a mare degli aerogeneratori dai sistemi di ancoraggio e galleggiamento;
- Il trasporto degli aerogeneratori fino all'area portuale designata;
- Lo smontaggio degli aerogeneratori e delle apparecchiature annesse e connesse;
- La dismissione della Stazione Elettrica;
- Il ripristino dello stato delle aree occupate a terra;
- Il conferimento ad impianti idonei per il conseguente riciclo e/o smaltimento dei materiali prodotti.

Si prevede l'utilizzo di navi per il caricamento degli aerogeneratori ed i relativi accessori (sistemi di ancoraggio e (galleggiamento) ed il consecutivo trasporto a terra.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

Per la dismissione delle opere onshore del progetto, gli impatti generati sono completamente associabili a quelli di un cantiere tradizionale, pertanto si reputano valide, anche per le opere a terra, le considerazioni fatte per la fase di costruzione della sottostazione e del cavo interrato. Al fine della completa dismissione delle opere a mare, studi specialistici durante una fase successiva del progetto approfondiranno meglio lo stato biologico dell'area interessata dal cavo sottomarino: essendo l'opera un potenziale rifugio per comunità bentoniche potrebbe influire sulla scelta di dismettere e rimuovere completamente il cavo oppure una volta dismesso, mantenerne alcune sezioni dove siano presenti attività biologiche di quel tipo.

I parchi eolici offshore esistenti hanno una vita di circa 20 anni (Metoc, 2000). La disattivazione, come anticipato, richiederà la rimozione degli ancoraggi, delle torri, delle turbine e delle pale insieme ai cavi associati tra le turbine e la costa.

I materiali costituenti gli aerogeneratori, turbine, fondazioni galleggianti ecc verranno riciclati e se possibile riutilizzati come descritto nei paragrafi descrittivi precedenti. La rimozione delle ancore e dei cablaggi comporterà un notevole disturbo del fondale marino con conseguente rimozione o disgregazione fisica delle comunità bentoniche e risospensione dei sedimenti.

Inoltre, la rimozione degli ancoraggi rimuoverà le comunità epifaunistiche e le comunità ittiche associate che sostengono, con conseguente riduzione della biodiversità locale.

Se le infrastrutture utilizzate per gli ancoraggi del parco eolico supportano comunità bentoniche o se vi sono nelle vicinanze aree di nursery, specialmente se formano un vivaio per specie commerciali, lasciare le basi dell'impianto in posizione potrebbe essere un'alternativa più vantaggiosa per l'ambiente ed economicamente vantaggiosa rispetto alla rimozione completa.

Pertanto, gli elementi impattanti previsti per la fase di dismissione sono quelli esaminati per la fase di costruzione.

Si fa presente infatti che, come per la fase di costruzione, ove gli aerogeneratori venivano assemblati in un'area portuale idonea (sito di Oristano), così per la fase di dismissione gli elementi offshore saranno smontati a terra nella medesima area con minimizzazione dei tempi, i rischi per il personale, i costi ed i rischi di impatto sull'ambiente marino.

Tali impatti, sono valutati trascurabili e reversibile nel breve e/o lungo termine.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

6.3.1. Benefici e sviluppo economico per la Sardegna

I cambiamenti climatici, principalmente dovuti all'uso indiscriminato di fonti fossili, rappresentano una grave minaccia per l'ecosistema terrestre.

Una risposta forte è stata data da parte della Commissione Europea con l'adozione del "Green Deal Europeo". Il Parlamento Europeo e il Consiglio Europeo hanno adottato la cosiddetta RED II, la Direttiva europea sulla promozione delle fonti rinnovabili che riconosce e promuove le configurazioni di Autoconsumo collettivo e di Comunità energetiche.

La Commissione europea raccomanda vivamente e insistentemente gli Stati membri, di adottare misure efficaci per affrontare la "Povertà Energetica". In attesa della completa attuazione della disciplina della Direttiva RED II e del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199 con le disposizioni contenute nell'articolo 42-bis del decreto-legge 30 dicembre 2019 n.162, convertito con modificazioni dalla legge 28 febbraio 2020, l'Italia ha disciplinato in anticipo la fase di recepimento rendendo possibile la condivisione dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili tra più cittadini.

Pertanto alla luce di questa Direttiva e dell'investimento complessivo che Seawind intende realizzare nell'area dove intende costruire, assemblare, mantenere e operare i parchi eolici, la società intende promuovere una o più delle seguenti iniziative:

- Comunità energetiche
- Contrasto alla Povertà Energetica,

creando un "fondo energetico" a cui le comunità possano accedere per favorire le fasce sociali che rischiano di essere espulse dai processi di condivisione e dei meccanismi di produzione. La normativa è tuttora in evoluzione e Seawind la sta seguendo con i suoi partner e consulenti. Le comunità energetiche figurano formalmente nella legislazione e nei documenti politici europei sin dalla emanazione della direttiva (UE) 2018/2001 del parlamento europeo e del consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili dove si introduce il concetto di comunità di energia rinnovabile e si promuove maggiore partecipazione dei cittadini alla transizione energetica.

Parallelamente, la revisione della direttiva sul mercato interno dell'energia elettrica (UE) 2019/944 ha definito la comunità energetica dei cittadini come "un'entità giuridica basata sulla partecipazione volontaria e aperta, comprendente anche diversi attori come autorità locali, comuni e piccole imprese; lo scopo principale è quello di fornire ai suoi membri o partner o al territorio in cui opera benefici economici o sociali a livello comunitario, piuttosto che generare profitti finanziari. Ciò include anche la partecipazione della comunità alla generazione e distribuzione di energia rinnovabile a beneficio dei propri membri. Le due Direttive Europee disegnano quindi queste comunità che, nel primo caso, prevedono la sola produzione di energia rinnovabile e solo in prossimità del soggetto giuridico costituito, con possibilità di partecipazione per le PMI. Nel secondo caso, si accettano anche altre fonti, non necessariamente in prossimità, e consentono solo la partecipazione di piccole imprese.

Dal luglio 2021, con la formulazione dell'obiettivo del Green Deal sulla neutralità climatica dell'Europa entro il 2050, (riduzione delle emissioni di gas serra del 55% entro il 2030), anche le comunità energetiche sono viste come uno strumento per rafforzare i benefici delle energie rinnovabili. Con questo obiettivo collettivo, le comunità energetiche devono essere promosse come forze complementari in grado di contribuire a una grande quota della produzione di

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

energie rinnovabili. Il Green Deal, nelle sue politiche di solidarietà e nella distribuzione delle entrate derivanti dalla fissazione del prezzo del carbonio, afferma che "il 100% delle entrate derivanti dalla fissazione del prezzo del carbonio deve tornare ai cittadini dell'UE".

In Italia il Decreto-legge 30 dicembre 2019 n. 162, (Milleproroghe), convertito nella Legge n.8 del 28 febbraio 2020, contiene l'art.42-bis "Autoconsumo da Fonti Rinnovabili" che, anticipando il testo di recepimento della Direttiva sulle Energie Rinnovabili 2001/2018, concede la possibilità di realizzare comunità di autoconsumo collettivo e di energie rinnovabili.

In Italia, il tema dell'energia prodotta collettivamente ha iniziato ad essere introdotto dalla Strategia Energetica Nazionale (SEN) nel 2017 come strumento per la pianificazione energetica nazionale.

Casi di avanguardie locali nel campo delle comunità energetiche sono quelli come il caso della Regione Piemonte, che per prima ha adottato una legge in materia: Legge Regionale n.12 del 3 agosto 2018 "Promozione dell'istituzione delle comunità energetiche". A questo ha fatto seguito la Regione Puglia con la Legge Regionale 9 agosto 2019, n. 45 "Promozione dell'istituzione delle comunità energetiche".

Anche in Sardegna ci sono diverse comunità nascenti quali, la "Comunità energetica rinnovabile di Ussaramanna", la "Comunità energetica rinnovabile di Villanovaforru", e le tre "Case dell'energia" di Serrenti. Di seguito si accenna ad alcune configurazioni, da valutare, discutere e definire in dettaglio con i rappresentanti locali.

Una comunità energetica nel senso classico può essere una associazione di utenti che condividono l'energia da loro prodotta, da fonte rinnovabile. Nel caso del parco eolico del Toro, non si tratta di autoproduzione ma sarà la società che opera il parco a mettere una quota parte di energia prodotta a disposizione della comunità che potrà o distribuirla in loco andando ad abbassare la bolletta degli utenti, oppure potrà dedicarla a infrastrutture di pubblica utilità come ospedali, oppure potrà richiederne l'equivalente economico di una percentuale su cui accordarsi che verrà versato su un fondo per lo sviluppo locale gestito dalla comunità per progetti quali sostegno alla creazione di lavoro, formazione, supporto delle fasce più deboli. Inoltre, l'infrastruttura può essere pensata anche in modo intelligente (smart grid) che collega tutti i soggetti della comunità energetica, la quale potrebbe comprendere anche sistemi evoluti di storage per l'accumulo dell'energia elettrica non immediatamente utilizzata e quindi con anche l'opzione della rivendita in rete oltre che la gestione ottimizzata per ridurre gli sprechi. Le forme partecipative (associazione, partenariato, consorzio etc.), la migliore soluzione tecnica di gestione del meccanismo di funzionamento della comunità e la percentuale di energia equivalente devoluta saranno definite il prima possibile con un tavolo tra i rappresentanti locali e le parti sociali con Seawind e la società aspira affinché questo sia concluso prima della fine del processo autorizzativo al parco.

Oltre a quanto sopra dovrà essere tenuto in considerazione che per garantire il funzionamento del parco dovrà essere strutturato un gruppo di tecnici che opererà il parco eolico Del Toro stimato in circa 30 unità dirette.

Le attività legate al parco eolico non si esauriscono peraltro con costruzione e la messa in funzione in quanto è prevista un'attività di monitoraggio e progetti di ricerca marini di sostenibilità che verranno portati avanti con il supporto di Università e tecnici locali.

Si prevede inoltre che la formazione del personale per le attività di costruzione, manutenzione ed operatività sia del parco che del centro di assemblaggio richiederà collaborazioni con gli istituti tecnici locali.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. <i>00</i>

Seawind sta inoltre elaborando uno studio di fattibilità per un progetto pilota di acquacoltura che possa integrarsi con il parco, in acque a largo, in modo da creare ulteriore fonte di occupazione e ricchezza per il territorio.

7. CONCLUSIONI

La valutazione dell'impatto ambientale di un'opera avente dimensioni e caratteristiche quali quelle dell'impianto eolico di Del Toro 2 rappresenta un lavoro estremamente complesso ed articolato secondo molteplici discipline tecnico scientifiche ed ambientali.

Risulterà di fondamentale importanza nell'analisi degli impatti che saranno effettuati in sede di VIA mettere in evidenza che questo tipo innovativo di impianti per la generazione di energia da fonti rinnovabili sono concepiti proprio per un miglioramento delle condizioni ambientali con particolare riferimento agli effetti positivi riguardanti la riduzione dell'emissione di CO₂.

Attraverso l'immissione in rete dell'energia prodotta dall'impianto in oggetto rispetto ad una centrale a turbogas si avrebbe un risparmio di emissioni in atmosfera pari a 17.178.816 tonnellate di CO₂ che corrispondono ad un beneficio equivalente ad una superficie di bosco di oltre 68.000 ettari, superficie pari a 2,72 volte l'area occupata dall'intero impianto eolico e che corrisponde, per dare un esempio di tipo geografico, a 6,9 volte la superficie dell'Isola di S Antioco.

Oltre al beneficio ambientale, gli impianti da fonti rinnovabili, hanno alcuni vantaggi geopolitici ascrivibili alla indipendenza energetica da altri stati.

Seppure sono evidenti dei benefici per la collettività e la realizzazione di questo tipo di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili sia prevista negli obiettivi dello stato italiano, la loro realizzazione deve essere accompagnata da una rigorosa valutazione di impatto ambientale che conduca alle migliori alternative possibili in termini di localizzazione, modalità realizzative e di gestione degli stessi.

Anche se un'esaustiva valutazione degli impatti potrà essere effettuata a seguito delle analisi ed indagini di campo che saranno eseguite in sede di valutazione di impatto ambientale è stato possibile, con i dati oggi disponibili, effettuare alcune considerazioni preliminari.

Dall'analisi effettuata è emerso che in fase di realizzazione delle opere gli impatti saranno sostanzialmente transitori e di modesta entità.

Prima della posa del cavo saranno infatti effettuate le caratterizzazioni dei suoli interessati ed attuati gli eventuali accorgimenti che consentiranno di limitare ogni impatto su suolo, flora e fauna.

Le attività di posa del cavo e del parco hanno interferenze trascurabili con la navigazione e le rotte dei pescherecci e non interessano zone di pesca.

Gli impatti in tale fase sono pertanto fundamentalmente trascurabili ed ascrivibili sostanzialmente all'operatività dei mezzi navali impiegati nel posizionamento dei manufatti, impatto pertanto non significativo se comparato allusuale traffico marittimo della zona.

La produzione degli aerogeneratori verrà realizzata presso il porto di Oristano all'interno dell'area industriale e l'impatto generato da tale attività verrà esaminato nell'apposito studio di impatto ambientale che sarà allegato al progetto. L'attività che si andrà ad installare ad Oristano è comunque di bassissimo impatto sull'ambiente in quanto sarà costituita da una sezione di montaggio delle pale e realizzazione dei basamenti galleggianti in calcestruzzo.

	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE PARCO EOLICO OFF-SHORE FLOTTANTE "DEL TORO 2" P = 292,8 MVA	
Codifica Elaborato:	<i>B – Studio Preliminare Ambientale</i>	Rev. 00

Viceversa, durante la fase di realizzazione presso il sito di Oristano ci saranno enormi ricadute occupazionali sul territorio nonché sinergie di impresa con le attività economiche locali, istituti di ricerca e scuole di formazione.

La produzione degli aerogeneratori a distanza di circa 100 km dal sito di installazione costituisce peraltro una singolarità nello scenario mediterraneo e comporterà una sensibile riduzione degli impatti collegati ai trasporti.

Anche gli impatti in fase di esercizio potranno essere esaustivamente analizzati a seguito dei rilievi e studi previsti nella fase di stesura dello Studio di Impatto Ambientale.

Dal presente studio è emersa la possibilità che il campo eolico possa avere delle interferenze con l'avifauna, interferenze comunque di modesta entità data la distanza dalla costa.

Per quanto attiene invece la flora e la fauna marina il campo potrebbe avere degli effetti positivi grazie all'effetto reef di aggregazione per i pesci FAD (Fish Aggregating Device) e potrà contribuire all'aumento della fauna ittica che sfrutta l'effetto di riparo e la presenza di cibo costituita dalla fauna bentonica che può colonizzare le strutture.

Il parco inoltre non è posizionato sulle principali aree di pesca del Sud Ovest della Sardegna e non ha influenze sulle rotte del tonno rosso, specie ittica che costituisce oltre che una risorsa economica, un fattore di caratterizzazione identitaria del territorio.

Il parco ed il cavo inoltre non interessano l'ecosistema coralligeno che rappresenta la principale biocostruzione del Mediterraneo in termini sia di potenza che di biodiversità associata, mentre le porzioni di posidonia interessate dal percorso del cavo saranno espianate e reimpiantate nella loro posizione originaria.

Attraverso uno studio scientifico di laboratorio dovrà essere determinata l'influenza del campo magnetico generato dal cavo sulle specie ittiche, con particolare riferimento al tratto in acque basse considerato che tale interferenza è stata stimata fino ad una distanza di circa 4 metri dall'asse del cavo.

Data la distanza dalla costa il parco eolico non avrà nessun impatto sul paesaggio ma è necessario tenere in considerazione i benefici diretti sulle comunità locali dovuti alla possibile dismissione della centrale a carbone di Portovesme che comporterebbe una rivoluzione sulla qualità dell'atmosfera in termini di emissioni di CO₂ nonché un assoluto miglioramento del paesaggio costiero.

Saranno inoltre da considerare i positivi effetti economici dovuti alla messa a disposizione delle comunità locali di una quota parte di energia prodotta.

Tutti gli studi ed analisi ad oggi effettuati mostrano come l'impianto Eolico del Toro 2 abbia le caratteristiche per poter compensare con un bilancio positivo gli impatti generati dalla realizzazione ed esercizio dell'opera con i benefici correlati.

Si ritiene pertanto possibile proseguire con lo studio di impatto ambientale che sarà articolato e strutturato sulla base del piano di lavoro elaborato unitamente al presente studio preliminare.