



Tibula Energia S.r.l.

Progetto Preliminare per la Realizzazione di un Parco Eolico Offshore - Olbia - Tibula Energia

Relazione Tecnica Illustrativa

Doc. No. P0025305-6-SAN-H1 Rev.0 - Aprile 2022

| Rev. | Descrizione | Preparato da | Controllato da | Approvato da | Data |
|------|-----------------|--------------|----------------|---------------|-------------|
| 0 | Prima Emissione | P. Trabucchi | A. Giovanetti | M. Compagnino | Aprile 2022 |

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

INDICE

| | |
|---|-----------|
| LISTA DELLE TABELLE | 3 |
| LISTA DELLE FIGURE | 3 |
| ABBREVIAZIONI E ACRONIMI | 5 |
| 1 PREMESSA | 6 |
| 2 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO | 7 |
| 2.1 CONTESTO ENERGETICO | 7 |
| 2.2 IL PIANO DI SVILUPPO DELLE FER IN ITALIA | 9 |
| 3 ELEMENTI COSTITUTIVI DEL PROGETTO | 10 |
| 3.1 ELEMENTI OFFSHORE | 10 |
| 3.1.1 Tipologia di Aerogeneratori | 10 |
| 3.1.2 Fondazione Galleggiante | 12 |
| 3.1.3 Sistemi di Ancoraggio | 13 |
| 3.1.4 Schema elettrico preliminare | 14 |
| 4 DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE E IDENTIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI GENERALI DI SENSIBILITÀ | 19 |
| 4.1 BATIMETRIA | 19 |
| 4.2 BIODIVERSITÀ | 20 |
| 4.2.1 Rete Natura 2000 | 20 |
| 4.2.2 Aree Umide e zone RAMSAR | 23 |
| 4.2.3 Aree Naturali Protette | 23 |
| 4.2.4 Carta della Natura Regione Sardegna | 29 |
| 4.2.5 Habitat Marini | 32 |
| 4.2.6 Fauna Marina | 35 |
| 4.2.7 Avifauna | 38 |
| 4.2.8 Oasi Permanenti di Protezione Faunistica e di Cattura | 38 |
| 4.3 ELEMENTI DI POTENZIALE INTERESSE ARCHEOLOGICO | 39 |
| 4.4 PESCA | 40 |
| 4.5 TRAFFICO NAVALE | 41 |
| 4.6 ASSERVIMENTI DERIVANTI DALLE ATTIVITÀ AERONAUTICHE CIVILI E MILITARI | 42 |
| 4.7 ASSERVIMENTI INFRASTRUTTURALI E AREE UXO | 43 |
| 4.8 TITOLI MINERARI PER LA RICERCA E COLTIVAZIONE DI IDROCARBURI IN MARE | 44 |
| 5 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE E CONNESSIONE DEL PARCO OFFSHORE | 46 |
| 5.1 PARTE MARITTIMA | 46 |
| 5.1.1 Sito di assemblaggio delle turbine galleggianti | 46 |
| 5.1.2 Panoramica del montaggio e sequenza di installazione | 46 |
| 5.1.3 Assemblaggio e varo della piattaforma galleggiante | 46 |
| 5.1.4 Integrazione della turbina eolica sul galleggiante | 46 |
| 5.1.5 Mezzi marini utilizzati per il traino e l'installazione di turbine eoliche e galleggianti | 46 |
| 5.1.6 Cavo elettrico di collegamento tra le turbine | 47 |
| 5.1.7 Procedura di posa dei cavi elettrici sul fondale marino | 47 |
| 5.1.8 Sottostazioni Elettriche Galleggianti | 47 |
| 5.1.9 Approdo | 48 |
| 5.2 PARTE TERRESTRE | 48 |
| 5.2.1 Posa delle condotte | 48 |
| 5.2.2 Stazione di sezionamento | 49 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.2.3 | Linea di Connessione a 220KV | 51 |
| 5.2.4 | Sottostazione Elettrica Lato Connessione | 51 |
| 6 | ESERCIZIO E MANUTENZIONE IMPIANTO | 53 |
| 6.1 | MANUTENZIONE ORDINARIA | 53 |
| 6.2 | MANUTENZIONE STRAORDINARIA | 53 |
| 7 | DISMISSIONE DELLE OPERE | 54 |
| | REFERENZE | 55 |

LISTA DELLE TABELLE

| | | |
|--------------|---|----|
| Tabella 4.1: | Parchi Nazionali della Regione Sardegna | 24 |
| Tabella 4.2: | Parchi Naturali della Regione Sardegna | 25 |
| Tabella 4.3: | Aree Marine Protette della Regione Sardegna | 26 |
| Tabella 4.4: | Stazza delle navi e corrispondente classe GRT assegnata | 41 |
| Tabella 4.5: | Numero di rotte calcolate per ciascuna classe GRT | 41 |
| Tabella 5.1: | Dettaglio coordinate OSS | 47 |
| Tabella 5.2: | Dettaglio particella SE Lato Mare | 49 |
| Tabella 5.3: | Dettaglio particella SE Lato Mare | 52 |

LISTA DELLE FIGURE

| | | |
|--------------|---|----|
| Figura 1.1: | Layout generale degli elementi di progetto Tibula Energia | 6 |
| Figura 2.1: | SCHEMA LINEE AT DELL'AREA SARDEGNA NORD (LINEE IN ARANCIONE 150 KV – LINEA BLU HVDC 200 KV) | 8 |
| Figura 3.1: | Esempio Aerogeneratore Vestas V236-15.0 MW | 10 |
| Figura 3.2: | Struttura Torre Eolica | 11 |
| Figura 3.3: | Esempi di Strutture Galleggianti per Parchi Eolici | 12 |
| Figura 3.4: | Sistema di Ormeaggio con Catenaria | 13 |
| Figura 3.5: | Sistema di Ormeaggio a Elementi Tesi | 13 |
| Figura 3.6: | Esempio di cavo di collegamento a 66 kV e tipico di sezione | 15 |
| Figura 3.7: | Vista installazioni marine del parco Tibula Energia | 16 |
| Figura 3.8: | Vista cavidotti marini e terrestri del parco Tibula Energia | 16 |
| Figura 3.9: | Esempio di protezione di un cavo sottomarino con cubicoli | 17 |
| Figura 3.10: | Dettaglio del metodo di posa con co-trenching | 18 |
| Figura 3.11: | Esempio di metodo di posa con gusci di protezione | 18 |
| Figura 4.1: | Batimetria dell'Area di Studio – IMS C-MAP | 19 |
| Figura 4.2: | Confronto Tra Le Fonti di Dati Batimetrici: IMS C-MAP – ETOPO (in blu) | 20 |
| Figura 4.3: | Ubicazione dei Siti Natura 2000 nell'area vasta di progetto. Fonte: Ministero della Transizione Ecologica | 21 |
| Figura 4.4: | Ubicazione dei Siti Natura 2000 rispetto all'area di approdo, al tracciato del cavidotto marino ed al Parco Eolico. | 21 |
| Figura 4.5: | Aree IBA (Important Bird Areas) nell'area vasta di progetto. Fonte: Geoportale Regione Sardegna | 22 |
| Figura 4.6: | Inquadramento delle aree IBA rispetto all'area di approdo dei cavi marini e al tracciato del cavidotto terrestre | 23 |
| Figura 4.7: | Inquadramento dell'area di intervento rispetto ai Parchi Nazionali. Fonte: Geoportale Regione Sardegna | 24 |
| Figura 4.8: | Inquadramento dell'area di approdo rispetto al Parco Nazionale Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena | 25 |
| Figura 4.9: | Parchi regionali nell'area sud della Regione Sardegna. Fonte: Geoportale Regione Sardegna | 26 |
| Figura 4.10: | Inquadramento delle Aree Marine Protette rispetto alle opere di progetto. Fonte: Geoportale Regione Sardegna | 27 |
| Figura 4.11: | Inquadramento della AMP Tavolara - Punta Coda Cavallo rispetto alle opere di progetto | 28 |
| Figura 4.12: | Zone di Protezione Ecologica. Fonte: Ministero della Transizione Ecologica | 29 |
| Figura 4.13: | Inquadramento del Cavidotto Terra-Stazione su Carta degli Habitat | 30 |
| Figura 4.14: | Carta del Valore Ecologico | 31 |

| | | |
|--------------|--|----|
| Figura 4.15: | Carta della Sensibilità Ecologica | 31 |
| Figura 4.16: | Carta della Pressione Antropica | 32 |
| Figura 4.17: | Carta della Fragilità Ambientale | 32 |
| Figura 4.18: | Ubicazione degli habitat marini rispetto alle opere di progetto. Fonte: EMODnet | 33 |
| Figura 4.19: | Attraversamento dei cavi sottomarini all'interno delle praterie di Posidonia | 34 |
| Figura 4.20: | Punti di presenza di Cymodocea nodosa. Fonte: EMODnet | 35 |
| Figura 4.21: | Area vasta - osservazioni di mammiferi marini disponibili nella banca dati EUROBIS. (Fonte: EMODnet) | 36 |
| Figura 4.22: | Area di progetto - osservazioni di mammiferi marini disponibili nella banca dati EUROBIS. (Fonte: EMODnet) | 37 |
| Figura 4.23: | Osservazioni di tartarughe marine disponibili nella banca dati EUROBIS. (Fonte: EMODnet) | 38 |
| Figura 4.24: | Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura nella zona Sud della Regione | 39 |
| Figura 4.25: | Mappa della densità dell'attività di pesca nell'area nord-orientale della Regione Sardegna. Fonte: EMODnet Human Activities (Anno 2020) | 40 |
| Figura 4.26: | Servitù aeronautiche, radar e zone DPR nella zona di Olbia. Fonte: OpenAIP | 42 |
| Figura 4.27: | Carte nautica Tibula ed interferenze con aree militari (Istituto Idrografico della Marina, 2020) | 43 |
| Figura 4.28: | Dumped Munitions Areas e Linee per le telecomunicazioni nell'area Sardegna Sud. Fonte: EMODnet | 44 |
| Figura 4.29: | Estratto della Carta delle Istanze e dei Titoli Minerari Esclusivi per Ricerca, Coltivazione e Stoccaggio di Idrocarburi. Fonte: https://unmig.mise.gov.it | 45 |
| Figura 5.1: | Standard di cablaggio sottomarino | 47 |
| Figura 5.2: | Standard di ancoraggio sottomarino | 48 |
| Figura 5.3: | Configurazione cavi terrestri 220kV (tipico) | 49 |
| Figura 5.4: | Vista della particella per la stazione di sezionamento | 50 |
| Figura 5.5: | Percorso preliminare cavidotto a 220 kV | 51 |
| Figura 5.6: | Vista della particella per la SE Lato Connessione | 52 |

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

| | |
|----------------|--|
| Art. | Articolo |
| AT | Alta Tensione |
| D.M. | Decreto Ministeriale |
| DGR | Delibera Giunta Regionale |
| Dir | Direzione |
| DPGR | Decreto Presidente Giunta Regionale |
| DRAG | Documento Regionale di Assetto Generale |
| FER | Fonti di Energia Rinnovabile |
| FER | Fonti di Energia Rinnovabile |
| FSE | Fondo sociale europeo |
| HDD | Horizontal Directional Drilling |
| HV | High Voltage |
| ISPRA | Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale |
| m.s.l.m | Metri sul livello del mare |
| MV | Medium Voltage |
| MW | Megawatt |
| OWF | Offshore Wind Farm |
| PNRR | Piani Nazionali di Ripresa e Resilienza |
| RTN | Rete di Trasmissione Nazionale |
| S.p.a. | Società per Azioni |
| SE | Stazione Elettrica |
| SNCS | Strategia Annuale della Crescita Sostenibile |
| SP | Strada Provinciale |
| SS | Strada Statale |
| TOC | Trivellazione Orizzontale Controllata |
| UXO | Unexploded Ordnance |
| VIA | Valutazione di Impatto Ambientale |
| WEEE | Waste of Electrical and Electronic Equipment |
| WTG | Wind Turbine Generator |
| ZPS | Zona di Protezione Speciale |
| ZSC | Zona Speciale di Conservazione |

1 PREMESSA

La presente relazione è stata predisposta per Tibula Energia S.r.l. , società controllata dal partenariato di Falck Renewables S.p.A., operatore internazionale nel campo delle energie rinnovabili, attivo nello sviluppo, nella progettazione, realizzazione e gestione di impianti di produzione di energia pulita da fonte eolica e solare e presente in 13 paesi e BlueFloat Energy, uno sviluppatore internazionale di progetti offshore con un'esperienza unica nella tecnologia galleggiante.

Tibula Energia è intenzionata a realizzare un parco eolico offshore composto da 65 aerogeneratori, per una taglia totale di 975 MW, ubicato a mare a Nord della costa orientale della Sardegna tra il comune di Olbia (SS) ed il comune di Siniscola (NU).

Nel dettaglio la scelta di tale sito è stata effettuata tenendo conto della risorsa eolica potenzialmente disponibile, della distanza dalla costa, della profondità, della conformazione del fondale, dei possibili nodi di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) gestita da Terna S.p.A. e, non da ultimo, minimizzando/evitando il più possibile le aree di potenziale maggior interferenza a livello ambientale. In questa zona il fondale ha una profondità variabile e in particolare l'area scelta per l'installazione delle turbine varia dai 1000 m ai 1300 m circa.

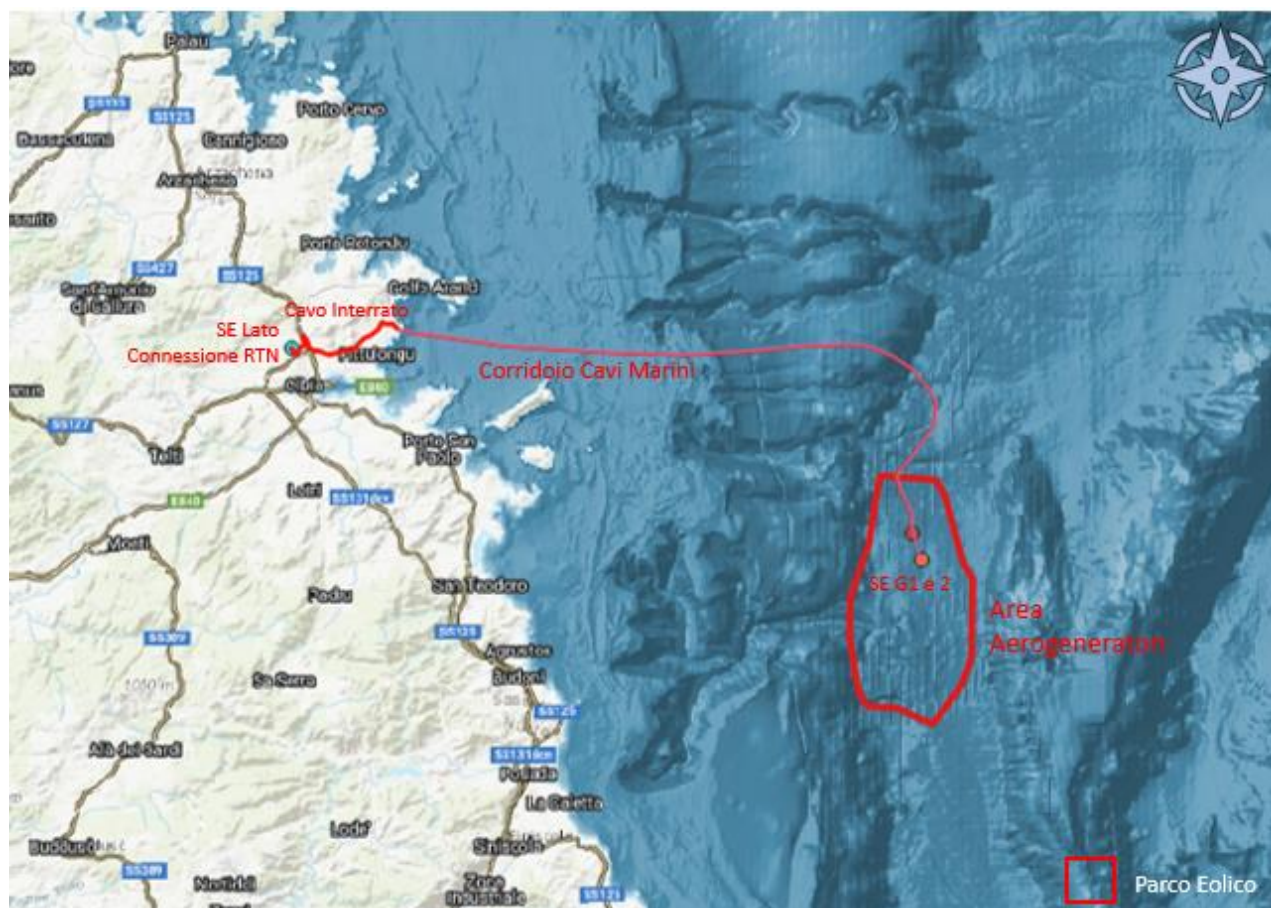


Figura 1.1: Layout generale degli elementi di progetto Tibula Energia

2 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

L'area designata per l'installazione del parco eolico denominato Tibula Energia è ubicata nel mare Tirreno, e si trova nella zona nord-orientale della Sardegna, indicativamente in corrispondenza della fascia costiera tra Olbia (SS) e Siniscola (NU).

La piattaforma insulare in quest'area è relativamente ampia, con una distanza media tra la costa e l'isobata di 1000 m compresa tra 25 e 50 km.

Il parco eolico offshore denominato Tibula Energia è composto dai sottogruppi identificati dalle sottostazioni galleggianti OSS 1 e OSS 2.

Il parco eolico sarà connesso alla rete elettrica a terra attraverso una serie di cavi sottomarini che si conatteranno a loro volta al cavidotto interrato per giungere alla Stazione di Sezionamento, ubicata nel comune di Golfo Aranci (SS).

Il progetto prevede una stazione elettrica (denominata Stazione Elettrica Lato Connessione) ubicata nel comune di Olbia (SS) e collegata tramite cavidotto interrato, che ha la funzione di connessione alla RTN (Rete Elettrica Nazionale).

Gli elementi di progetto che interessano la concessione demaniale marittima, sono gli elementi onshore del progetto, compresa la Stazione di Sezionamento, che sono descritti nei paragrafi successivi.

2.1 CONTESTO ENERGETICO

La risorsa eolica in quest'area è buona, con una velocità media del vento di 8,57 m/s a 150 m sul livello del mare.

I venti prevalenti provengono dall'arco W-NW, principalmente per l'incanalamento dei venti occidentali attraverso le Bocche di Bonifacio.

La densità di potenza eolica a 150 m di altezza nell'area di interesse è compresa tra 750 e 980 W/m², essendo i valori di densità di potenza più elevati localizzati in prossimità delle Bocche di Bonifacio, e quindi al confine internazionale del mare territoriale.

In Sardegna Terna gestisce 4.323 km di elettrodotti in alta e altissima tensione e 25 cabine elettriche.

La Sardegna è collegata elettricamente alla terraferma da due cavi sottomarini: SAPEI (1000 MVA, Sardegna-Penisola Italiana) e SACOI (300 MVA, Sardegna-Corsica-Italia). Un ulteriore collegamento in corrente alternata, denominato SARCO, collega la Sardegna e la Corsica. La Sardegna esporta un terzo della propria energia (2.749 GWh) in Corsica e nelle regioni dell'Italia continentale per soddisfare la propria domanda di energia elettrica.

La Sardegna è attraversata da un'unica linea a 380kV (il cui tratto più lungo è di circa 155 km) che collega il nord Sardegna (Stazione di Fiume Santo) alla zona industriale di Cagliari (dove si trova anche il polo produttivo Sarlux) e consente il transito di importanti flussi energetici tra il nord e il sud dell'isola.

La zona nord-est della Sardegna ha una connessione alla rete limitata, e l'unica rete di trasmissione disponibile è la stazione di Santa Teresa, che si collega alla linea a 220 kV proveniente da Viddalba con una linea a 150 kV che copre la costa orientale. Questa stazione dista circa 40 km da Olbia.

La linea 150 kV proveniente da Santa Teresa è collegata anche alle stazioni secondarie di Palau, Arzachena (6 km dalla costa) e Olbia (4 km dalla costa), tutte gestite dal distributore ENEL.

La potenza totale installata in Sardegna è di circa 5.000 MW. La principale fonte di alimentazione degli impianti termoelettrici è il carbone (quasi la metà), seguito da gas, diesel e olio combustibile.

La principale produzione del nord Sardegna è data dalla centrale di Fiume Santo, con una potenza installata di circa 600 MW, alimentata a carbone. La stazione 380kV di Fiume Santo (SS) riceve l'energia prodotta da questa centrale. La capacità di questa rete di distribuzione e delle loro sottostazioni non può essere desunta da fonti di informazione pubbliche, quindi la fattibilità di questo collegamento dovrebbe essere analizzata da ulteriori studi.

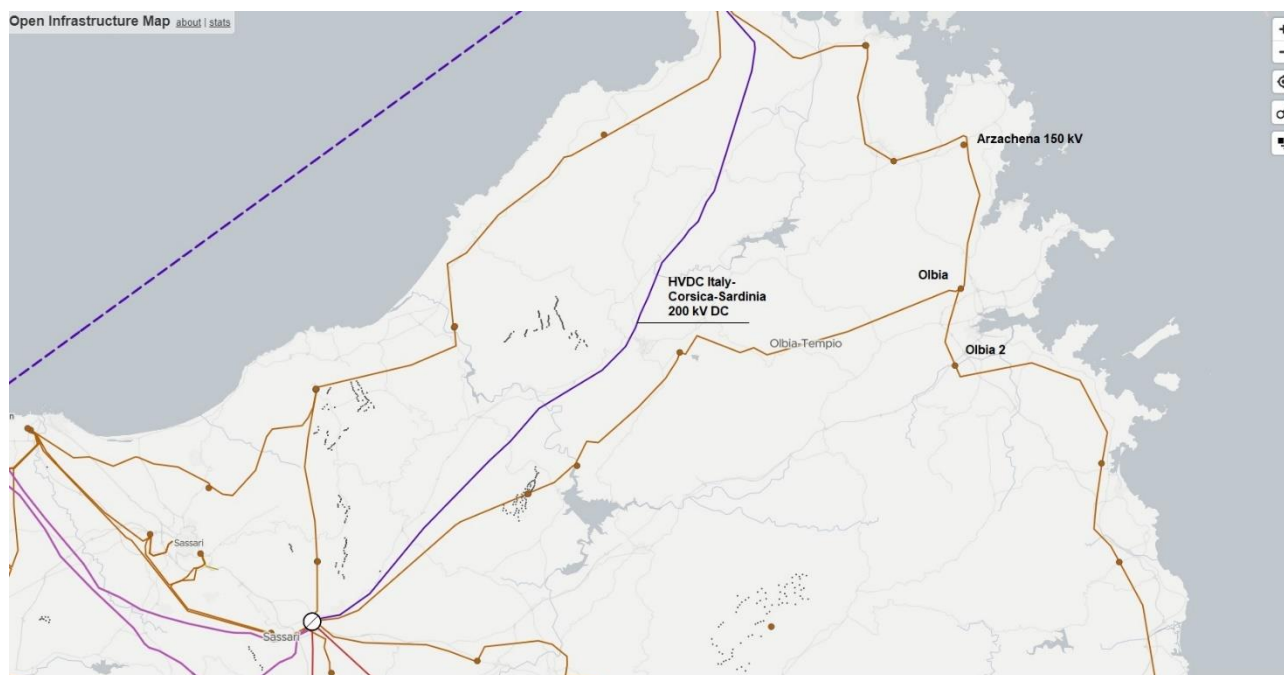


Figura 2.1: SCHEMA LINEE AT DELL'AREA SARDEGNA NORD (LINEE IN ARANCIONE 150 KV – LINEA BLU HVDC 200 KV)

2.2 IL PIANO DI SVILUPPO DELLE FER IN ITALIA

L'Unione Europea ha definito i propri obiettivi in materia di energia e clima per il periodo 2021-2030 con il pacchetto legislativo "Energia pulita per tutti gli europei" - noto come Winter package o Clean energy package. Il pacchetto, adottato tra la fine dell'anno 2018 e l'inizio del 2019, fa seguito agli impegni assunti con l'Accordo di Parigi e comprende diverse misure legislative nei settori dell'efficienza energetica, delle energie rinnovabili e del mercato interno dell'energia elettrica.

La neutralità climatica al 2050 e la riduzione delle emissioni al 2030 del 55% ha costituito peraltro, anche il target di riferimento per l'elaborazione degli investimenti e delle riforme in materia di Transizione verde contenuti nei Piani Nazionali di Ripresa e Resilienza (PNRR), figurandone tra i principi fondamentali base enunciati dalla Commissione UE nella Strategia Annuale della Crescita Sostenibile (SNCS 2021).

La costruzione di questi impianti, quindi, permetterebbe di garantire un surplus di produzione elettrica da fonte rinnovabile, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e per il Clima (PNIEC) e del PNRR nell'ambito della de-carbonizzazione, crescita delle energie rinnovabili ed efficienza energetica.

3 ELEMENTI COSTITUTIVI DEL PROGETTO

3.1 ELEMENTI OFFSHORE

3.1.1 Tipologia di Aerogeneratori

La tecnologia utilizzata sarà quella detta delle turbine eoliche galleggianti. Detta tecnologia permette di realizzare impianti distanti dalla costa su fondali profondi con impatti ambientali potenzialmente trascurabili. La tipologia realizzativa indicata consente il miglior sfruttamento della risorsa eolica in luoghi particolarmente favorevoli che altrimenti inutilizzabili a causa della profondità di fondale.

Le WTG (Wind Turbine Generator) considerate hanno le seguenti caratteristiche tecniche:

- ✓ Potenza nominale aerogeneratore: 15000 kW;
- ✓ Tensione di connessione MT: 66 kV;
- ✓ Tipologia: Full Scale Converter.

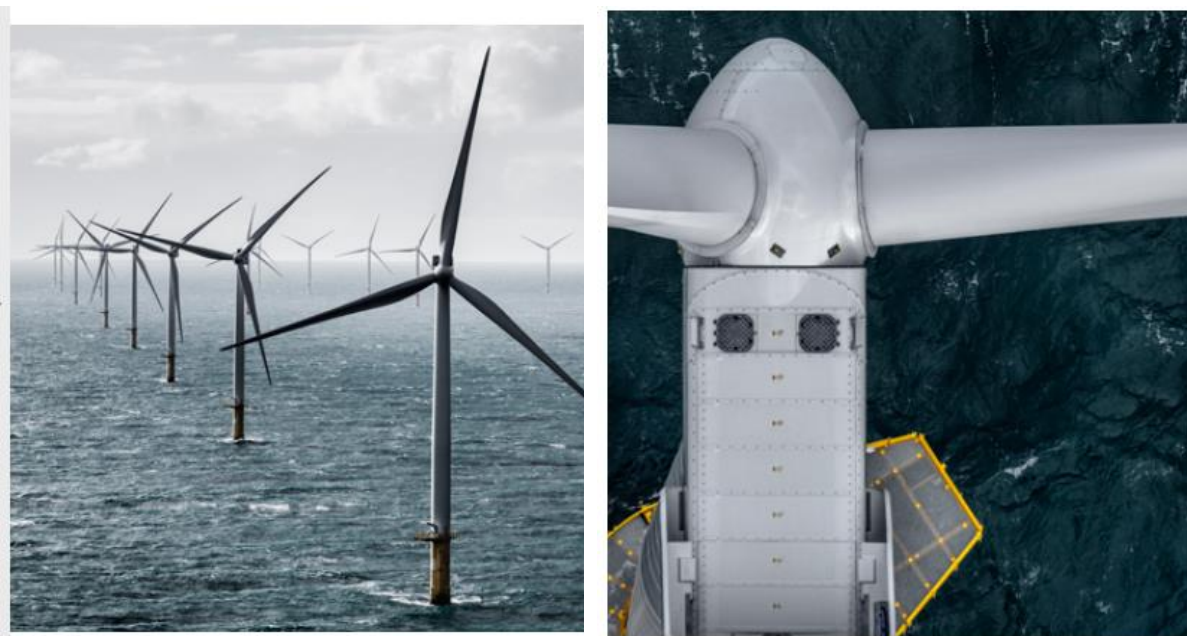


Figura 3.1: Esempio Aerogeneratore Vestas V236-15.0 MW

La tipologia indicata sfrutta converter di potenza posti elettricamente in serie a ciascuna delle fasi del generatore. La presenza dei converter conferisce alle turbine una maggiore capacità di generazione di energia reattiva, sia in sovrapproduzione che in sottoalimentazione anche in assenza di vento. Tale caratteristica, opportunamente coordinata dal sistema di controllo dell'intero complesso delle macchine, è di ausilio nella rispondenza alle richieste di cui all'Allegato A17 del Codice di Rete.

Tramite specifica autorizzazione per ogni singolo gruppo di Tibula Energia, il proponente farà richiesta alla società Terna di allacciamento alla RTN con i valori di immissione e prelievo previsti dal progetto.

La figura di seguito riportata mostra la struttura della torre eolica con vista frontale, laterale e dall'alto.

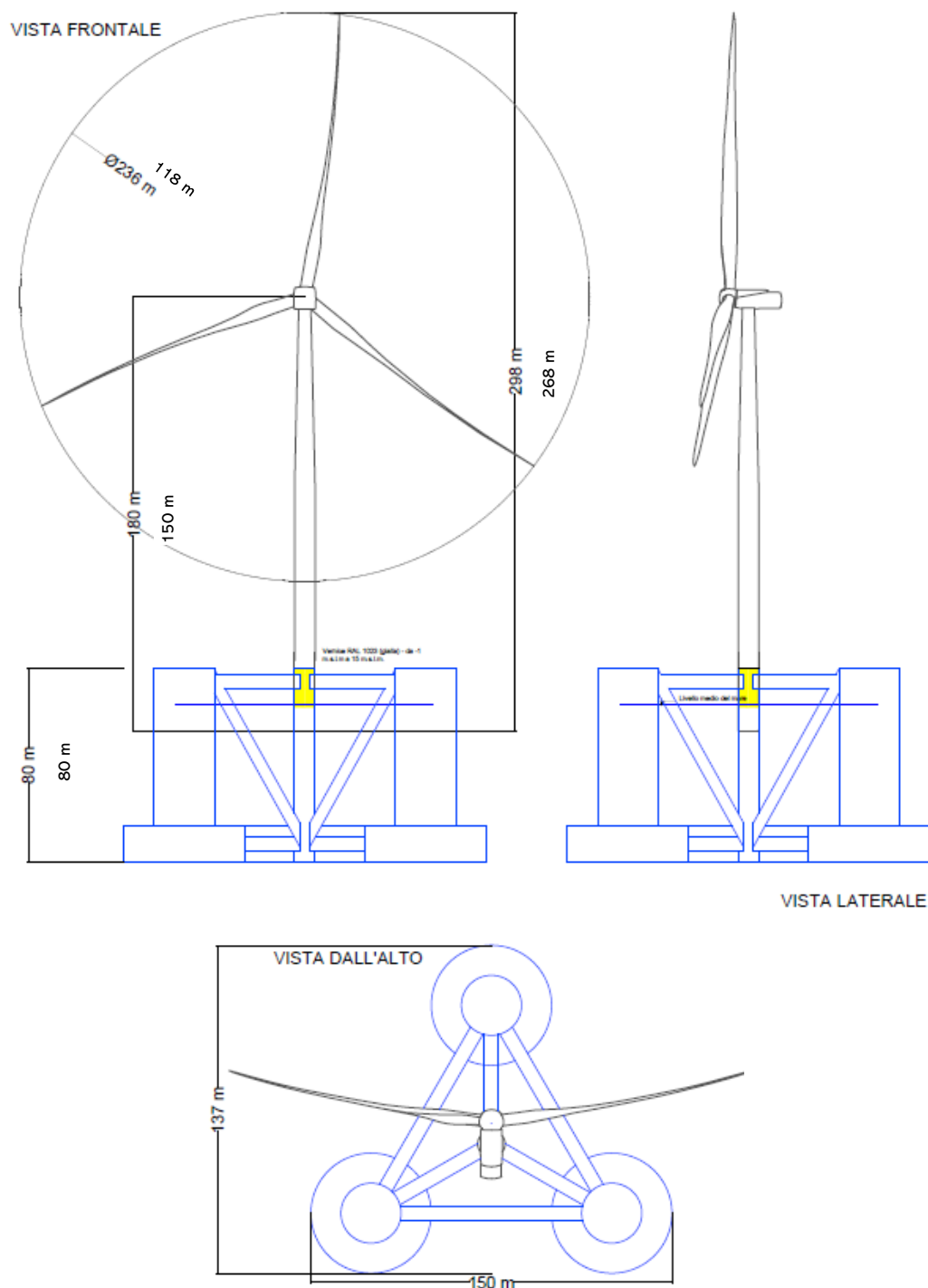


Figura 3.2. Struttura Torre Eolica

Come si evince dalla rappresentazione schematica, la torre eolica ha un'altezza al mozzo pari a 150 m, e con le pale di raggio 118 m raggiunge i 268 m di altezza massima. La fondazione galleggiante ed il sistema di ancoraggio vengono descritte nei paragrafi successivi.

3.1.2 Fondazione Galleggiante

In linea di principio la scelta fra l'installazione di una struttura fissa e di una struttura galleggiante dipende dalla profondità dell'acqua al sito di interesse. Come linea guida generale, per profondità superiori ai 100 m, come in questo caso, si prediligono le strutture galleggianti.

La caratteristica principale richiesta alle strutture galleggianti che ospitano le turbine eoliche è la stabilità e di conseguenza la capacità di ridurre le oscillazioni del sistema al fine di minimizzare il fenomeno di fatica a cui sono soggette le varie componenti.

In generale, due fattori importanti che contribuiscono ad incrementare la stabilità sono la quota del centro di gravità del sistema ed il sistema di ormeggio.

Sono presenti varie tipologie di strutture per il supporto delle turbine eoliche e di soluzioni per il mantenimento delle stesse in posizione basate sulle conoscenze sviluppate nell'ambito dei progetti offshore per l'estrazione di prodotti petroliferi.

Tuttavia, è bene sottolineare che, nonostante le similitudini in termini di tipologia del galleggiante, la struttura stessa così, come le necessità delle turbine eoliche sono differenti rispetto alle installazioni per l'estrazione e la raffinazione di prodotti petroliferi.

Infatti, mentre in campo petrolifero si ha necessità di poche e grandi strutture, in campo eoliche è necessario avere strutture più piccole ma in quantità significativamente maggiori. Questo ha un impatto significativo in termini di progettazione, costruzione, installazione ed operabilità delle strutture.

Nella figura seguente si riportano le soluzioni concettuali principalmente applicate per i vari parchi eolici nel mondo. Va comunque evidenziato che è pratica comune sviluppare una progettazione ad hoc per la struttura galleggiante in base alle specifiche necessità di progetto ed alle strutture disponibili per costruzione ed installazione al sito.

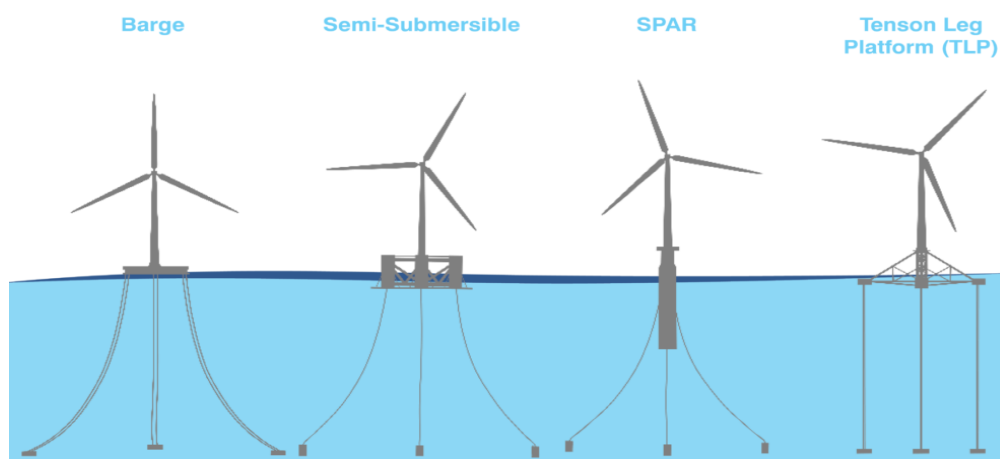


Figura 3.3: Esempi di Strutture Galleggianti per Parchi Eolici

In generale, la struttura galleggiante, per poter rimanere in posizione, deve essere ormeggiata tramite linee di ormeggio e fondazioni nel fondale marino.

Per quanto concerne il sistema di ormeggio, le soluzioni attualmente applicate ed applicabili sono le seguenti:

- ✓ Catenaria;
- ✓ Cavo teso inclinato o verticali ("taut mooring").

Il dimensionamento dei sistemi di ormeggio ed ancoraggio per la specifica installazione sarà sviluppato nelle fasi successive del progetto, a seguito di sondaggi geotecnici e geofisici per identificare le caratteristiche del terreno. Il sistema scelto verrà progettato al fine di minimizzare l'impatto ambientale.

A questo proposito, il sistema più utilizzato per gli impianti offshore galleggianti, ad oggi, è quello mediante un sistema di catene ed ancore marine (vedi figura seguente). Esistono tuttavia, ove reso possibile dalla natura dei fondali, tecniche di ormeggio con elementi tesi (catene o funi) – Taut mooring - con ancore terminali costituite da strutture a suzione (suction bucket), pali ad avvitamento, fondazioni a gravità.

La stabilità del sistema catenario è garantita dal peso stesso della struttura. La catenaria, che è solitamente composta da catena e cavo, collegando il galleggiante con l'ancora, si trova per la maggior parte sospesa in acqua. È inoltre presente un tratto appoggiato sul fondale marino che riduce le forze verticali agenti sul sistema di ancoraggio.

Quando la struttura galleggiante è in equilibrio, gran parte della catenaria giace sul fondale del mare mentre la restante parte è sospesa. Quando la struttura si sposta dalla sua posizione di equilibrio, la lunghezza della parte sospesa della linea di ormeggio aumenta mentre diminuisce la parte appoggiata sul fondo. Questa variazione della geometria origina una forza di ripristino, dovuta al peso della catenaria, che riporta il sistema in posizione di equilibrio.

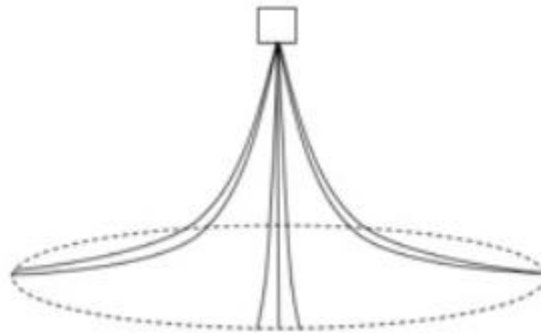


Figura 3.4: Sistema di Ormeggio con Catenaria

Altri sistemi di ancoraggio alternativi possono essere quello ad elementi tesi "Taut Mooring" oppure "Tension Leg". Per quanto concerne il sistema di ormeggio con cavi tesi inclinati o verticali (vedi figura seguente), la struttura galleggiante viene connessa al sistema di ancoraggio, posizionato sul fondale marino, tramite linee di ormeggio in tensione. La stabilità del sistema è fornita dalle forze di tensione agenti nelle linee di ormeggio.

Il sistema di ormeggio con cavi tesi prevede la necessità di un pretensionamento delle linee. Il valore della pretensione deve essere tale da tenere le linee dritte e fornire al contempo la forza di ripristino necessaria per far tornare il sistema nella sua posizione di equilibrio, qualora sia sottoposto ad una perturbazione.

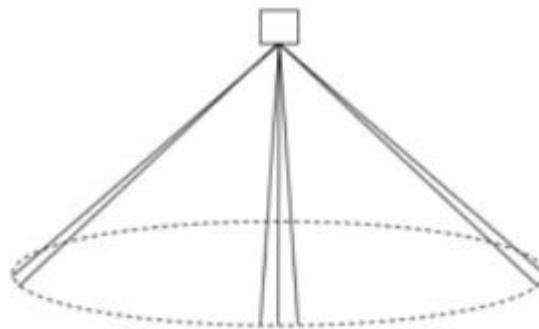


Figura 3.5: Sistema di Ormeggio a Elementi Tesi

3.1.3 Sistemi di Ancoraggio

La posizione in mare degli aerogeneratori sarà mantenuta grazie a sistemi di ancoraggio che hanno come obiettivo principale, oltre a quello di garantire la sicurezza marittima, quello di minimizzare, rendendolo il più possibile trascurabile, l'impatto ambientale sui fondali.

Nell'industria offshore esistono svariate soluzioni di ancoraggio per natanti o strutture galleggianti. Nel caso delle strutture galleggianti di supporto per l'installazione di turbine eoliche, l'individuazione del sistema più idoneo è subordinata ad una serie di condizioni specifiche, come ad esempio le dimensioni della turbina, la tipologia di

supporto flottante, la soluzione di ormeggio, nonché le caratteristiche geotecniche, geomorfologiche e ambientali del sito specifico. Tra queste caratteristiche vi sono ad esempio la profondità del fondale marino, le caratteristiche meccaniche dei depositi geologici in corrispondenza dei punti di ancoraggio, nonché l'eventuale presenza di determinati aspetti di sensibilità ambientale (e.g. morfologia del fondale, presenza di colonie di mammiferi marini nella zona in esame). Campagne di indagini geofisiche e geotecniche, atte all'identificazione delle tipologie e della natura dei fondali, e analisi ambientali, si rendono dunque necessarie per la scelta delle tecniche di ormeggio e ancoraggio più opportune sia da un punto di vista strutturale che ambientale.

Le principali soluzioni di ancoraggio comunemente impiegate per turbine eoliche flottanti sono:

- ✓ Ancore a Gravità (Deadweight or Gravity Anchors);
- ✓ Pali: Suction Piles (i.e. pali di grande diametro chiusi in testa e installati tramite applicazione di depressione interna), Pali Infissi (Driven Pile Anchors), Pali Gettati in Opera (Drilled and Grouted Anchors), Pali Elicoidali (Helical Pile Anchors);
- ✓ Ancore a Trascinamento (Drag Embedded Anchors);
- ✓ Ancore a Piastra (Plate Anchors or Vertical Load Anchors).

Come anticipato, la scelta dell'ancoraggio dipenderà anche dalla tipologia e dalla configurazione di ormeggio selezionate. Nel caso di configurazione di ormeggio con catenaria vengono spesso scelte ancora installate mediante trascinamento, in grado di gestire il carico orizzontale, ma in generale qualsiasi tipologia di ancora può essere adattata a questa tipologia di ormeggio. Nel caso di ormeggi di tipo 'taut' vengono tipicamente impiegati pali infissi, suction piles o ancore a gravità, per garantire una sufficiente resistenza a sfilamento necessaria a contrastare la componente verticale del carico, tipicamente non trascurabile per questa tipologia di ormeggio. Gli ormeggi di tipo 'taut' possono essere o obliqui o verticali, in quest'ultimo caso si parla di ormeggi 'tension leg'.

Esistono poi ormeggi di tipo 'semi-taut' che presentano pertanto caratteristiche comuni ad entrambe le tipologie di ormeggio sopra descritte. Nei sistemi 'semi-taut', le linee di ancoraggio hanno tipicamente una configurazione a catenaria in condizioni operative, mentre in situazioni di carico straordinario queste possono subire 'uplift', modificando pertanto le condizioni di carico sull'ancora.

In conclusione, la scelta della migliore soluzione di ancoraggio risulta specifica del progetto e del sito preso in esame, dettata sia da scelte tecniche/progettuali, da eventuali vincoli ambientali e dalle condizioni dei terreni di fondazione, riscontrabili solo in seguito a specifiche indagini geofisiche, geotecniche e ambientali dell'area in esame.

3.1.4 Schema elettrico preliminare

Secondo lo schema elettrico preliminare, gli impianti sono così suddivisi:

- ✓ L'impianto Tibula Energia [Gruppo 1] è costituito da 20 aerogeneratori, suddivisi su 4 stringhe, per una potenza complessiva pari a 300 MW, il cui modello e la cui fornitura, fermo restando le caratteristiche tecniche essenziali più diffuse in ambito ingegneristico, saranno definite nel dettaglio alla luce dello stato dell'arte e della disponibilità di mercato;
- ✓ L'impianto Tibula Energia [Gruppo 2] è costituito da 20 aerogeneratori, suddivisi su 4 stringhe, per una potenza complessiva pari a 300 MW, il cui modello e la cui fornitura, fermo restando le caratteristiche tecniche essenziali più diffuse in ambito ingegneristico, saranno definite nel dettaglio alla luce dello stato dell'arte e della disponibilità di mercato;
- ✓ L'impianto Tibula Energia [Gruppo 3] è costituito da 25 aerogeneratori, suddivisi su 5 stringhe, per una potenza complessiva pari a 375 MW, il cui modello e la cui fornitura, fermo restando le caratteristiche tecniche essenziali più diffuse in ambito ingegneristico, saranno definite nel dettaglio alla luce dello stato dell'arte e della disponibilità di mercato.

La tecnologia che si è scelto di utilizzare nel presente progetto, per tutte le sezioni che lo compongono, è quella detta delle turbine eoliche galleggianti. Tale tecnologia permette di realizzare impianti distanti dalla costa su fondali profondi con impatti ambientali trascurabili. La tipologia realizzativa indicata consente il miglior sfruttamento della risorsa eolica in loghi particolarmente favorevoli altrimenti inutilizzabili a causa della profondità del fondale.

3.1.4.1 Caratteristiche del cavo marino a 66kV

Le linee elettriche AT di connessione degli aerogeneratori, funzionanti a 66kV, dal mare alla costa saranno costituite da cavi tripolari armati – in rame o alluminio, comprensivi di fibra ottica monomodale il cui tubetto è inglobato

all'interno dell'armatura del conduttore - idonei alla posa sottomarina. In prossimità della costa saranno realizzate delle giunzioni tra conduttori marini e conduttori terrestri funzionanti alla medesima tensione.

Allo stato di progetto attuale è prevista una linea marina in cavo a 66 kV avente sezione pari a 800 mm² con anima in rame e isolamento in EPR.



Figura 3.6: Esempio di cavo di collegamento a 66 kV e tipico di sezione

Il diametro complessivo di ogni cavo è pari a circa 10 cm per i cavi tra le turbine offshore e di circa 23 cm per i cavi di collegamento verso terra.

3.1.4.2 Percorso cavi marini di collegamento tra il parco eolico offshore e il punto di giunzione

Il tragitto ipotizzato dei cavi sottomarini è lungo circa 65 km, e attraversa le diverse batimetrie presenti fino al punto di approdo ubicato sulla costa. Il fascio di cavi sottomarino è composto da 12 cavi unipolari, ovvero 4 terne unipolari in formazione a trifoglio (220 kV) aventi le seguenti caratteristiche preliminarmente ipotizzate:

- ✓ La distanza tra le singole formazioni sarà di 50 m: il corridoio sarà complessivamente di 150 m verso terra e convergerà a circa 1 km dalla costa alla distanza limite tra due cavi di 10 m (distanza tra le vie create utilizzando il sistema HDD). Il corridoio con HDD sarà largo 30 m;
- ✓ L'area di giunzione tra i cavi marini e quelli terrestri ricoprirà una superficie pari a 100 m x 2 m. (circa 10/11 m per ogni cavo entrante);
- ✓ I cavi terrestri dovranno quindi procedere tramite cavidotto interrato verso la SE Lato Mare, seguendo il tracciato meno impattante.

L'approccio alla costa sarà caratterizzato da una convergenza graduale dei cavi da una distanza di 2 km fino a 1 km dalla costa raggiungendo una inter-distanza limite pari a 10 m. Il percorso individuato, come descritto nei paragrafi successivi, non interferisce con aree militari, aree riservate alla pesca, aree archeologiche ma potrà interferire con alcuni Siti della Rete Natura 2000 (elenco in tabella 4.2). Al fine di evitare ove possibile e minimizzare l'impatto con l'ambiente marino, l'intero percorso dei cavi sarà oggetto di specifiche indagini subacquee, al fine di informare la Relazione di Incidenza Ambientale (SINCA) che sarà predisposta ai sensi della normativa vigente in tema di Rete Natura 2000 (Art. 5 del DPR 8 settembre 1997, n. 357, così come sostituito dall'art. 6 del DPR 12 marzo 2003, n. 120) e a corredo dello Studio di Impatto Ambientale.

Le figure seguenti mostrano la vista delle installazioni e dei cavidotti (marini e terrestri) del parco eolico Tibula Energia.

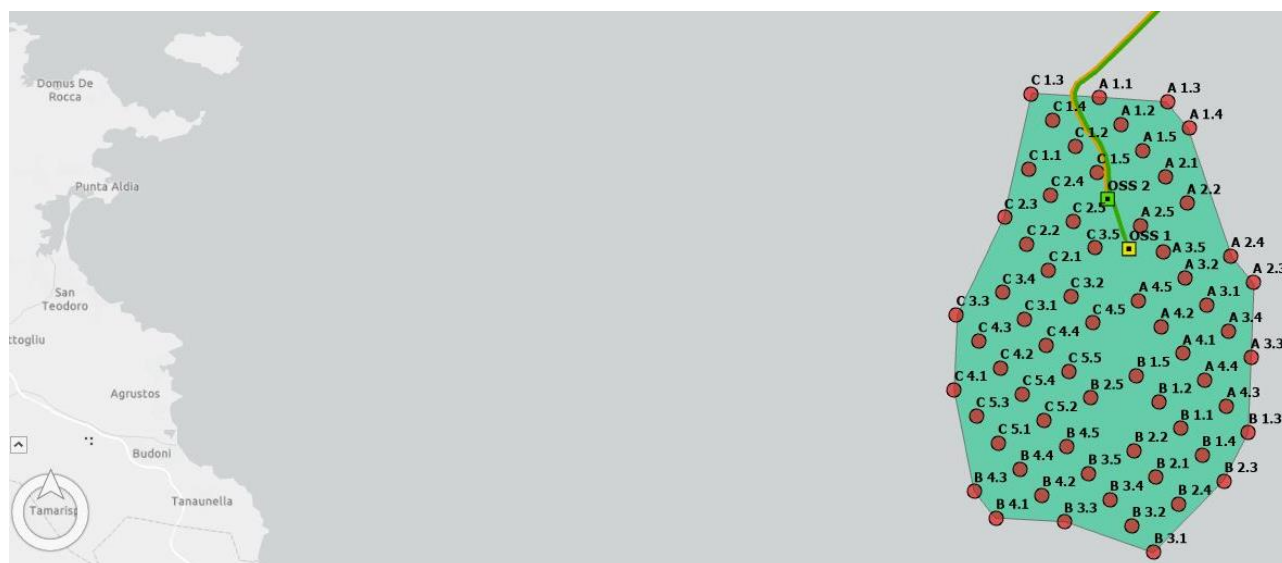


Figura 3.7: Vista installazioni marine del parco Tibula Energia

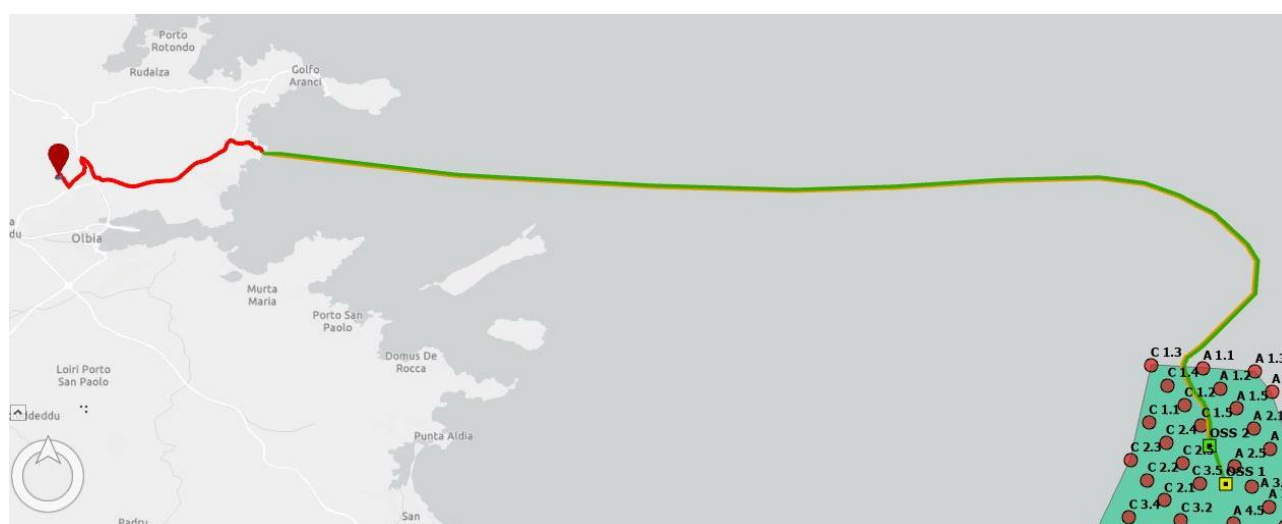


Figura 3.8: Vista cavidotti marini e terrestri del parco Tibula Energia

3.1.4.3 Protezione del cavo marino di collegamento

La protezione dei cavi sottomarini, per le sezioni di cavo che attraversano aree che presentano scarse criticità a livello di fondale ma che possono presentarle al di sotto, potrà essere effettuata mediante posa di ogni linea mediante sistema trenchless (senza scavi di trincee) con protezione esterna, con successiva posa di una protezione fatta da massi naturali o materassi prefabbricati di materiale idoneo (cubicoli in cemento/calcestruzzo).

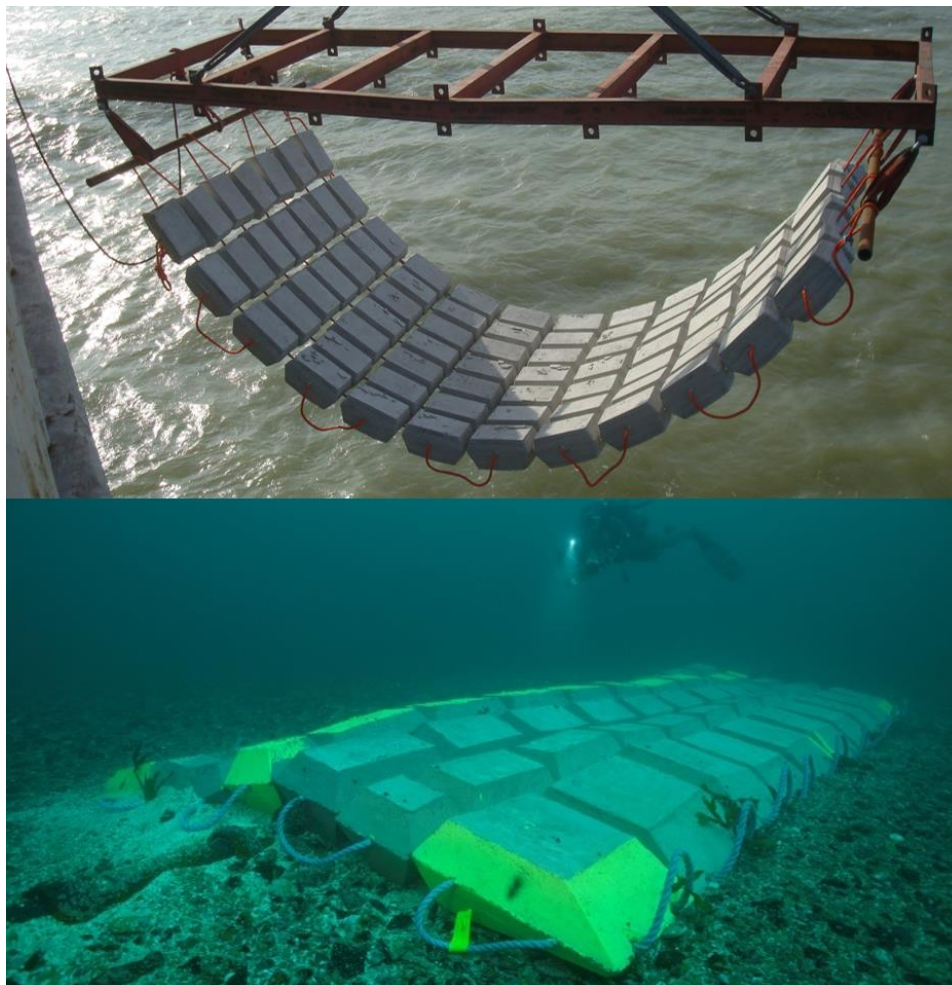


Figura 3.9. Esempio di protezione di un cavo sottomarino con cubicoli

Ove possibile, dove il fondale non presenta elevate criticità di posa o necessità di preservazione dell'ambiente esistente, dovrebbe essere utilizzata la posa del cavo in scavo mediante la tecnica del co-trenching. Tale sistema riduce il rischio di interferenza di agenti esterni, come per esempio ancore o reti da pesca, che potrebbero danneggiarlo o trascinarlo via.

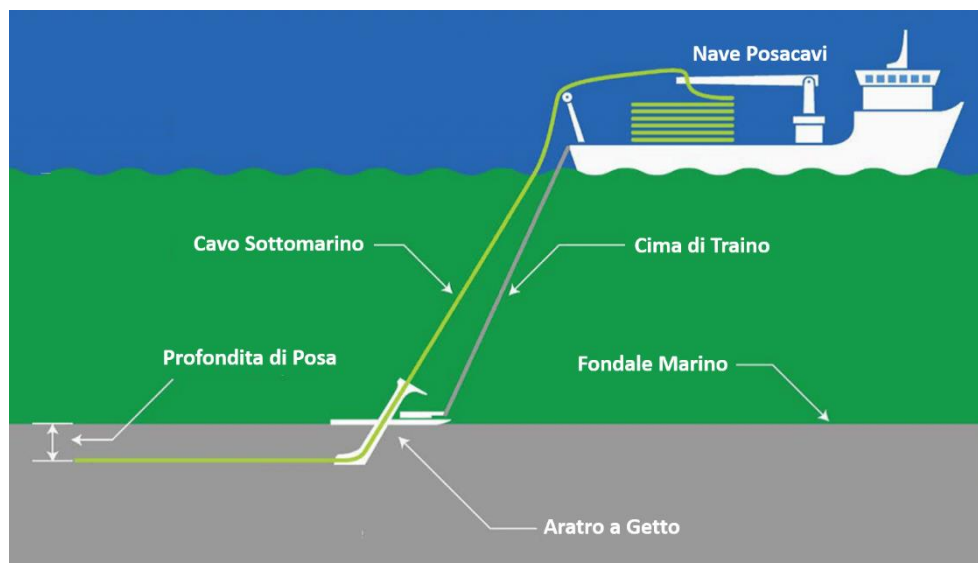


Figura 3.10: Dettaglio del metodo di posa con co-trenching

Un'ulteriore soluzione è costituita dalla posa tramite gusci di ghisa o polimeri assemblati sul cavo. Questa soluzione è utile quando il cavo deve passare per fondali che presentano conformazioni irregolari o taglienti, non consentendo la posa con contatto diretto.



Figura 3.11. Esempio di metodo di posa con gusci di protezione

Il tratto terminale del cavo giungerà al pozzetto di giunzione con il cavo terrestre e potrà essere realizzato mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) (in inglese HDD Horizontal Directional Drilling).

4 DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE E IDENTIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI GENERALI DI SENSIBILITÀ

4.1 BATIMETRIA

Si riporta nelle figure seguenti un'indicazione della batimetria del sito di progetto. Tale batimetria è rappresentativa dell'area al largo della costa nord-orientale della Sardegna, poco a sud di Olbia. L'area in esame è caratterizzata da profondità variabili che arrivano anche oltre i 1000 m, con linee batimetriche aventi un andamento poco regolare e non completamente parallelo al litorale. L'area interessata dal parco eolico comprende profondità che vanno circa 1000 a circa 1300 m.

La figura riporta la presenza di una riserva naturale, situata davanti alla località di Olbia, estesa fino alla profondità di circa 100 m.

La batimetria per l'area in esame è stata ricavata dal database del software IMS (Integrated Maritime Suite C-MAP). Tale batimetria è stata confrontata con quella estratta dal database ETOPO (rilasciato dal NOAA), mediante il tool "Extract xyz Grid – Topography or Gravity" disponibile sul sito https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi. Dalla sovrapposizione delle fonti, riportato in Figura 4.2, si è riscontrata una buona corrispondenza.

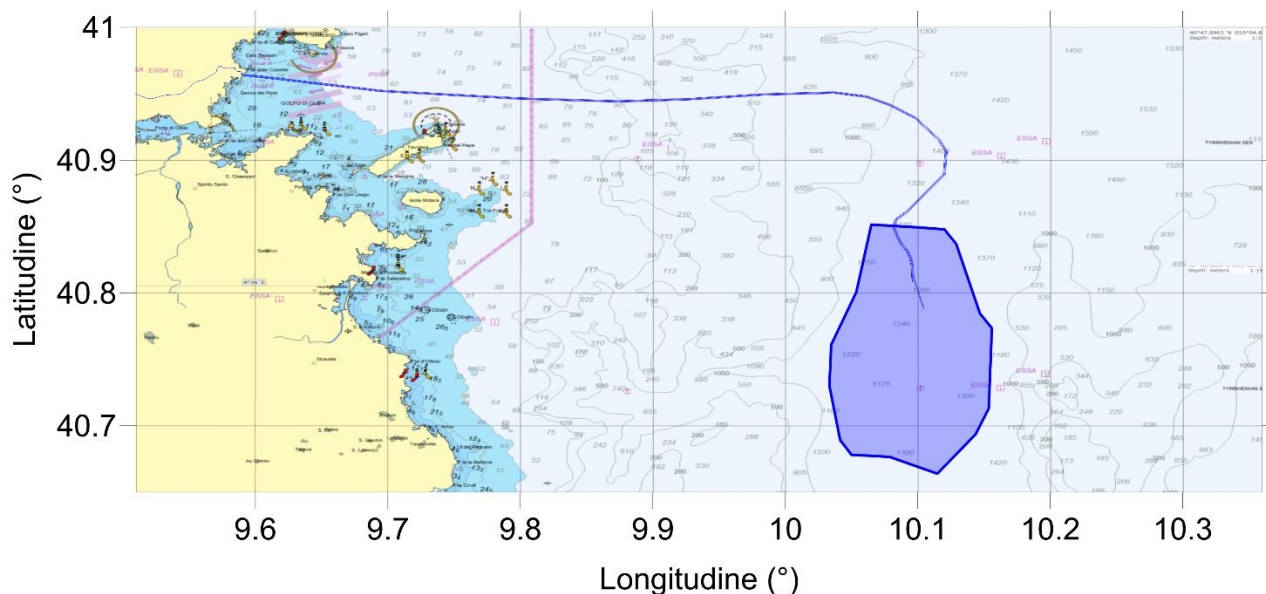


Figura 4.1: Batimetria dell'Area di Studio – IMS C-MAP

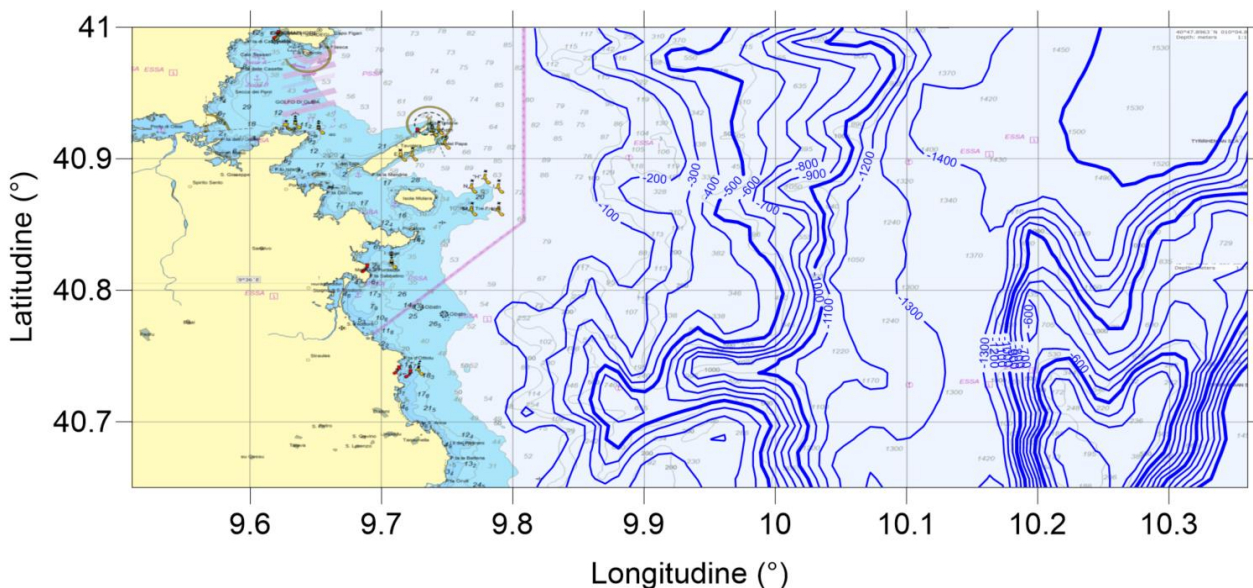


Figura 4.2: Confronto Tra Le Fonti di Dati Batimetrici: IMS C-MAP – ETOPO (in blu)

4.2 BIODIVERSITÀ

4.2.1 Rete Natura 2000

La Rete Natura 2000 è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

La rete Natura 2000 è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, che vengono successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

Le aree che compongono la rete Natura 2000 non sono riserve rigidamente protette dove le attività umane sono escluse; la Direttiva Habitat intende garantire la protezione della natura tenendo anche "conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali" (Art. 2).

La Rete Natura 2000 in Sardegna attualmente è formata da 31 siti di tipo "A" Zone di Protezione Speciale, 87 siti di tipo "B" Siti di Importanza Comunitaria (circa il 20 % della superficie regionale), 56 dei quali sono stati designati quali Zone Speciali di Conservazione con Decreto Ministeriale del 7 aprile 2017, e 6 siti di tipo "C" nei quali i SIC/ZSC coincidono completamente con le ZPS; con Decreto Ministeriale del 8 agosto 2019 sono state designate altre 23 Zone Speciali di Conservazione e altri 2 siti di tipo "C".

La figura seguente mostra le zone tutelate presenti nella zona vasta circostante l'area di progetto:

- ✓ nella zona marino-costiera i Siti Rete Natura 2000 più prossimi alla zona di approdo ed alla Stazione di Sezionamento sono:
 - la ZPS ITB013018 - Capo Figari, Cala Sabina, Punta Canigione e Isola Figarolo, distante circa 3,3 km;
 - la ZPS ITB013019 - Isole del Nord - Est tra Capo Ceraso e Stagno di San Teodoro, a 3,4 km di distanza;
 - la ZSC ITB010009 - Capo Figari e Isola Figarolo, a circa 4,5 km;
 - la ZSC ITB010010 - Isole Tavolara, Molara e Molarotto, distante circa 7,0 km.
- ✓ Rispetto al tracciato del Cavidotto Marino si identifica un'interferenza con l'area SIC-ZPS ITB013050 - *Da Tavolara a Capo Comino*. Il Cavidotto attraversa il Sito per un tratto di circa 14,5 km. Rispetto a tale Sito il Parco Eolico si colloca a 3,5 km di distanza.

- ✓ Nell'entroterra, in direzione ovest rispetto al Punto di Connessione, si trova la ZSC ITB011109 - *Monte Limbara* ad una distanza superiore a 20,0 km dalla zona di approdo dei cavi sottomarini e dal Punto di Connessione.

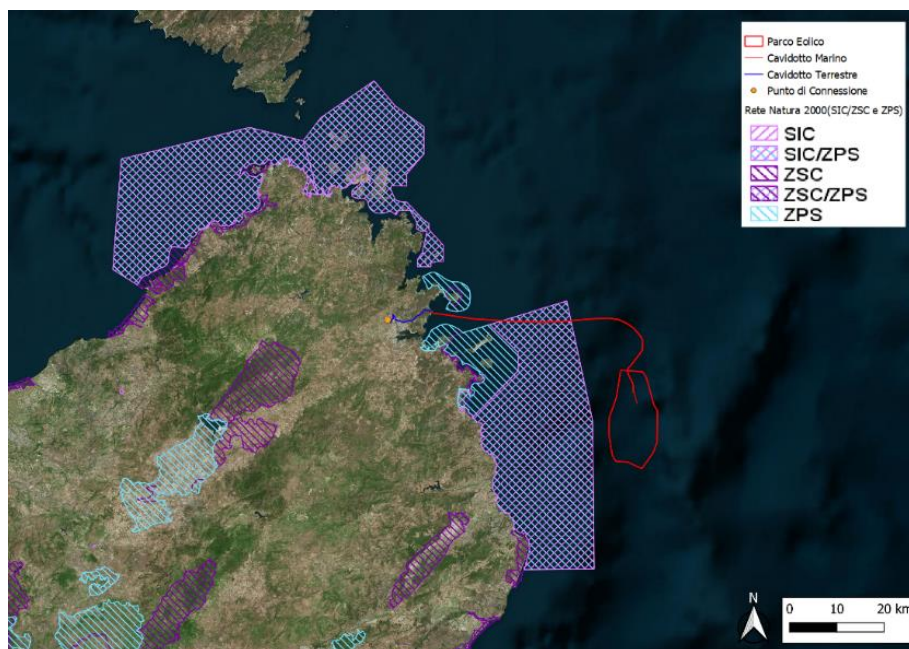


Figura 4.3: Ubicazione dei Siti Natura 2000 nell'area vasta di progetto. Fonte: Ministero della Transizione Ecologica

La figura seguenti riporta con maggior dettaglio la zona di approdo.

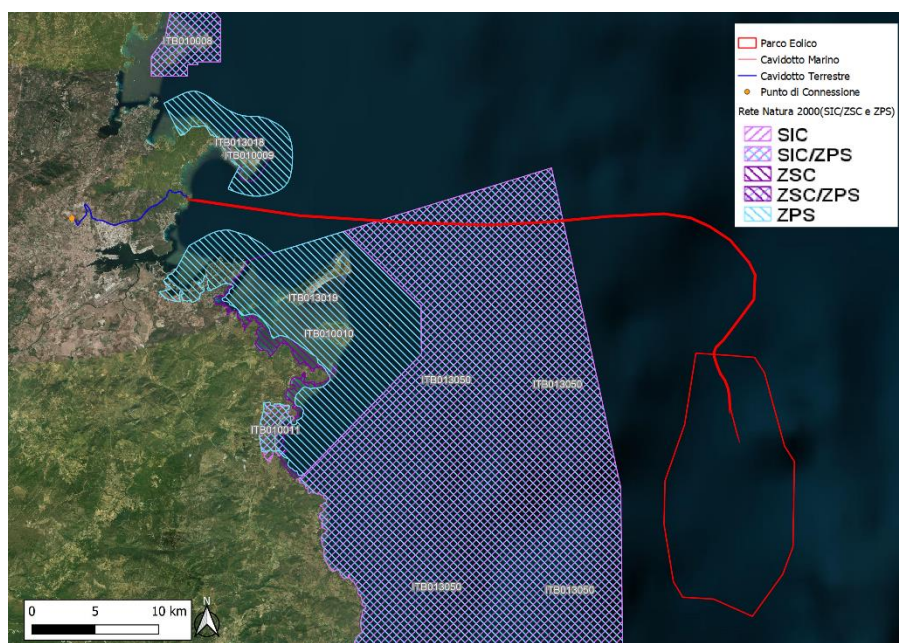


Figura 4.4: Ubicazione dei Siti Natura 2000 rispetto all'area di approdo, al tracciato del cavidotto marino ed al Parco Eolico.

Come si può evincere dalle immagini precedenti, l'unica interferenza diretta si presenta tra il Cavidotto Marino e il Sito SIC-ZPS ITB013050 - *Da Tavolara a Capo Comino*.

Nelle fasi successive del progetto è previsto lo sviluppo di un apposito Studio di Incidenza al fine di determinare l'entità dell'interferenza diretta-indiretta sui siti potenzialmente interessati e di definire eventuali misure di mitigazione e contenimento.

Nella figura di seguito riportata sono invece identificate le aree IBA (*Important Bird Areas*) ricadenti nella zona Nord-Orientale della Regione Sardegna.

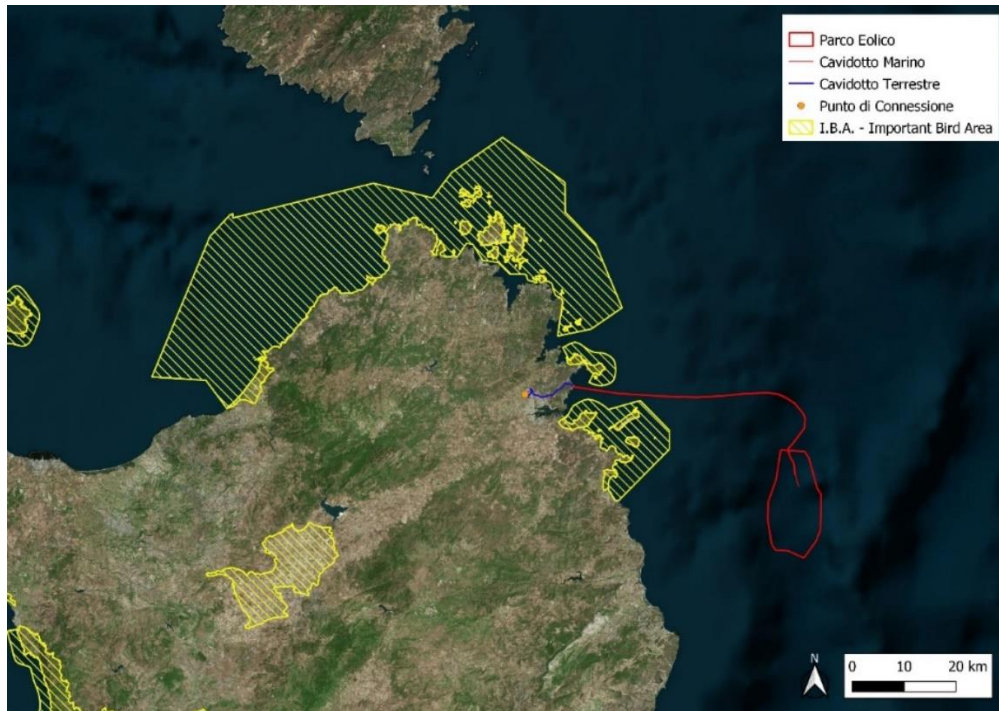


Figura 4.5: Aree IBA (*Important Bird Areas*) nell'area vasta di progetto. Fonte: Geoportale Regione Sardegna

Come mostrato in dettaglio nella seguente figura, le IBA più prossime all'area di intervento sono la IBA174 e la IBA174M; mentre l'area di approdo dei cavi marini si colloca a circa 4 km da aree IBA, il cavidotto marino, per un tratto di circa 10 km, si sviluppa tra le due IBA marine a distanze comprese tra 1-2 km dalle stesse, senza interferire direttamente.

Studi più approfonditi da condurre in una fase successiva del progetto potranno determinare meglio eventuali impatti delle opere previste con le specie di uccelli presenti.

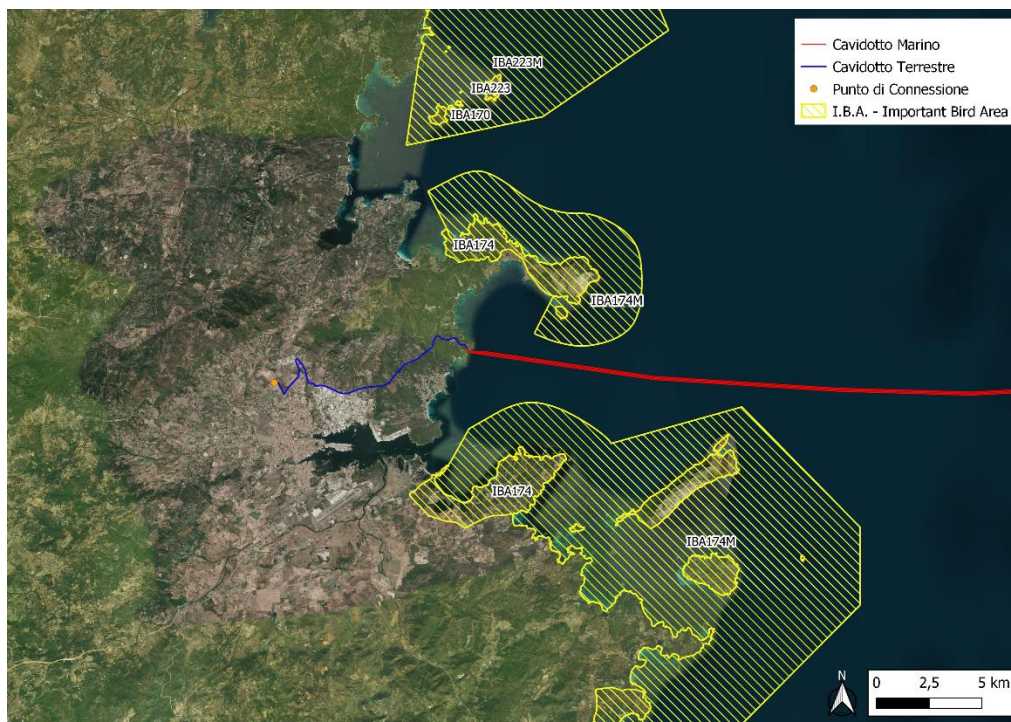


Figura 4.6: Inquadramento delle aree IBA rispetto all'area di approdo dei cavi marini e al tracciato del cavidotto terrestre

4.2.2 Aree Umide e zone RAMSAR

Per aree umide si intendono tutte le aree di palude, pantano, torbiera, distese di acqua, naturali ed artificiali, permanenti o temporanee con acqua ferma o corrente, dolce salata o salmastra includendo anche le acque marine la cui profondità durante la bassa marea non supera i sei metri (definizione da D.P.R. 448/76). Le zone umide sono tra gli ambienti più produttivi al mondo. Conservano la diversità biologica e forniscono l'acqua e la produttività primaria da cui innumerevoli specie di piante e animali dipendono per la loro sopravvivenza. Esse ospitano numerose specie di uccelli, mammiferi, rettili, anfibi, pesci e invertebrati.

Tra le zone umide censite in Sardegna figurano anche le zone Ramsar, individuate dalla Convenzione omonima che ha come obiettivo "la conservazione e l'utilizzo razionale di tutte le zone umide attraverso azioni locali e nazionali e la cooperazione internazionale, quale contributo al conseguimento dello sviluppo sostenibile in tutto il mondo".

L'area di intervento non ricade in aree RAMSAR; le Zone RAMSAR più prossime all'area di progetto, si collocano a distanze superiori a 100 km.

4.2.3 Aree Naturali Protette

Le Aree naturali protette della Sardegna comprendono 3 parchi nazionali (di cui uno non ancora vigente), 4 parchi naturali regionali, 6 aree marine protette, una trentina di monumenti naturali e 8 aree del Parco Geominerario, Storico e Ambientale della Sardegna.

A queste si aggiungono l'area del Parco Nazionale del Golfo di Orosei e del Gennargentu, non ancora operativo, e 3 oasi WWF che, pur non essendo vere e proprie aree naturali protette, assolvono comunque ad un ruolo simile. Inoltre, è prossima all'istituzione una sesta area marina protetta, quella di Capo Testa – Punta Falcone, poco distante dal Parco Nazionale di La Maddalena.

Nella tabella seguente sono riportati i parchi nazionali della Regione Sardegna:

Tabella 4.1: Parchi Nazionali della Regione Sardegna

| Id | Codice | Descrizione | Area (ha) |
|----|----------|--|--|
| 1 | EUAP0945 | Parco Nazionale dell'Isola dell'Asinara | 5.170 |
| 2 | EUAP0018 | Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena | 20.180 (5.134 superficie a terra + 15.046 superficie a mare) |
| 3 | EUAP0944 | Area del Parco Nazionale del Golfo di Orosei e del Gennargentu | 73.935 |

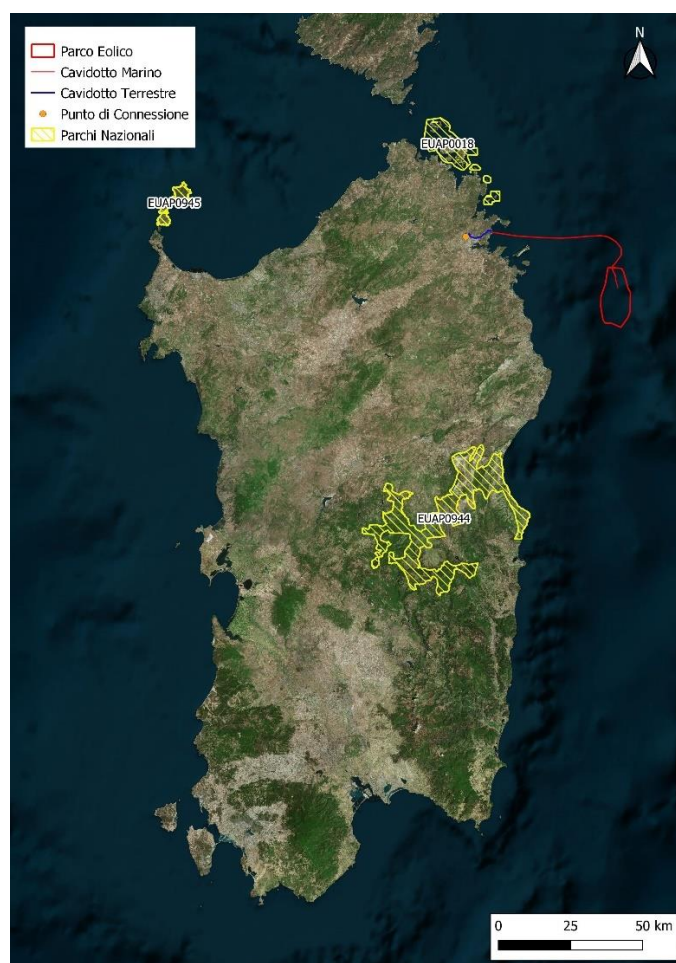


Figura 4.7: Inquadramento dell'area di intervento rispetto ai Parchi Nazionali. Fonte: Geoportale Regione Sardegna

Le opere di progetto non interferiscono direttamente con le Aree Parco; come mostrato nella seguente figura, le opere di progetto si localizzano a circa 10 km di distanza dalla zona più meridionale del *Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena*.



Figura 4.8: Inquadramento dell'area di approdo rispetto al Parco Nazionale Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena

Nella tabella seguente sono riportati i parchi naturali della Regione Sardegna:

Tabella 4.2: Parchi Naturali della Regione Sardegna

| Id | Codice | Descrizione | Area (ha) |
|----|----------|--|-----------|
| 1 | - | Parco Naturale Regionale di Tepilora | 7.877 |
| 2 | EUAP0833 | Parco Naturale Regionale Molentargius - Saline | 1.709 |
| 3 | - | Parco Naturale Regionale di Porto Conte | 5.350 |

| Id | Codice | Descrizione | Area (ha) |
|----|--------|---|-----------|
| 4 | - | Parco Naturale Regionale di Gutturu Mannu | 22.000 |



Figura 4.9: Parchi regionali nell'area sud della Regione Sardegna. Fonte: Geoportale Regione Sardegna

Le opere di progetto non interferiscono direttamente con i parchi regionali.

Nella tabella seguente sono riportate, infine, le aree marine protette della Regione Sardegna:

Tabella 4.3: Aree Marine Protette della Regione Sardegna

| Id | Codice | Descrizione | Area (ha) |
|----|----------|--|-----------|
| 1 | - | Area Marina Protetta di Capo Testa - Punta Falcone | 5.216 |
| 2 | EUAP0953 | Area Marina Protetta di Capo Carbonara | 8.857 |
| 3 | EUAP0951 | Area Marina Protetta Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre | 26.703 |
| 4 | EUAP0552 | Area Marina Protetta Isola dell'Asinara | 10.732 |
| 5 | EUAP0952 | Area Marina Protetta Tavolara - Punta Coda Cavallo | 15.357 |

| | | | |
|---|----------|---|-------|
| 6 | EUAP0554 | Area Marina Protetta Capo Caccia - Isola Piana | 2.631 |
|---|----------|---|-------|

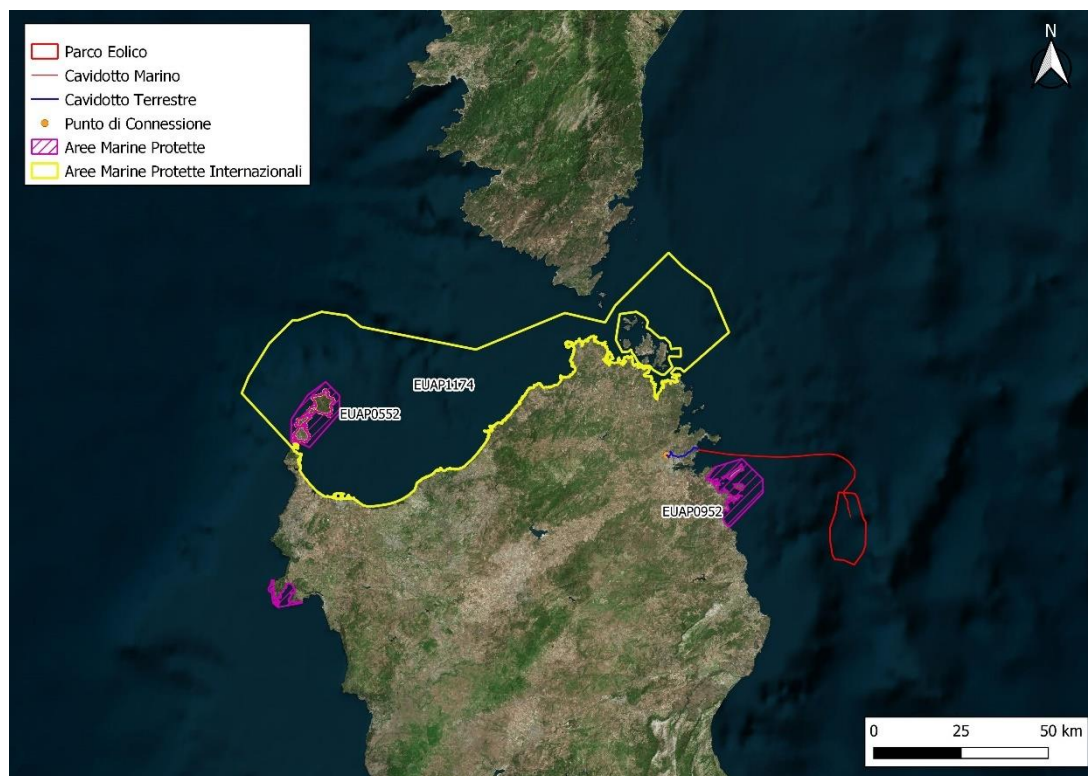


Figura 4.10: Inquadramento delle Aree Marine Protette rispetto alle opere di progetto. Fonte: Geoportale Regione Sardegna

Come rappresentato nella seguente figura, il Parco Eolico in progetto si colloca a circa 21 km dall'Area Marina Protetta *Tavolara - Punta Coda Cavallo*, mentre, il tracciato del cavidotto marino, seppur esterno all'area marina protetta, per un breve tratto si sviluppa a circa 1 km di distanza dalla zona più settentrionale dell'AMP.

Studi di dettaglio da condurre nelle fasi successive del progetto consentiranno di individuare potenziali impatti su componenti abiotici e comunità biotiche nell'area di possibile interesse.

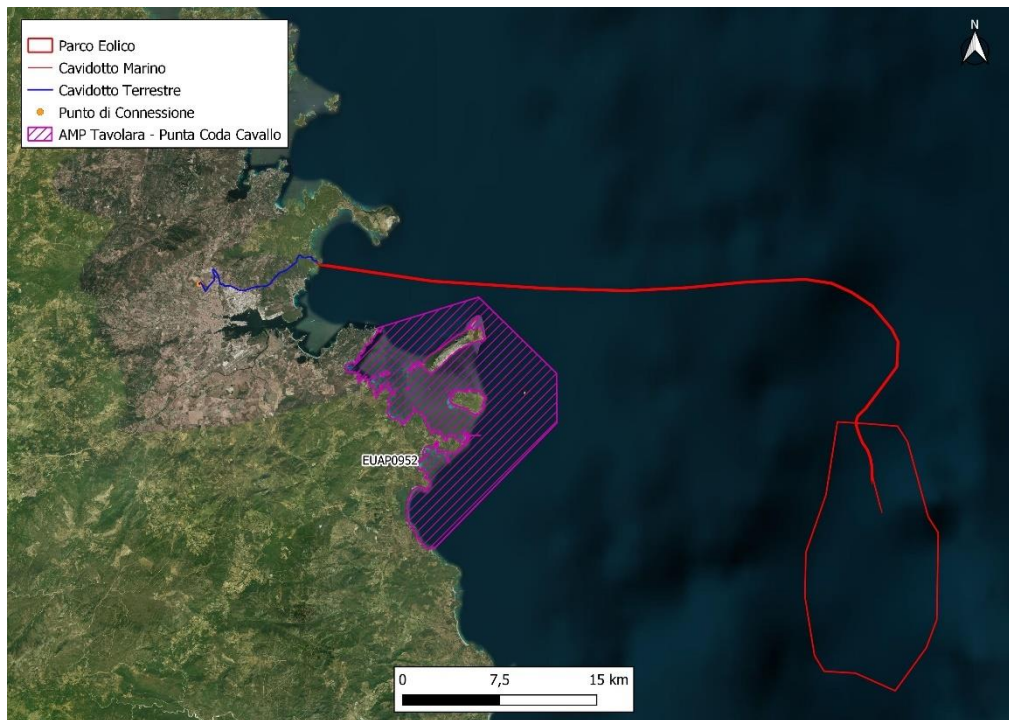


Figura 4.11: Inquadramento della AMP Tavolara - Punta Coda Cavallo rispetto alle opere di progetto

Nella figura seguente si riporta l'inquadramento dell'area di intervento rispetto alla Zona di Protezione Ecologica del Mediterraneo nord-occidentale, del Mar Ligure e del Mar Tirreno istituita con Decreto Presidente della Repubblica del 27 Ottobre 2011 n.209. L'area del Parco Eolico si colloca all'interno della ZPE, mentre il cavidotto marino risulta solo in parte incluso in tale perimetrazione.

L'art. 3 - *Misure di protezione dell'ambiente, degli ecosistemi marini e del patrimonio culturale subacqueo* del D.P.R n. 209/2011, riporta quanto segue:

1. *Nella zona di protezione ecologica delimitata ai sensi dell'articolo 2, si applicano le norme dell'ordinamento italiano, del diritto dell'Unione europea e delle Convenzioni internazionali in vigore, di cui l'Italia è parte contraente, in particolare, in materia di:*
 - a) *prevenzione e repressione di tutti i tipi di inquinamento marino da navi, comprese le piattaforme off-shore, l'inquinamento biologico conseguente a scarica di acque di zavorra, ove non consentito, l'inquinamento da incenerimento dei rifiuti, da attività di esplorazione, sfruttamento dei fondali marini e l'inquinamento di tipo atmosferico, anche nei confronti delle navi battenti bandiera straniera e delle persone di nazionalità straniera;*
 - b) *protezione della biodiversità e degli ecosistemi marini, in particolare con riferimento alla protezione dei mammiferi marini;*
 - c) *protezione del patrimonio culturale rinvenuto nei suoi fondali.*
2. *Le disposizioni di cui al presente articolo non si applicano alle navi indicate all'articolo 3, comma 3, della Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi (Convenzione MARPOL 73/78) ratificata dalla legge 29 settembre 1980, n. 662, e successive modificazioni, emendata con il protocollo adottato a Londra il 17 febbraio 1978, reso esecutivo dalla legge 4 giugno 1982, n. 438.*

..omissis..

L'art. 5 – *Modalità operative* riporta quanto segue:

1. *Le modalità operative del regime da applicarsi nella zona di protezione ecologica individuata ai sensi dell'articolo 2 sono definite, caso per caso, con decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare sentite le altre amministrazioni interessate.*

..omissis..

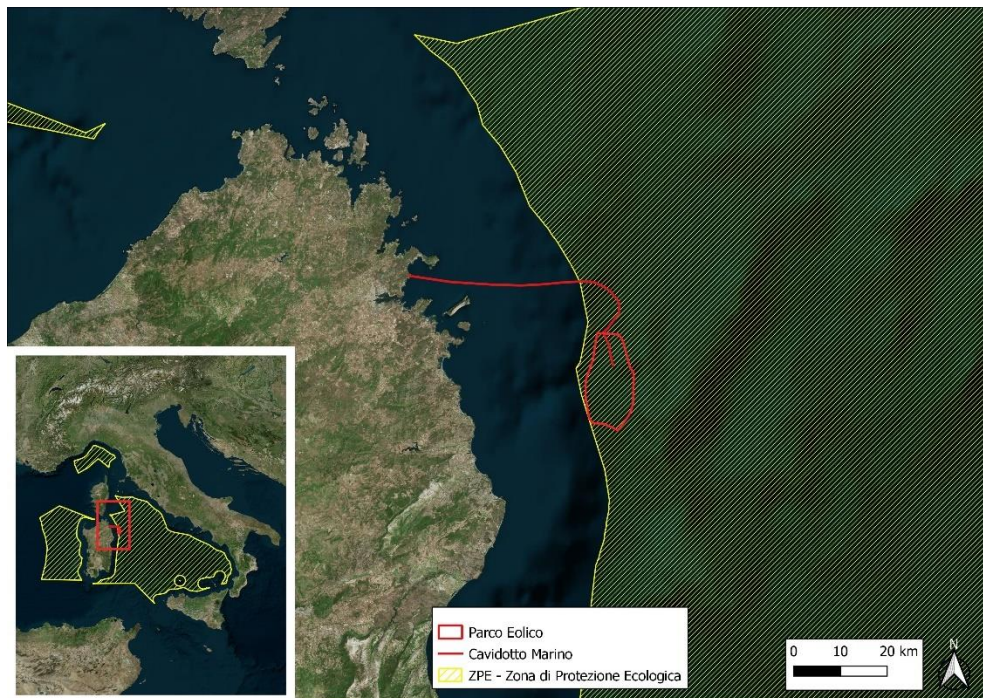


Figura 4.12: Zone di Protezione Ecologica. Fonte: Ministero della Transizione Ecologica

4.2.4 Carta della Natura Regione Sardegna

Ad ottobre 2005 ISPRA e Regione Sardegna, grazie all'avvio di una convenzione, hanno realizzato la Carta della Natura alla scala 1:50.000 sull'intero territorio regionale. I lavori sono stati affidati dalla Regione Sardegna e all'Università degli Studi di Sassari, coordinati da ISPRA.

Nel 2010 è stata completata la cartografia degli habitat per il territorio regionale e la relativa valutazione ecologico-ambientale degli habitat cartografati.

I risultati dei lavori condotti in Sardegna per la realizzazione di Carta della Natura sono stati pubblicati nel rapporto tecnico "Il sistema Carta della Natura della Sardegna", redatto da ISPRA.

L'identificazione e la cartografia degli habitat, pur nella loro articolazione e complessità e con i limiti della semplificazione necessaria alla leggibilità dello strumento cartografico, costituiscono una base fondamentale di conoscenze per la valutazione degli aspetti qualitativi di un territorio e per le azioni di programmazione in un'ottica di utilizzo sostenibile delle risorse.

Con tali premesse, il Sistema Carta della Natura prevede la realizzazione della Carta degli habitat alla scala 1:50.000 secondo linee guida metodologiche ISPRA che, basandosi sulla classificazione degli habitat CORINE-Biotopes, tende a costruire un quadro unitario e confrontabile sia tra le diverse regioni italiane, sia a più vasto raggio con quelle europee.

Tale metodologia individua gli habitat in riferimento alla legenda di Corine Biotopes (pubblicata dalla Commissione Europea - DG Environment nel 1991) e ne indica le corrispondenze con i sistemi di classificazione EUNIS e Natura2000 (allegato 1 della Direttiva 92/43 CEE).

Come mostrato nella seguente figura, il Cavidotto Terra-Stazione, interrato per l'intero tracciato, interessa una piccola porzione, circa 30 metri, dell'habitat 18.22 - *Scogliere e rupi marittime mediterranee* ed un tratto di circa 150 metri dell'habitat 32.3 *Garighe e macchie mesomediterranee silicicole*, per poi proseguire lungo l'asse stradale esistente fino alla Stazione Elettrica.

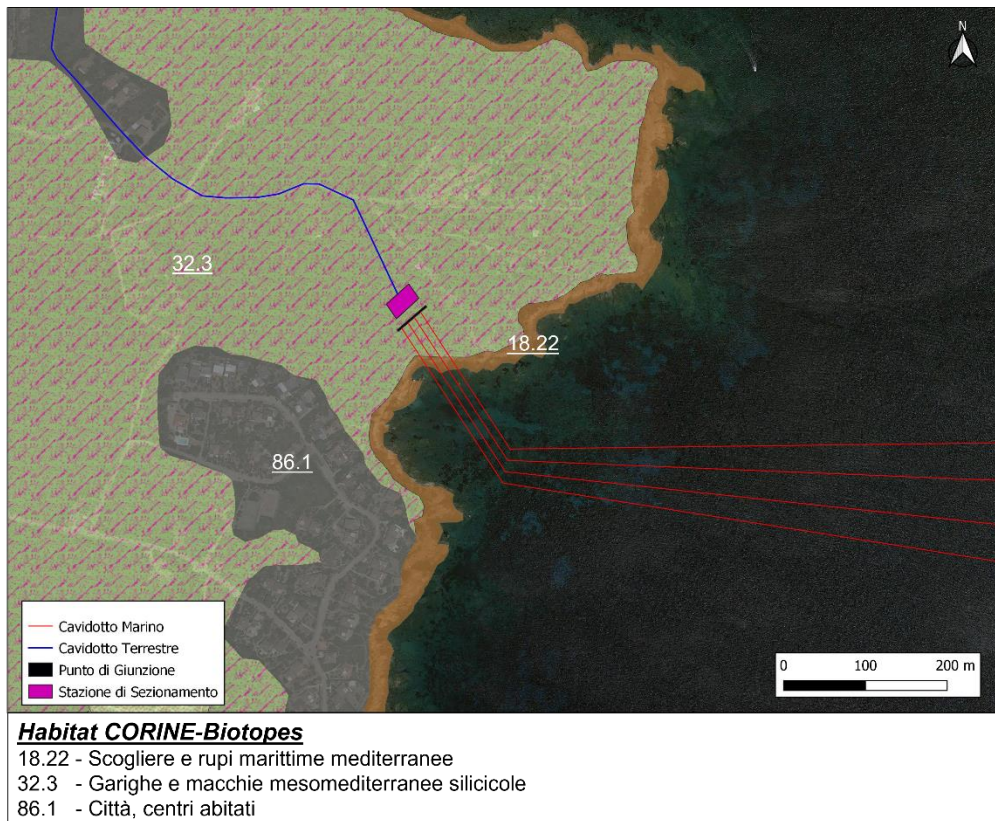


Figura 4.13: Inquadramento del Cavidotto Terra-Stazione su Carta degli Habitat

La cartografia degli habitat, sviluppata nell'ambito del progetto Carta della Natura, ha costituito la base per la realizzazione del Sistema Carta della Natura, ossia la valutazione del Valore Ecologico e della Fragilità Ambientale degli habitat. Questa fase ha permesso di calcolare per ciascun biotopo presente nella Carta degli habitat, alcuni indici sintetici per la stima del Valore Ecologico, della Sensibilità Ecologica, della Pressione Antropica e della Fragilità Ambientale.

Gli Indici di Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica sono derivati ciascuno dal calcolo di un set di Indicatori. La Fragilità Ambientale deriva invece dalla combinazione di Sensibilità Ecologica e Pressione Antropica.

Il Valore Ecologico viene inteso come pregio naturale e rappresenta una stima del livello di qualità di un biotopo; la Sensibilità Ecologica esprime la predisposizione intrinseca di un biotopo al rischio di perdita di biodiversità o di integrità ecologica indipendentemente dalle minacce di natura antropica; la Pressione Antropica fornisce una stima sintetica del grado di disturbo prodotto dall'uomo, mentre la Fragilità Ambientale non deriva dal calcolo di Indicatori, ma dalla combinazione delle classi di Sensibilità Ecologica e Pressione Antropica ed indica la vulnerabilità di un biotopo ed in particolare evidenzia i biotopi e quindi le aree più sensibili, con maggiore predisposizione intrinseca a subire un danno, e contemporaneamente più "pressate" dal disturbo antropico.

Nelle figure seguenti vengono rappresentati gli indici sopra descritti. La voce di Legenda "Non valutato" fa riferimento a tutti gli habitat completamente artificiali (gruppi 86 e 89 del Corine Biotopes) per i quali non si applica il sistema di valutazione.

Facendo riferimento all'habitat 18.22 - *Scogliere e rupi marittime mediterranee* si evidenzia la seguente classificazione:

- ✓ Valore Ecologico "Alto";
- ✓ Sensibilità Ecologica "Alta";
- ✓ Pressione Antropica "Molto Bassa";
- ✓ Fragilità Ambientale "Bassa".

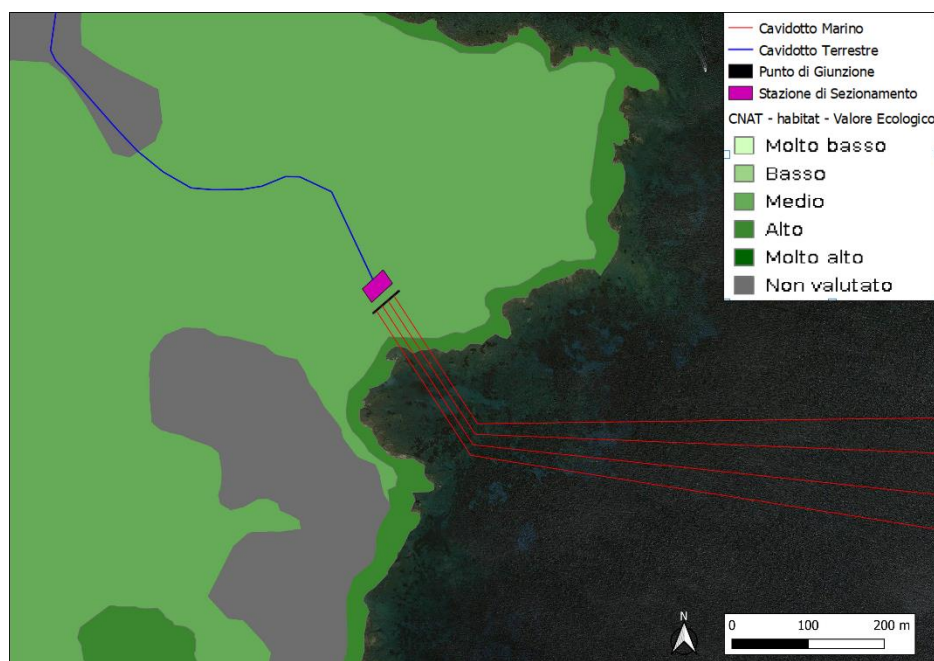


Figura 4.14: Carta del Valore Ecologico

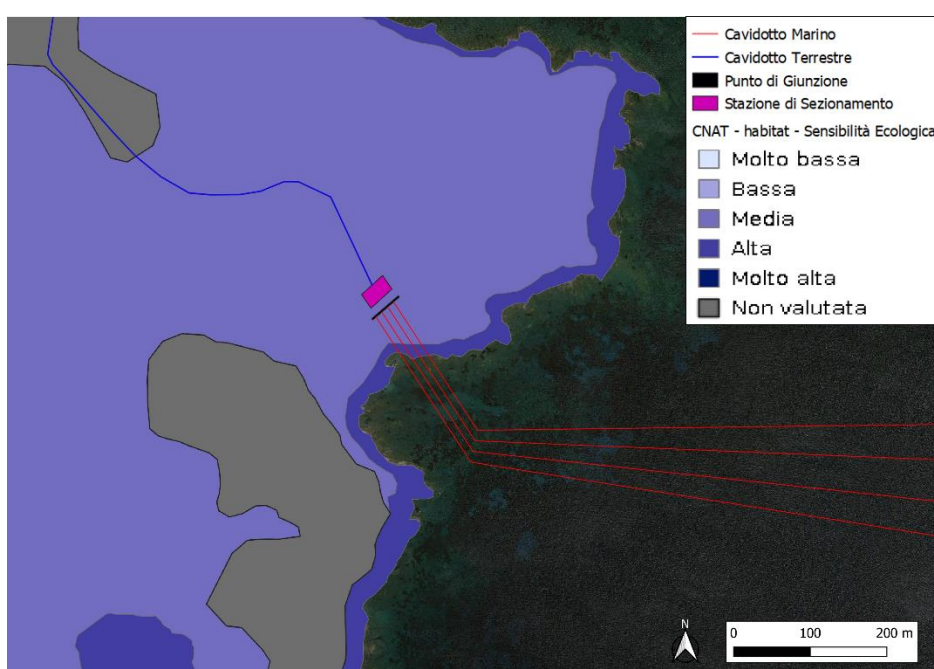


Figura 4.15: Carta della Sensibilità Ecologica

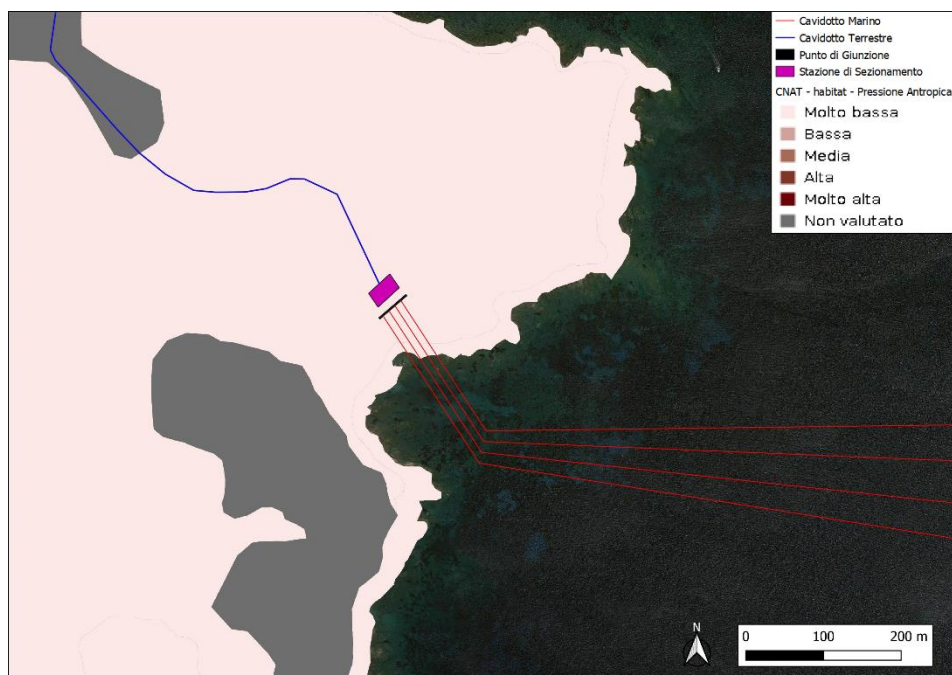


Figura 4.16: Carta della Pressione Antropica

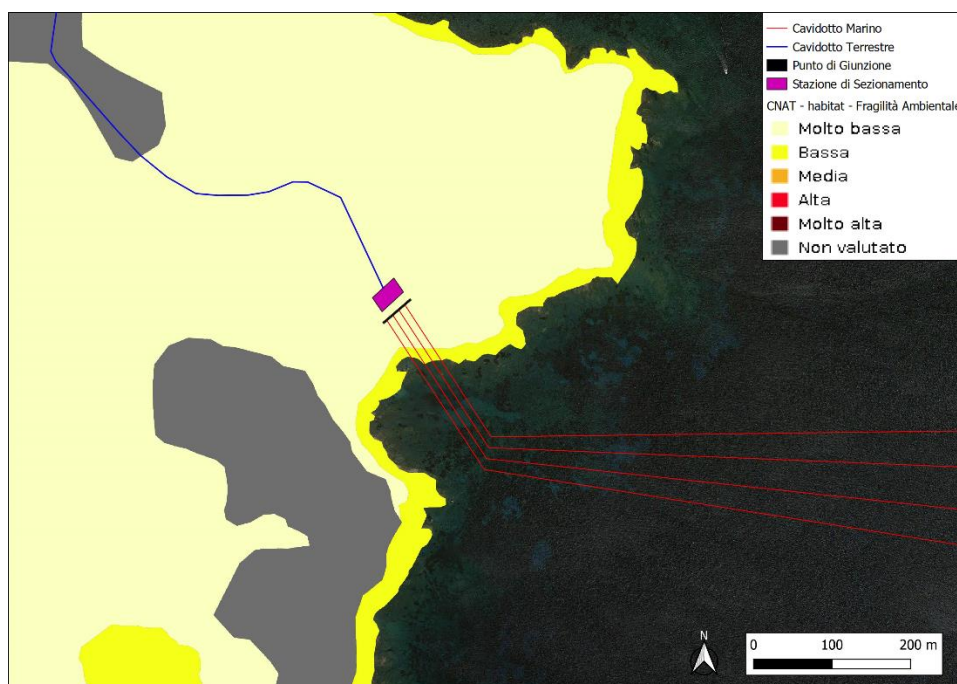


Figura 4.17: Carta della Fragilità Ambientale

4.2.5 Habitat Marini

Al fine di fornire un inquadramento della presenza di specie marine vegetali di interesse conservazionistico presenti nell'area di progetto vengono riportati di seguito i dati resi disponibili nell'ambito del Progetto EMODnet (*European Marine Observation and Data Network*).

La consultazione della banca dati ha consentito di individuare nell'area vasta la presenza di due specie, *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*, fanerogame endemiche del Mar Mediterraneo che trovano l'habitat ottimale su fondali mobili, come fango e sabbia, ma sono presenti anche su fondali rocciosi.

Posidonia oceanica (L.) Delile è una pianta marina presente lungo molte aree costiere italiane e può formare vere e proprie praterie su fondali sabbiosi dalla superficie fino ai 40 m di profondità in acque limpide.

Le praterie hanno una notevole importanza ecologica e costituiscono un complesso ecosistema in termini di ricchezza e di interazioni biotiche (es. area di pascolo, di riparo e di riproduzione per molte specie) e di difesa naturale delle coste dall'erosione. La presenza di *Posidonia* è considerata un buon indicatore della qualità delle acque marino-costiere per la sensibilità alle alterazioni delle condizioni ambientali. È una specie protetta ai sensi della Direttiva Habitat 92/43 CEE (habitat prioritario 1120) ed inserita nell'allegato II del Protocollo SPA/BIO della Convenzione di Barcellona e nell'allegato I della Convenzione di Berna.

Cymodocea nodosa, specie inserita nell'allegato II del Protocollo SPA/BIO della Convenzione di Barcellona e nell'allegato I della Convenzione di Berna, predilige sabbie fini ben calibrate e sabbie fangose superficiali di ambiente calmo anche arricchite da materiale organico e rocce coperte da sedimenti. È una specie pioniera e può inserirsi nella serie evolutiva dei Posidonieti.

Le figure seguenti mostrano la distribuzione nota di *Posidonia Oceanica* rispetto all'intera area di progetto ed in dettaglio nell'area di approdo. Come si può evincere dalle elaborazioni grafiche proposte tale habitat potrà essere interessato dal cavidotto sottomarino.

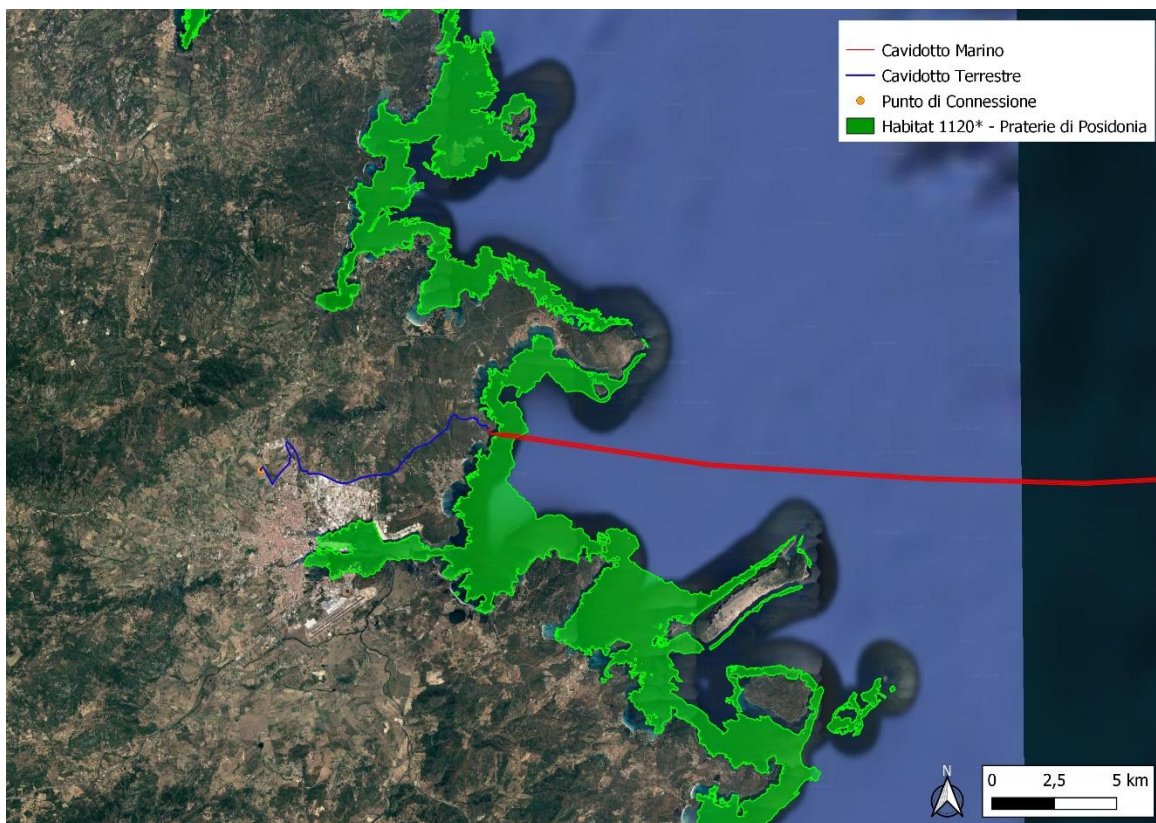


Figura 4.18: Ubicazione degli habitat marini rispetto alle opere di progetto. Fonte: EMODnet

Come evidenziato nella figura sottostante, il percorso dei cavi sottomarini sono stati scelti in modo da prediligere le aree a più bassa densità di posidonia. Inoltre, come già descritto, l'attraversamento dell'area costiera verrà realizzato con tecniche (es. *trenchless*) al fine di minimizzare ogni possibile impatto potenziale con tale pianta marina.

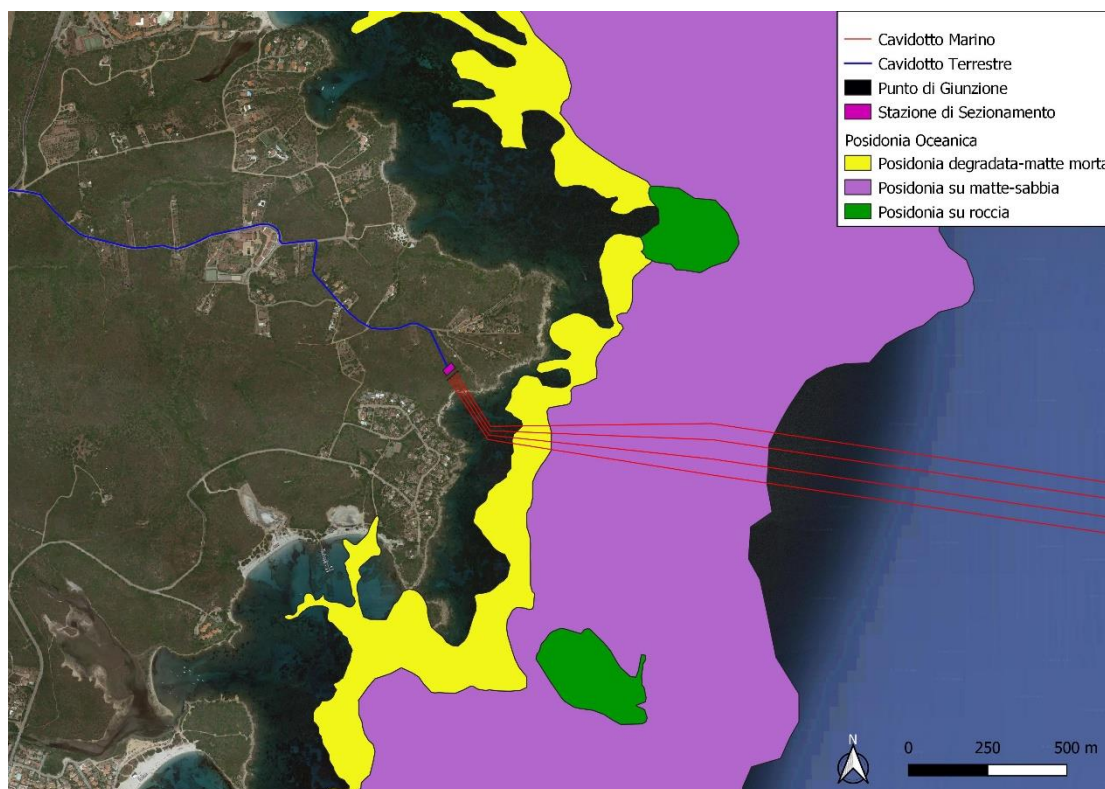


Figura 4.19: Attraversamento dei cavi sottomarini all'interno delle praterie di Posidonia

Nella figura seguente vengono invece rappresentati i punti di presenza di *Cymodocea nodosa* nell'area vasta di interesse; non si registrano siti di presenza della specie nell'area di progetto.



Figura 4.20: Punti di presenza di *Cymodocea nodosa*. Fonte: EMODnet

4.2.6 Fauna Marina

La cetofauna del Mar Mediterraneo può essere considerata come un sottoinsieme di quella nordatlantica. Delle 86 specie conosciute di cetacei, 19 sono state osservate in Mediterraneo. Di queste 19 specie, 8 possono essere considerate come regolari, 4 occasionali e 7 accidentali. Le specie regolari sono definite tali in quanto svolgono tutte le loro funzioni vitali in Mediterraneo. Esse vivono, si riproducono e si alimentano nei nostri mari, a differenza di quelle occasionali che generalmente non si riproducono in questo mare, ma vi possono stanziare per alcuni periodi. Infine, sono definite accidentali le specie che entrano accidentalmente in Mediterraneo poiché questo mare non è tra i loro habitat. Le 8 specie di cetacei (di cui una di Mysticeti e sette di Odontoceti) che vivono regolarmente nel Mar Mediterraneo sono: la balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), il capodoglio (*Physeter macrocephalus*), lo zifio (*Ziphius cavirostris*), il globicefalo (*Globicephala melas*), il grampo (*Grampus griseus*), il tursiopo (*Tursiops truncatus*), la stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) e il delfino comune (*Delphinus delphis*).

In base alle loro preferenze di habitat, esse sono suddivise in tre gruppi principali:

- ✓ pelagiche (si incontrano a profondità superiore a 2000 m) - la balenottera comune, lo zifio, il globicefalo e la stenella striata;
- ✓ di scarpata profonda (si incontrano a una profondità compresa tra 1000 e 1500 m) – il capodoglio e il grampo;
- ✓ costiere (si incontrano a profondità inferiore a 500 m) – il tursiopo e il delfino comune.

Oltre ai mammiferi sopra riportati, un ulteriore gruppo di notevole importanza biologica è rappresentato dalle tartarughe marine.

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. Esistono infine rare segnalazioni di esemplari di tartaruga embricata, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), e di tartaruga di kemp, *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880), ma, data la limitatissima casistica e le difficoltà legate ad un'identificazione certa di queste specie, la loro presenza nel Mediterraneo è da ritenersi del tutto accidentale.

Caretta caretta è la tartaruga marina più abbondante e con la più ampia ripartizione nel mar Mediterraneo, con popolazioni sia di origine atlantica sia mediterranea.

Le principali aree di nidificazione sono in Grecia, Cipro, Turchia e Libia, ed in minore entità in Siria, Libano, Israele, Egitto, Tunisia. In Italia i siti di deposizione sono principalmente situati lungo le coste meridionali continentali e nelle isole, sebbene negli ultimi anni si sia verificato un graduale ampliamento dell'areale anche in regioni più centrali quali la Campania e la Toscana. Ad oggi, la costa meridionale della Calabria rappresenta il sito di nidificazione più importante in termini di regolarità di deposizione e abbondanza di nidi in Italia. Al fini della presente relazione, nonostante il limitato numero di avvistamenti nell'area vasta, si è ritenuto comunque opportuno citare la potenziale presenza della specie.

Al fine di fornire un inquadramento generale riguardante la distribuzione di presenza di mammiferi marini e tartarughe marine nell'area vasta oggetto di studio, nelle mappe seguenti si riportano i dati delle osservazioni disponibili nella banca dati EUROBIS estratti da EMODnet (*The European Marine Observation and Data Network*).

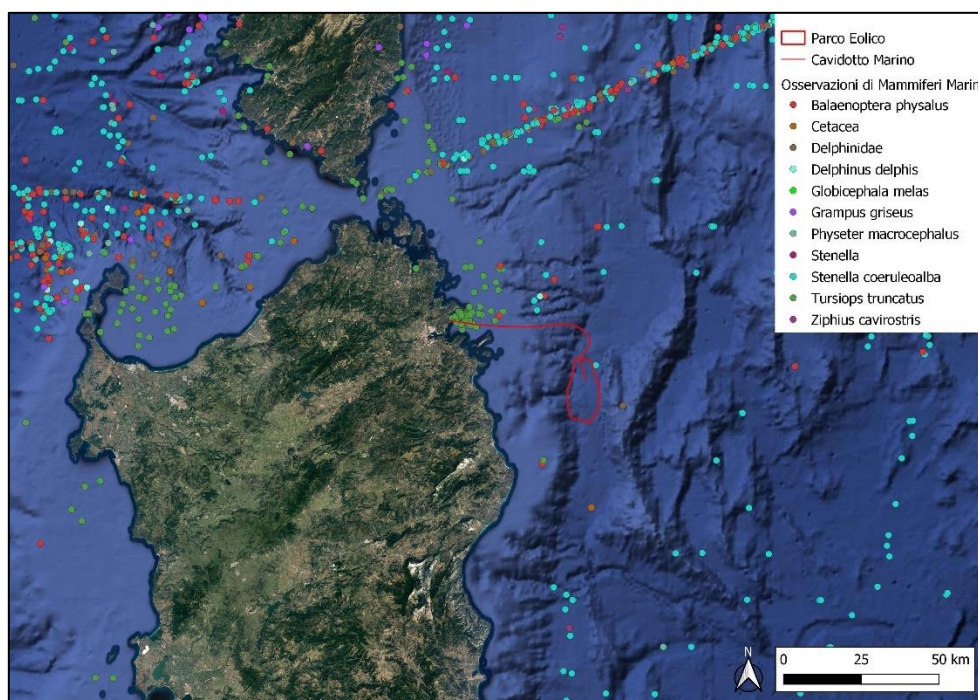


Figura 4.21: Area vasta - osservazioni di mammiferi marini disponibili nella banca dati EUROBIS.
(Fonte: EMODnet)

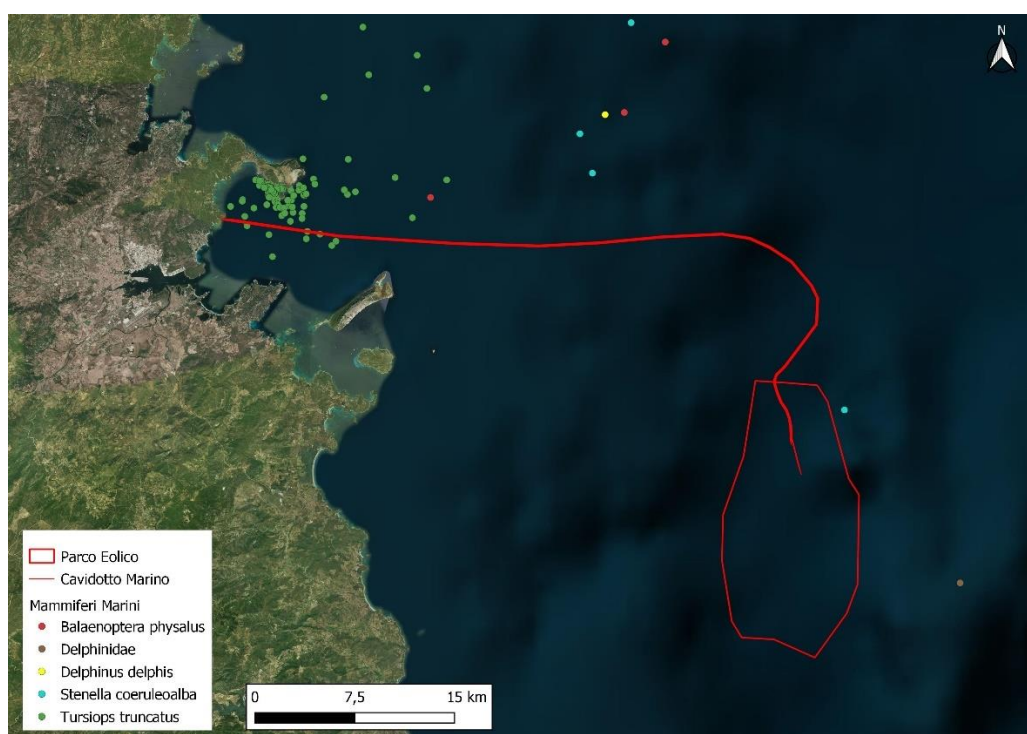


Figura 4.22: Area di progetto - osservazioni di mammiferi marini disponibili nella banca dati EUROBIS. (Fonte: EMODnet)

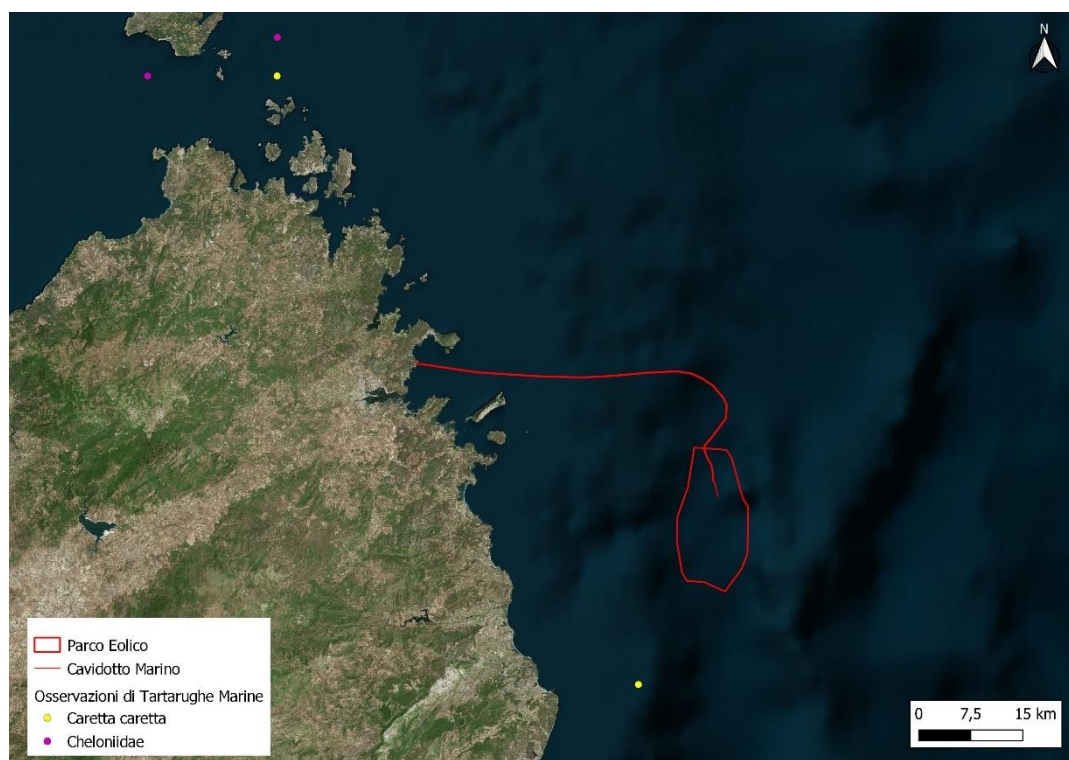


Figura 4.23: Osservazioni di tartarughe marine disponibili nella banca dati EUROBIS. (Fonte: EMODnet)

Nelle fasi successive del progetto, studi di dettaglio consentiranno di approfondire lo stato della componente faunistica trattata.

4.2.7 Avifauna

Il Mediterraneo è un'area essenziale per gli uccelli migratori e svernanti. Ogni anno milioni di individui, appartenenti a diversi gruppi (uccelli acquatici, rapaci, passeriformi, ecc.) attraversano l'Italia.

I grandi veleggiatori come le cicogne e i rapaci si concentrano in alcuni siti (i cosiddetti colli di bottiglia o *bottle-neck*). Gli stretti di Gibilterra e del Bosforo sono i principali *bottle neck* nella regione paleartica, ma importanti *bottle-neck* sono stati individuati nel Mediterraneo centrale ossia Capo Bon (Tunisia) e lo stretto di Messina.

Una delle principali potenziali problematiche degli impianti eolici è legata all'impatto diretto nella fase di esercizio delle pale degli aerogeneratori che possono provocare collisioni con gli uccelli, provocandone gravi lesioni e morte.

La Sardegna, assieme alla Corsica, rappresenta una importante via migratoria, chiamata "Ponte Sardo-Corso", di attraversamento del Tirreno per gli esemplari di molte specie in transito tra Europa centro-settentrionale e Africa che prediligono effettuare voli migratori lungo le coste e la terraferma piuttosto che in pieno mare.

La direttrice migratoria che interessa la Sardegna ha un orientamento prevalentemente N-S, con esemplari che sorvolano l'intera isola, pur concentrandosi generalmente lungo la costa orientale e quella occidentale, che sorvolano in maniera parallela. La costa settentrionale e quella meridionale sono, invece, attraversate perpendicolarmente.

L'area in studio, vista la posizione al largo della costa nord-orientale a distanza di oltre 25 km, secondo i dati disponibili in letteratura ricade in una fascia potenzialmente interessata da rotte utilizzate dall'avifauna ma caratterizzata da un flusso migratorio non particolarmente intenso rispetto ad altre aree litorali dell'Isola.

Nelle fasi successive del progetto, studi di dettaglio potranno permettere di approfondire lo stato della componente faunistica trattata.

4.2.8 Oasi Permanenti di Protezione Faunistica e di Cattura

Le Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura sono finalizzate al mantenimento ed alla sistemazione degli habitat ricompresi anche nelle zone di migrazione dell'avifauna; nelle oasi è vietata l'attività venatoria.

La figura seguente mostra i perimetri relativi alle *Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura* istituite ai sensi della Legge Regionale n° 23 del 29 luglio 1998.

L'area di intervento risulta esterna alle perimetrazioni individuate.

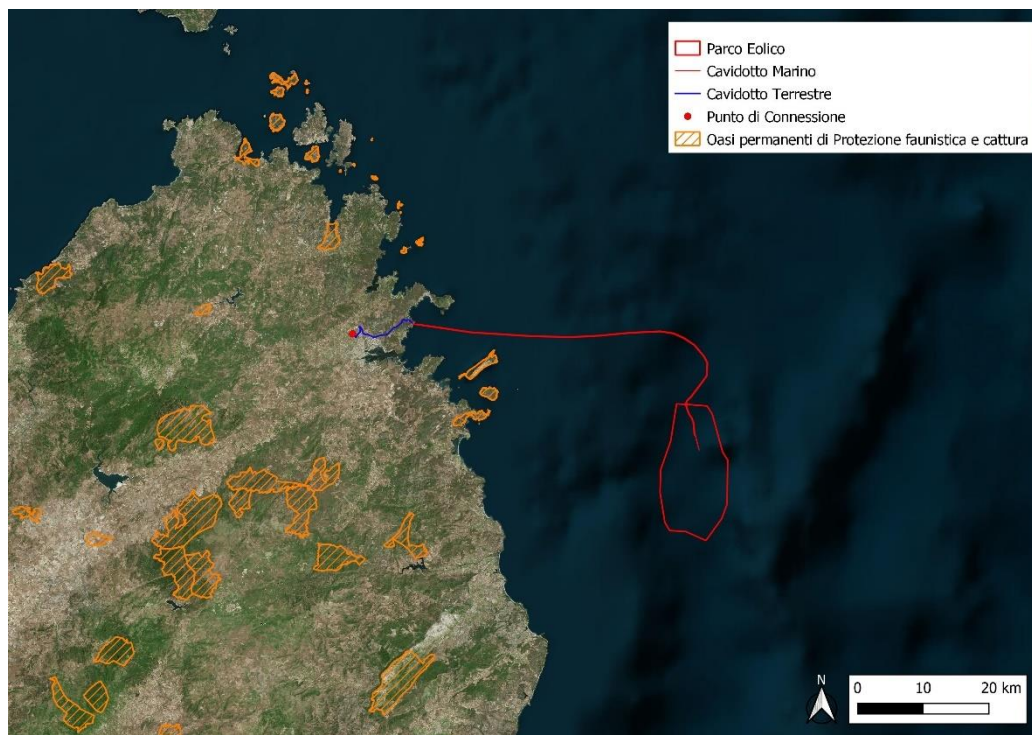


Figura 4.24: Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura nella zona Sud della Regione

4.3 ELEMENTI DI POTENZIALE INTERESSE ARCHEOLOGICO

Allo scopo di favorire il riconoscimento e censimento dei paesaggi storici nei differenti contesti regionali individuati nel Piano Paesistico Regionale, parallelamente alla creazione del repertorio regionale dei beni culturali, ambientali e paesaggistici che definiscono le identità del territorio regionale, il Piano ha proceduto ad individuare i sistemi storico culturali che rappresentano le relazioni sussistenti tra insediamenti e percorsi storici, archeologie, architetture ed altre componenti di paesaggio con forti valenze unitarie e rilevanti connessioni di significati ambientali e culturali.

La Regione Sardegna assume come unità territoriali culturali le singole Regioni Storiche, viste come parti del territorio nelle quali è rilevabile e ricostruibile, in termini storici, antropologici, archeologici, sociologici, linguistici e di paesaggio, una continuità ed un'omogeneità che delimita tali aree entro confini geograficamente circoscritti sia in termini di geografia fisica che umana, ai quali la popolazione conferisce un deciso valore identitario.

L'individuazione delle regioni storiche è avvenuta tramite l'adozione di alcuni indispensabili parametri di riferimento: il parametro geomorfologico, con la perimetrazione di aree e paesaggi omogenei; il parametro politico-amministrativo, con l'analisi delle trasformazioni storiche che hanno interessato il territorio dell'Isola, ad iniziare dai probabili "distretti" nuragici, passando per le suddivisioni territoriali amministrative puniche e romane, le circoscrizioni medievali ("curatorie"), il sistema di feudi dalla conquista aragonese al XIX secolo, sino alle province amministrative prima del Regno d'Italia e poi della Repubblica; il parametro culturale, infine, con l'identificazione degli specifici beni immateriali, quali le parlate e i dialetti, le tradizioni artigianali ed enogastronomiche, le feste e le processioni, che costituiscono l'elemento di aggregazione antropologica delle singole comunità.

Per necessità di analisi e di sistematicità si è quindi dovuto procedere ad una definizione, il più possibile puntuale, delle regioni storiche della Sardegna, sulla base sia di studi geografici e storici, sia dell'uso ancor oggi vivo e abituale che se ne fa nell'Isola. Pertanto, tra gli allegati al PPR sono state prodotte le schede illustrative di alcuni sistemi storico culturali, che rappresentano le relazioni sussistenti tra insediamenti e percorsi storici, archeologie, architetture ed altre componenti di paesaggio con forti valenze unitarie e rilevanti connessioni di significati ambientali e culturali.

L'area delle opere onshore ricade nella Regione Storica della "Gallura" come descritto dalle schede del PPR.

La denominazione “Gallura” deriva da “Fretum Gallicum” (Stretto Gallico), antico nome delle Bocche di Bonifacio, coniato quando la Corsica apparteneva alla Gallia.

I Comuni appartenenti alla Regione sono i seguenti: Badesi, Viddalba, Bortigiadas, Tempio Pausania, Aggius, Trinità d'Agultu Aglientu, Luogosanto, Luras, Calangianus, Santa Teresa di Gallura, Palau, La Maddalena, Arzachena, Sant'Antonio di Gallura, Olbia, Telti, Golfo Aranci, Loiri Porto San Paolo.

La Gallura viene suddivisa in tre complessi storici: Complesso del territorio della Gallura e Complesso degli stazzi della Gallura, in cui ricade l'area di progetto, a cui si aggiunge il Complesso delle isole della Gallura.

Il Complesso del territorio della Gallura ricomprende principalmente il territorio dell'alta e della bassa Gallura. Sono riconosciuti elementi del sistema: i centri di antica formazione di origine punica, romana e medievale; il centro portuale di Vignola; la città di fondazione di Santa Teresa Gallura; la città punico romana di Olbia con il relativo porto; le infrastrutture storiche; le architetture religiose in granito; gli insediamenti monastici; i villaggi abbandonati; le testimonianze archeologiche quali cave romane di Capo Testa, tombe di giganti ad Arzachena.

Il Complesso degli stazzi della Gallura viene riferito all'edificato sparso tipico dell'area della Gallura, formatosi alla fine del Settecento in funzione della pastorizia e dell'agricoltura. Sono riconosciuti caratteristici del complesso: gli stazzi e i cuiles; l'appoderamento; le architetture di servizio civili e religiose; le infrastrutture viarie storiche.

Dall'analisi di detti elementi di potenziale interesse archeologico non si riscontrano interferenze con le opere in progetto.

4.4 PESCA

Grazie al sistema AIS (*Automatic Identification System*) l'attività di pesca nell'area di progetto può essere caratterizzata accedendo ai dati pubblicati da EMODNET Human Activities: <https://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php>. I dati relativi alle attività di pesca per il 2020 sono presentati nella figura di seguito riportata.

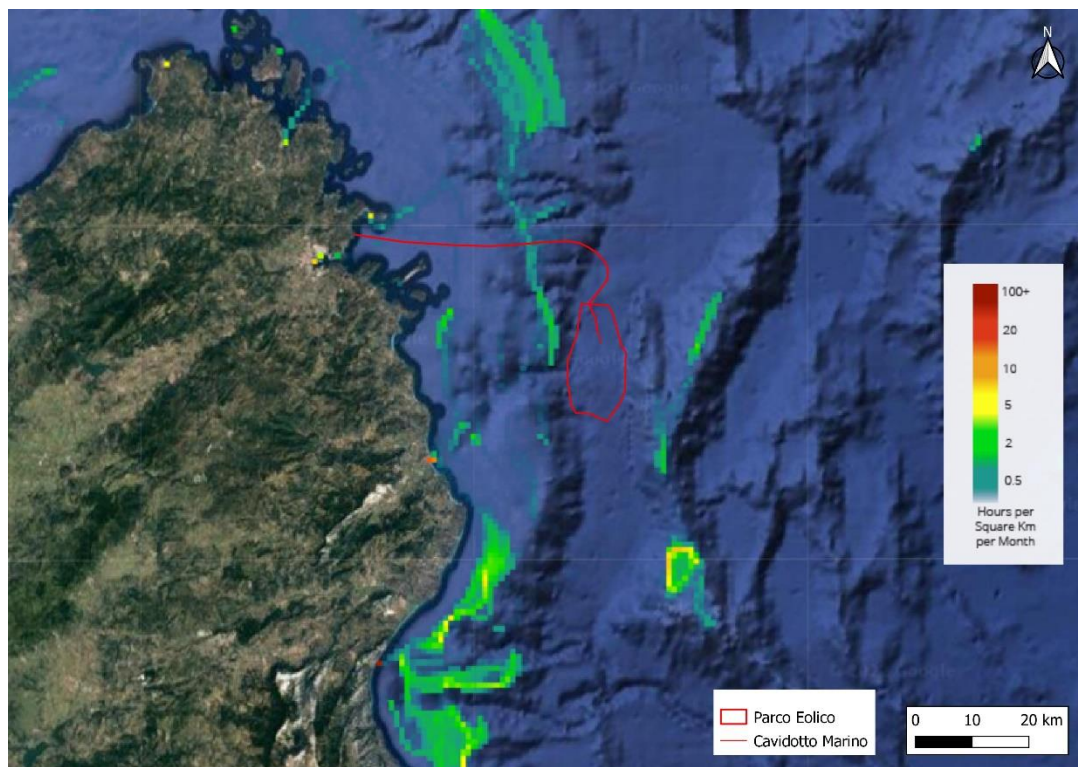


Figura 4.25: Mappa della densità dell'attività di pesca nell'area nord-orientale della Regione Sardegna.
Fonte: EMODnet Human Activities (Anno 2020)

Come si denota dall'immagine precedente, le aree soggette a pesca aventi un'intensità media bassa, più vicine al parco eolico offshore, si collocano all'esterno dello stesso.

4.5 TRAFFICO NAVALE

Al fine di valutare in modo preliminare le iterazioni date dal traffico navale nell'area di indagine, è stata condotta un'analisi sulla frequenza di impatto e relativi danni alle strutture delle opere di progetto.

In particolare, l'analisi ha interessato

- ✓ i cavidotti sottomarini che collegano il parco eolico offshore a terra
- ✓ gli aerogeneratori galleggianti

Nello svolgimento dello studio sono state considerate le seguenti cause di potenziale danno alle strutture:

- ✓ Impatto dovuto ad affondamento di navi;
- ✓ Impatto causato da oggetti trasportati da navi mercantili (container);
- ✓ Interazione con ancore in caso di ancoraggio di emergenza e/o condizioni atmosferiche avverse (considerando urto diretto e trascinamento);
- ✓ Interazione con attrezzature da pesca.

Opportune ipotesi e assunzioni sono state fatte circa la redistribuzione del traffico marittimo considerando la presenza del parco eolico.

L'analisi sopracitata considera il traffico marittimo nell'anno 2019 per ciascuna classe GRT (Gross Register Tonnage) considerata. Le classi GRT assegnate per ciascuna tipologia di nave sono esplicitate nella seguente Tabella:

Tabella 4.4: Stazza delle navi e corrispondente classe GRT assegnata

| GRT (tonn) | Classe GRT |
|---------------|------------|
| < 1500 | 1 |
| 1500-5000 | 2 |
| 5000-10000 | 3 |
| 10000-30000 | 4 |
| 30000-60000 | 5 |
| > 60000 | 6 |

Dalla Tabella si può osservare come la maggior parte del traffico marittimo sia costituito da rotte di navi di piccole dimensioni (GRT 1 – 41.24 %); navi di classe GRT 4 e GRT 5 sono presenti in percentuale analoga (dal 21 al 24 % ca) così come le navi di classe GRT 2 e GRT 3, che sono presenti in percentuale analoga (in questo caso intorno al 5 % ca); con circa il 2 % delle rotte elaborate, le navi di grossa stazza (GRT 6) costituiscono la quota parte inferiore del traffico marittimo nell'area di interesse. In totale sono state calcolate 9747 rotte utilizzabili. Per indicare il peso relativo di ciascuna classe di stazza, nella successiva tabella il colore verde indica un numero di rotte inferiore al 10 %, l'arancione un numero di rotte calcolate tra 10 % e 30 % e il rosso un numero di rotte superiore al 30%.

Tabella 4.5: Numero di rotte calcolate per ciascuna classe GRT

| Classe GRT | # rotte | # rotte [%] |
|------------|---------|-------------|
| GRT 1 | 4061 | 41.24 |
| GRT 2 | 620 | 6.30 |
| GRT 3 | 458 | 4.65 |
| GRT 4 | 2347 | 23.83 |
| GRT 5 | 2065 | 20.97 |

| | | |
|-------|------|------|
| GRT 6 | 196 | 1.99 |
| NULL | 101 | 1.03 |
| TOTAL | 9848 | 100 |

Dall'analisi effettuata è possibile osservare che:

- ✓ È ben distinguibile il flusso navale all'esterno del golfo di Olbia secondo la direttrice Nord-Sud e viceversa;
- ✓ Sono ben distinguibili i canali di traffico uscenti dal porto di Olbia.

4.6 ASSERVIMENTI DERIVANTI DALLE ATTIVITÀ AERONAUTICHE CIVILI E MILITARI

L'aeroporto più vicino all'area di progetto è quello di Olbia-Costa Smeralda, ubicato a circa 8,5 km di distanza dall'area di approdo in direzione Sud-Ovest. Le strutture degli aerogeneratori offshore del parco eolico Tibula sono situate a circa 45,5 km di distanza dall'aeroporto di Olbia-Costa Smeralda, al di fuori dei relativi asservimenti.

Si segnala che il parco eolico offshore ricade parzialmente in una "Zona Pericolosa (Danger Area)" relativa alla presenza dell'aeroporto di Olbia-Costa Smeralda. La zona D (zona pericolosa o danger area) è uno spazio aereo di definite dimensioni entro il quale possono svolgersi, in determinati orari, attività pericolose al volo degli aeromobili. Questa restrizione è applicata quando il pericolo per gli aeromobili non ha portato all'istituzione di un'area regolamentata o vietata. Lo scopo è di richiamare l'attenzione degli esercenti e dell'equipaggio di condotta, sulla presenza di pericolo potenziale, lasciando loro la facoltà di giudicare se tale pericolo rischia di compromettere la sicurezza degli aeromobili.

Pertanto, l'installazione del campo eolico risulta essere compatibile con le disposizioni dell'aviazione.

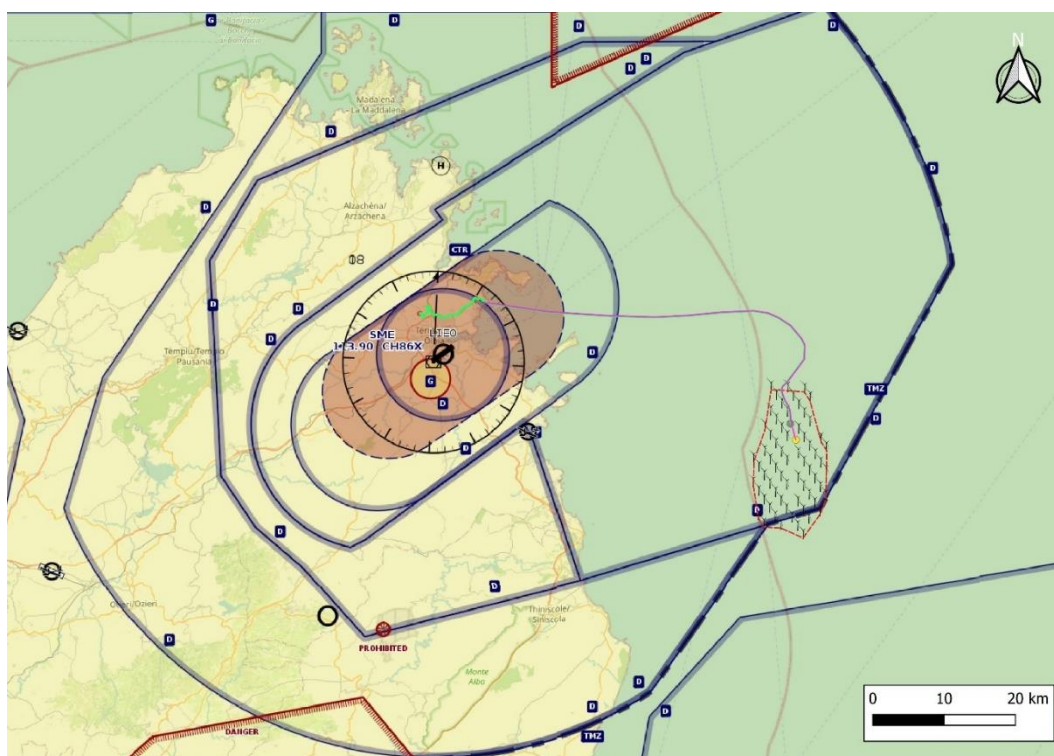


Figura 4.26: Servitù aeronautiche, radar e zone DPR nella zona di Olbia. Fonte: OpenAIP

Lungo le coste italiane esistono alcune zone di mare nelle quali sono saltuariamente eseguite esercitazioni navali di Unità di superficie e di sommergibili, di tiro, di bombardamento, di dragaggio ed anfibia.

Dette zone sono pertanto soggette a particolari tipi di regolamentazioni dei quali viene data notizia a mezzo di apposito Avviso ai Naviganti.

I tipi di regolamentazione che possono essere istituiti sono:

- ✓ interdizione alla navigazione od avvisi di pericolosità all'interno delle acque territoriali;
- ✓ avvisi di pericolosità nelle acque extraterritoriali.

Le navi che si trovano a transitare in prossimità delle zone suddette dovranno attenersi, alle disposizioni contenute nell'Avviso ai Naviganti che dà notizia di una esercitazione in corso od in programma ed in ogni caso, in mancanza di un Avviso particolare, dovranno navigare con cautela durante il transito nelle acque regolamentate, intensificando il normale servizio di avvistamento (ottico e radar).

Si richiama in particolare l'assoluta necessità di ottemperare alle comunicazioni di Unità di scorta a sommergibili in immersione intese ad evitare situazioni di emergenza.

Per dette zone l'Avviso di interdizione alla navigazione oppure di pericolosità viene emanato di volta in volta dal competente Comando Marittimo a mezzo Avvisi ai Naviganti divulgati via radio, con ordinanza delle Autorità Marittime o con il Fascicolo Avvisi ai Naviganti.

Nel caso specifico, come testimoniato dalla figura nel seguito riportata, il progetto in esame non interferisce con zone soggette ad Avviso ai Naviganti come precedentemente descritto.

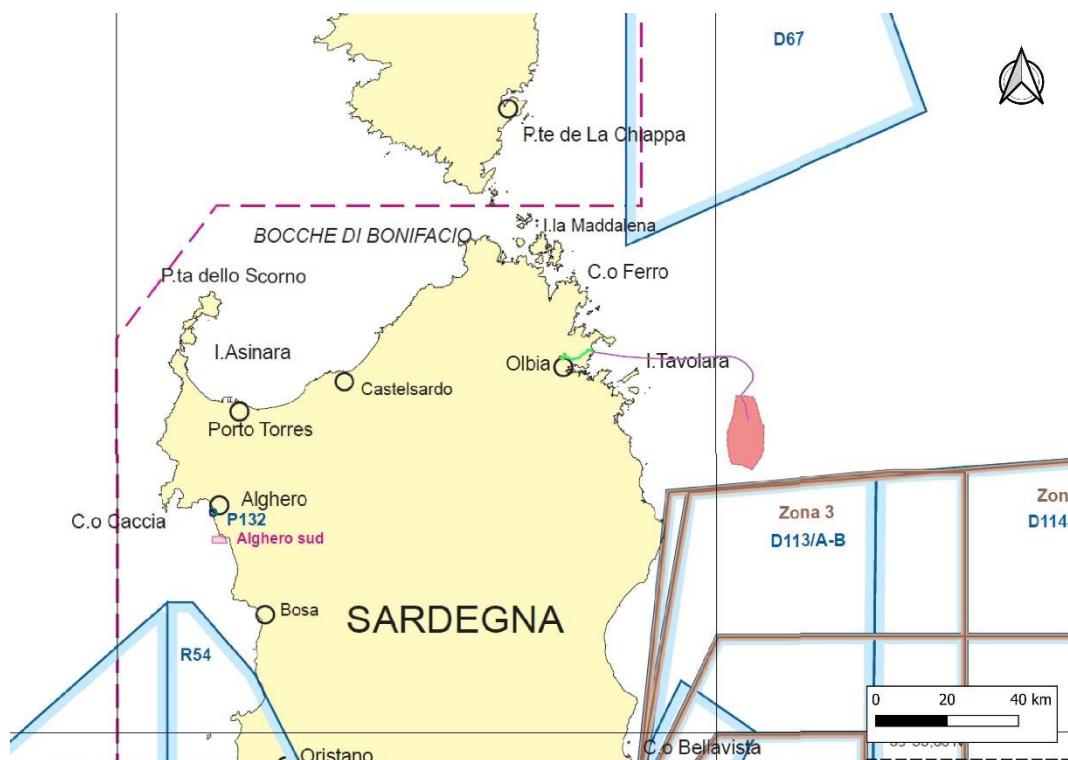


Figura 4.27: Carte nautica Tibula ed interferenze con aree militari (Istituto Idrografico della Marina, 2020)

4.7 ASSERVIMENTI INFRASTRUTTURALI E AREE UXO

Come si evince dalle figure seguenti, l'area di progetto non interferisce con asservimenti infrastrutturali e aree UXO (Unexploded Ordinance). Si segnala comunque la presenza nella zona vasta di un cavo di telecomunicazioni sottomarino (vedi figura di seguito riportata), chiamato Janna, che parte da Olbia verso Civitavecchia. Si vuol precisare che le rappresentazioni cartografiche riportate di seguito fanno riferimento alla posizione schematica. Nelle fasi successive del progetto saranno approfonditi ed identificati gli effettivi tracciati.

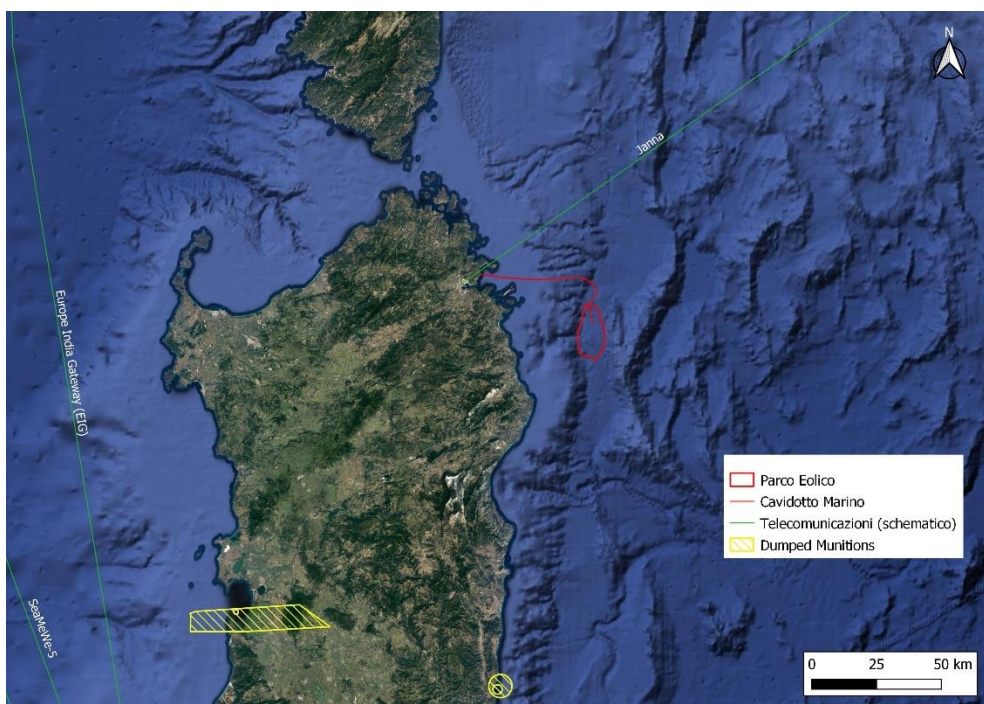


Figura 4.28: Dumped Munitions Areas e Linee per le telecomunicazioni nell'area Sardegna Sud.
Fonte: EMODnet

4.8 TITOLI MINERARI PER LA RICERCA E COLTIVAZIONE DI IDROCARBURI IN MARE

I titoli minerari per la ricerca e la coltivazione di idrocarburi in mare, vengono conferiti dal Ministero dello sviluppo economico in aree della piattaforma continentale italiana istituite con leggi e decreti ministeriali, denominate "Zone marine" e identificate con lettere dell'alfabeto.

La figura seguente è l'estratto della Carta delle Istanze e dei Titoli Minerari Esclusivi per Ricerca, Coltivazione e Stoccaggio di Idrocarburi (Fonte UNMIG) focalizzata sull'area di interesse del progetto.

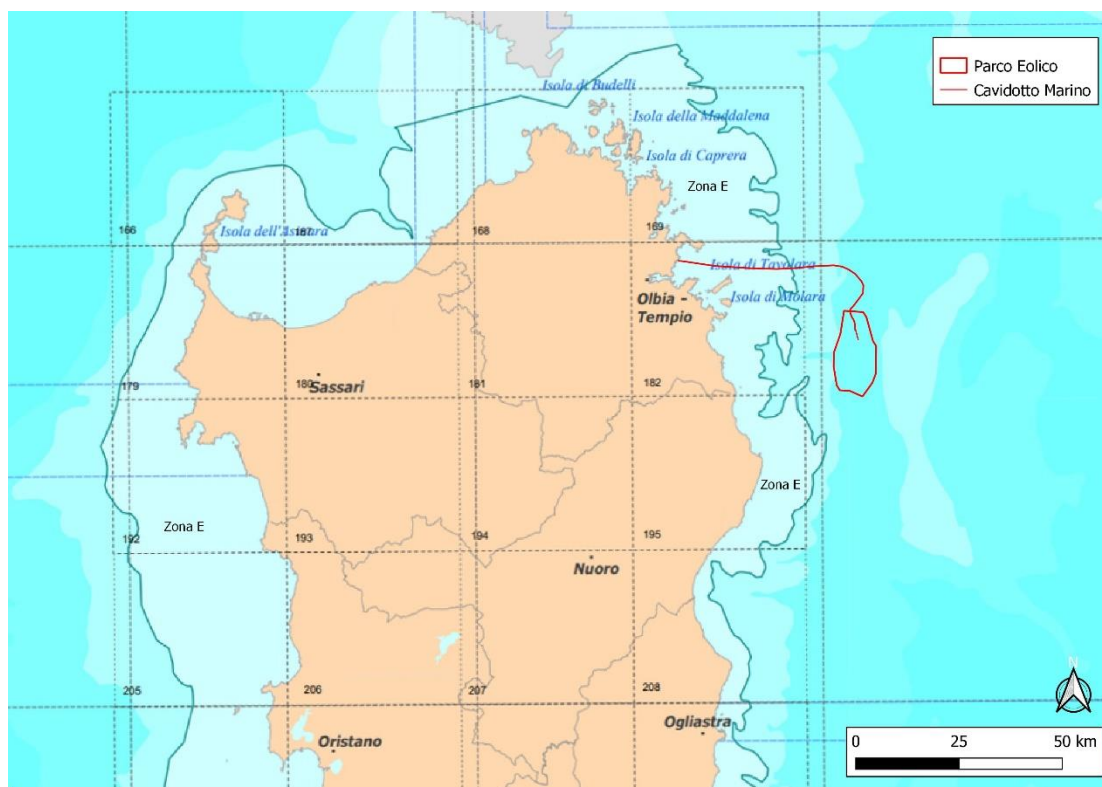


Figura 4.29: Estratto della Carta delle Istanze e dei Titoli Minerari Esclusivi per Ricerca, Coltivazione e Stoccaggio di Idrocarburi. Fonte: <https://unmig.mise.gov.it>

Come si evince dalla figura, nella zona vasta di inserimento del progetto non si rileva la presenza di concessioni minerarie.

In conclusione, ed in considerazione degli aspetti legati ai titoli minerari presenti nella zona di indagine, non si registrano particolari vincoli alla costruzione delle opere di Progetto.

5 MODALITA' DI INSTALLAZIONE E CONNESSIONE DEL PARCO OFFSHORE

5.1 PARTE MARITTIMA

5.1.1 Sito di assemblaggio delle turbine galleggianti

La disponibilità di aree portuali in prossimità del sito di installazione è una condizione essenziale per lo sviluppo del progetto. Le aree portuali identificate devono essere dotate di aree a terra ed a mare da poter dedicare alle operazioni di assemblaggio delle strutture galleggianti che devono essere eseguite prevalentemente in banchina e/o in bacino.

Nelle fasi successive del progetto verrà sviluppata un'analisi dedicata delle aree portuali disponibili al fine di identificare la più idonea per lo scopo.

5.1.2 Panoramica del montaggio e sequenza di installazione

Nella presente fase di progettazione, non essendo ancora stata definitivamente sviluppata la progettazione delle strutture galleggianti su cui verranno installate le turbine eoliche, per l'installazione di turbine eoliche galleggianti presso il sito offshore si possono preliminarmente identificare le seguenti fasi:

- ✓ Fase 1: assemblaggio della struttura galleggiante;
- ✓ Fase 2: varo della struttura galleggiante ed eventuale trasporto via mare qualora l'area di assemblaggio dei galleggianti e l'installazione delle turbine eoliche siano differenti;
- ✓ Fase 3: sollevamento ed installazione della turbina eolica sulla piattaforma galleggiante;
- ✓ Fase 4: trasporto via mare delle turbine eoliche su piattaforma galleggiante verso il sito di installazione offshore;
- ✓ Fase 5: messa in servizio delle turbine eoliche al sito.

Lo sviluppo della sequenza preliminare riportata sopra è strettamente legato alla disponibilità ed alla presenza al sito di mezzi navali (i.e. rimorchiatori, installation vessel, etc.) in assistenza alle operazioni.

5.1.3 Assemblaggio e varo della piattaforma galleggiante

La disponibilità di aree dedicate, a terra ed a mare, per l'assemblaggio così come per il varo della piattaforma galleggiante congiuntamente con la disponibilità di mezzi per il rimorchio al sito sono condizioni essenziali per il progetto.

Questa tipologia di strutture galleggianti è normalmente composta da vari elementi modulari, che richiedono mezzi di sollevamento normalmente disponibili nella maggior parte dei siti produttivi.

In questa fase del progetto, la localizzazione del sito non è definita ma si sono preliminarmente identificate alcune potenziali soluzioni.

5.1.4 Integrazione della turbina eolica sul galleggiante

I componenti costituenti la turbina eolica saranno movimentati per mezzi di adeguate attrezzature come gru mobili o moduli di trasporto semoventi per carichi pesanti.

Sarà così garantito la movimentazione dei componenti in totale sicurezza ed il loro stoccaggio.

Inizialmente verrà installata la torre sulla struttura galleggiante e successivamente la navicella, che sarà posizionata sulla parte superiore della torre stessa.

5.1.5 Mezzi marini utilizzati per il traino e l'installazione di turbine eoliche e galleggianti

Il trasporto dell'intera struttura dall'area di assemblaggio fino al sito di installazione offshore avverrà mezzo di rimorchiatori convenzionali normalmente disponibili in area portuale.

Per quanto concerne invece l'installazione del sistema di ancoraggio, questa operazione sarà eseguita tramite un'imbarcazione adatta alla tipologia di ancoraggio da installare. L'identificazione del mezzo necessario per svolgere tale operazione sarà svolta nelle fasi successive di progetto.

5.1.6 Cavo elettrico di collegamento tra le turbine

La tecnologia utilizzata prevista allo stato attuale per la connessione tra le turbine che compongono una stringa sarà quella del cosiddetto cavo dinamico o lazy-wave cable il quale prevede un approccio al fondale a seguito di una serie di curvature dovute all'utilizzo di boe di sostegno. Questa soluzione riduce gli sforzi meccanici al quale il cavo sarebbe sottoposto e darebbe maggiore libertà di assestamento nei movimenti. Nella Figura sottostante rappresentiamo schematicamente le tipologie più diffuse per il tipo di applicazione oggetto della presente relazione.

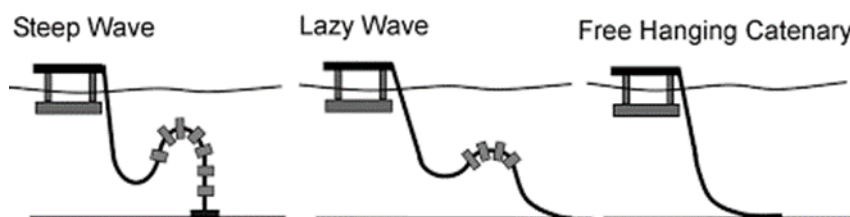


Figura 5.1. Standard di cablaggio sottomarino

5.1.7 Procedura di posa dei cavi elettrici sul fondale marino

L'installazione del cavo di collegamento in mare fino allo sbarco è normalmente suddivisa in due fasi principali:

- ✓ Lavori preparatori: A monte dell'installazione del cavo e della relativa protezione dello stesso dovranno essere avviate operazioni di ricognizione geofisica per confermare i dati ottenuti durante gli studi tecnici preliminari, identificare nuovi possibili rischi (rocce, detriti, ecc.);
- ✓ Installazione e protezione del cavo: una nave posacavo specializzata trasporta il cavo srotolandolo sul fondale del mare con l'assistenza di altre imbarcazioni. A seconda del tipo di protezione si procede con opportuni mezzi all'operazione di messa in opera della protezione che può essere realizzata in un secondo tempo oppure simultaneamente alla posa del cavo.

Al termine dei lavori descritti dovrà essere eseguita un'indagine geofisica di verifica sull'intero percorso.

5.1.8 Sottostazioni Elettriche Galleggianti

Le Stazioni di Trasformazione Elettrica galleggianti, la cui posizione è stata indicata preliminarmente secondo la Tabella 5.1, sono state posizionate internamente all'area oggetto dell'installazione ed in prossimità delle turbine di generazione elettrica. In dette stazioni avviene l'innalzamento del livello di tensione da 66 a 220kV. Ciascuna delle aree ospitanti sarà di dimensioni tali da consentire un comodo alloggiamento dei trasformatori, degli stalli a 66kV, degli edifici contenenti sommariamente: il sistema di protezione comando e controllo, quello di alimentazione dei servizi ausiliari e generali e tutto quanto altro necessario al corretto funzionamento dei generatori.

Tabella 5.1: Dettaglio coordinate OSS

| Sottostazione n° | Coordinate | |
|------------------|-----------------|----------------|
| | Longitudine (E) | Latitudine (N) |
| OSS 1 | 10°6'17" | 40°47'17" |
| OSS 2 | 10°5'46" | 40°48'30" |

I diversi concetti previsti generalmente per le fondazioni delle OSS sono simili alle tecnologie galleggianti utilizzate per le turbine eoliche, ovvero: semi-sommergibili, piattaforme a gambe di tensione (TLP), chiatte o longaroni.

La chiatta, il semi-sommergibile e il longarone sono ormeggiati al fondale con catene, cavi d'acciaio o funi in fibra collegati alle ancore.

Un TLP è ormeggiato verticalmente con cavi o tendini, che sono le cosiddette "gambe di tensione". Cavi, tubi o aste molto resistenti collegano le gambe del TLP all'ancoraggio del fondo marino. In tutti i tipi di fondazioni galleggianti, è possibile utilizzare diversi tipi di ancoraggio a seconda del tipo di sistema di ormeggio, delle condizioni del suolo e dei carichi ambientali previsti.

Nel caso specifico è stata ipotizzata una tipologia di OSS di tipo semi-sommersibile; in Figura 5.2 rappresentiamo schematicamente le tipologie più diffuse per il tipo di applicazione:

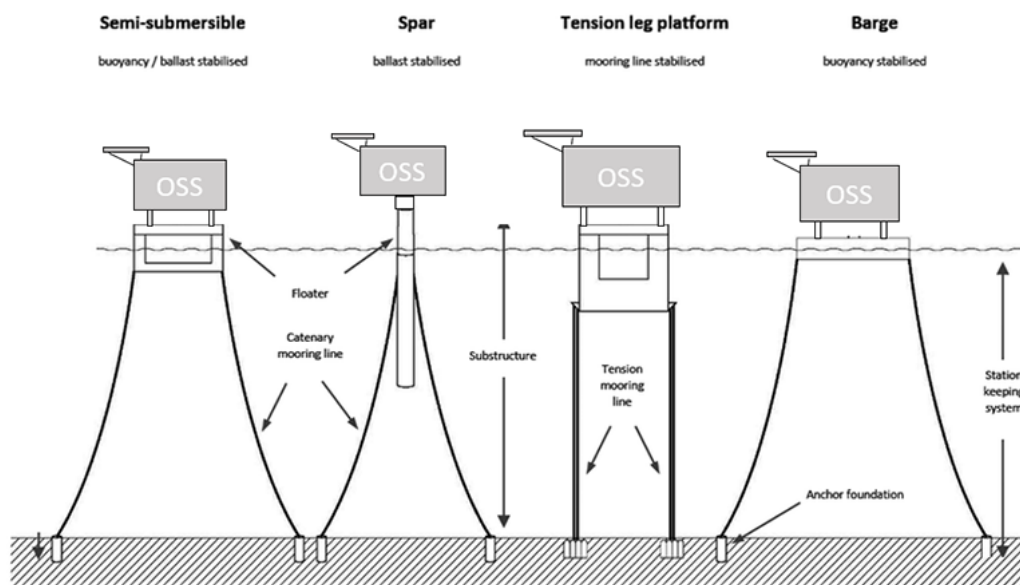


Figura 5.2: Standard di ancoraggio sottomarino

Per collegare l'OSS alla riva, il cavo di esportazione HV a 220 kV deve essere "dinamico", poiché collegherà una struttura mobile (l'OSS) a un elemento fisso (il fondo del mare). A differenza dei cavi sottomarini HV standard utilizzati per l'OSS fisso sul fondo, i cavi dinamici devono essere in grado di sopportare gli spostamenti estremi dell'OSS durante le tempeste e avere una resistenza alla fatica sufficiente per gestire una vita di movimenti ciclici (> 20 anni).

Ognuno di questi montanti è connesso a un trasformatore avente caratteristiche adeguate.

5.1.9 Approdo

L'approdo a terra dei cavi marini è previsto tramite canalizzazione sotterranea ottenuta tramite HDD. I cunicoli ottenuti, che saranno dimensionati per garantire adeguata areazione e capacità di dissipazione termica ai cavi, avranno una lunghezza pari a circa 1 km dal punto di inserimento sottomarino fino al punto di giunzione a terra.

Il distanziamento limite tra i cavi per lo sbarco a terra è stato valutato in maniera preliminare pari a 10m.

5.2 PARTE TERRESTRE

5.2.1 Posa delle condotte

A seguito della giunzione con i cavi marini è previsto un percorso interrato praticamente rettilineo dei cavi terrestri 220kV per una distanza inferiore a 300 m fino allo stallo di sezionamento.

Data la maggior precisione di posa dei cavi, seguendo in fase preliminare le pratiche attualmente utilizzate in ambito ingegneristico, la configurazione dei cavi risulta più contenuta come dalla figura successiva. Si può considerare un'inter-distanza tra i cavi complanari pari a 1 m e una distanza tra i due livelli di cavi di pari entità. Il livello superiore dovrà essere posato almeno a 1 m di profondità dal piano di calpestio in superficie.

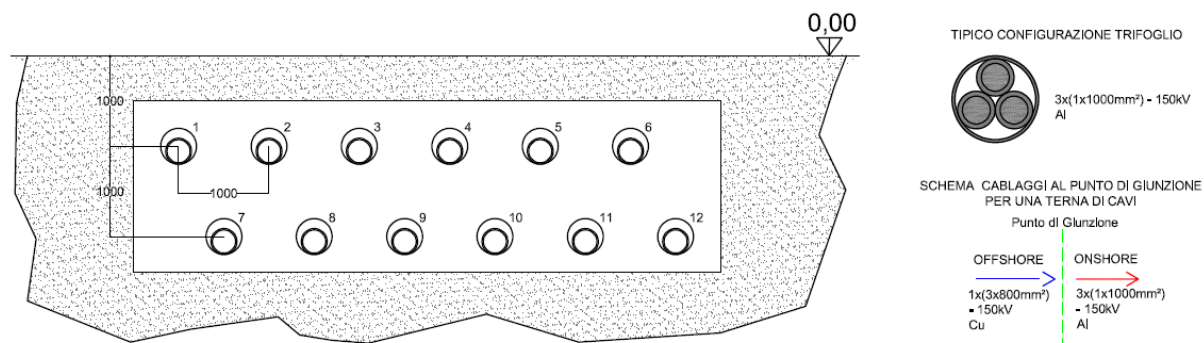


Figura 5.3: Configurazione cavi terrestri 220kV (tipico)

I cavi saranno adeguatamente segnalati tramite l'utilizzo di nastro monitore interrato in prossimità delle installazioni.

5.2.2 Stazione di sezionamento

Per quanto riguarda lo stallo di sezionamento delle linee in arrivo dalla tratta sottomarina, sarà prevista una cabina elettrica composta da elementi componibili prefabbricati in cemento armato vibrato (c.a.v.) che avrà dimensioni indicative in pianta di circa 20X10 m e altezza pari a circa 4 m.

Si precisa che in ingresso alla junction pit si attestano 12 conduttori corrispondenti alle 4 terne di cavi unipolari marini (ciascuna 1x3x800mmq) che saranno collegati a cavi in alluminio di tipo terrestre.

Ne consegue che in uscita dalla junction pit saranno presenti 4 terne di cavi la cui configurazione di posa tipica è mostrata in Figura 5.3 Questi cavi verranno successivamente collegati allo stallo di sezionamento citato sopra.

Tabella 5.2: Dettaglio particella SE Lato Mare

| Comune | Provincia | Foglio | Particella |
|--------------|-----------|--------|------------|
| Golfo Aranci | SS | 18 | 212 |

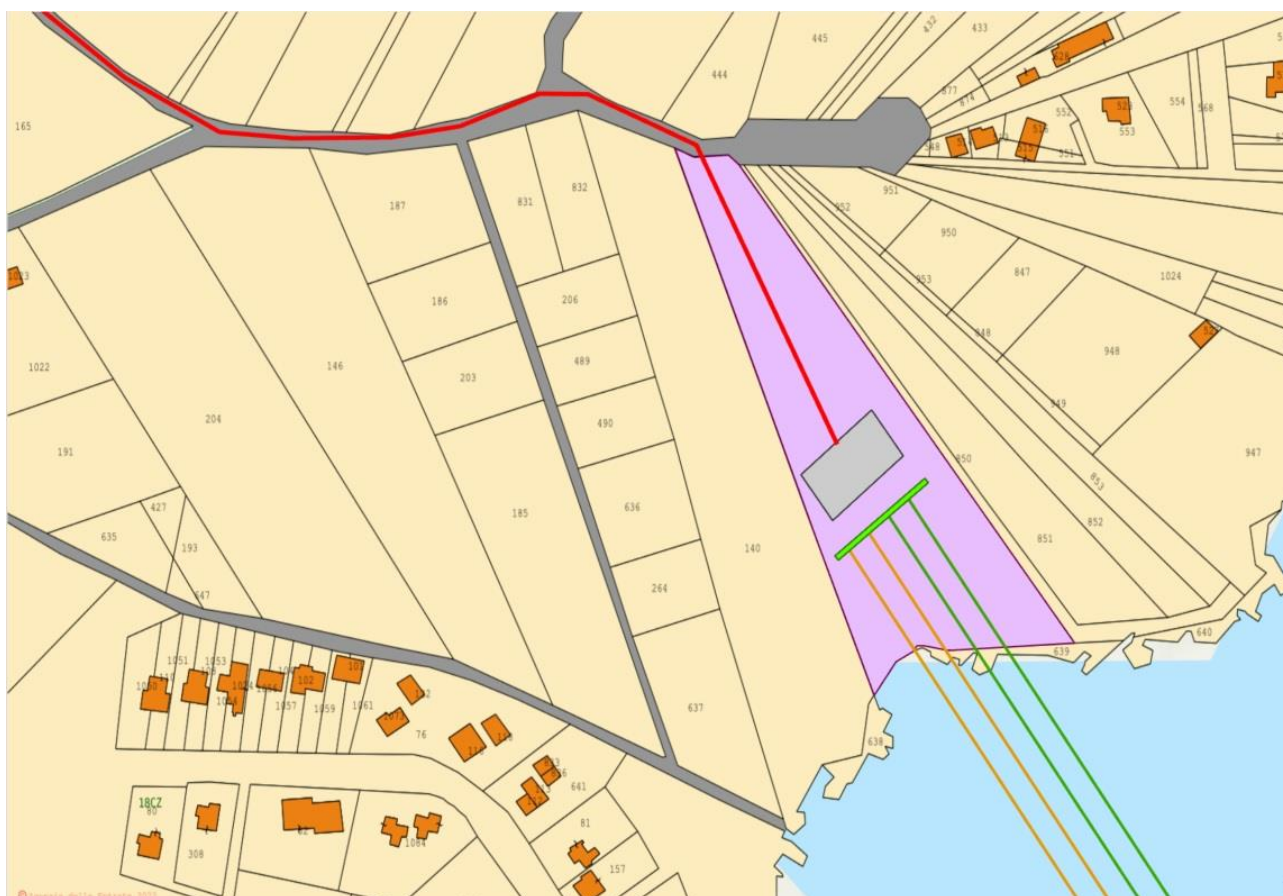


Figura 5.4: Vista della particella per la stazione di sezionamento

Questa particella ha una superficie di circa 0,1 km².

5.2.3 Linea di Connessione a 220KV

A seguito di valutazione preliminari di tipo economico effettuate dal Cliente si è prevista l'installazione di una stazione utente di trasformazione per ottenere i 380 kV per la connessione al nodo di Terna S.p.A..

La stazione di sezionamento è connessa tramite una linea valutata preliminarmente come interrata alla SE utente Lato Connessione, descritta nel paragrafo successivo.

Questa linea è lunga circa 25 km e prevede il passaggio per le principali arterie stradali pubbliche limitando il passaggio sulle proprietà private, dove assolutamente necessario, e nei centri abitati di elevato pregio architettonico.

Il sistema è formato da 4 trasse di conduttori in alluminio da 800 mm² in uscita dalla stazione di sezionamento.

Il layout di posa e il routing definitivo saranno da valutare in maniera approfondita a seguito di sopralluoghi specifici e in collaborazione con il fornitore dei cavi. Si ipotizza preliminarmente che nelle parti dove il cavidotto deve affrontare strade con tornanti molto accentuati si valutino, sempre in accordo con il fornitore, eventuali deviazioni del percorso.

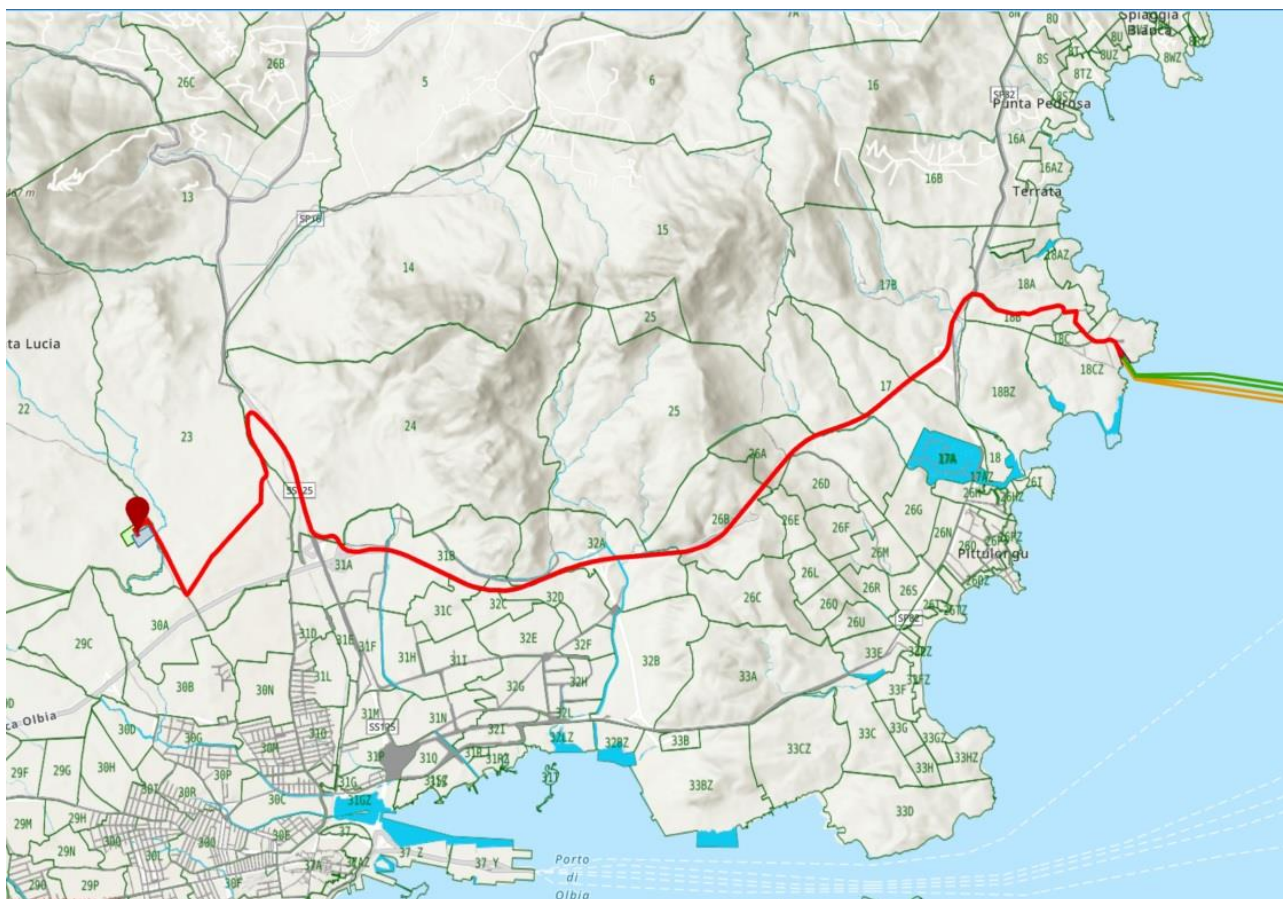


Figura 5.5: Percorso preliminare cavidotto a 220 kV

5.2.4 Sottostazione Elettrica Lato Connessione

La Stazione di Trasformazione Elettrica AT/AT (anche indicata con la locuzione “SE Lato Connessione”) è stata posizionata in prossimità del punto in cui si ipotizza ci sarà la connessione al nodo di Terna. In detta stazione avviene l'innalzamento del livello di tensione AT/AT da 220 kV a 380 kV tramite autotrasformatori. L'area ospitante sarà di dimensioni tali da consentire un comodo alloggiamento dei macchinari, degli stalli a 220 kV, degli edifici contenti: il sistema di protezione comando e controllo, quello di alimentazione dei servizi ausiliari e generali e tutto quanto altro necessario al corretto funzionamento dell'installazione.

Tabella 5.3: Dettaglio particella SE Lato Mare

| Comune | Provincia | Foglio | Particella |
|--------|-----------|--------|------------|
| Olbia | SS | 22A | 1168 |

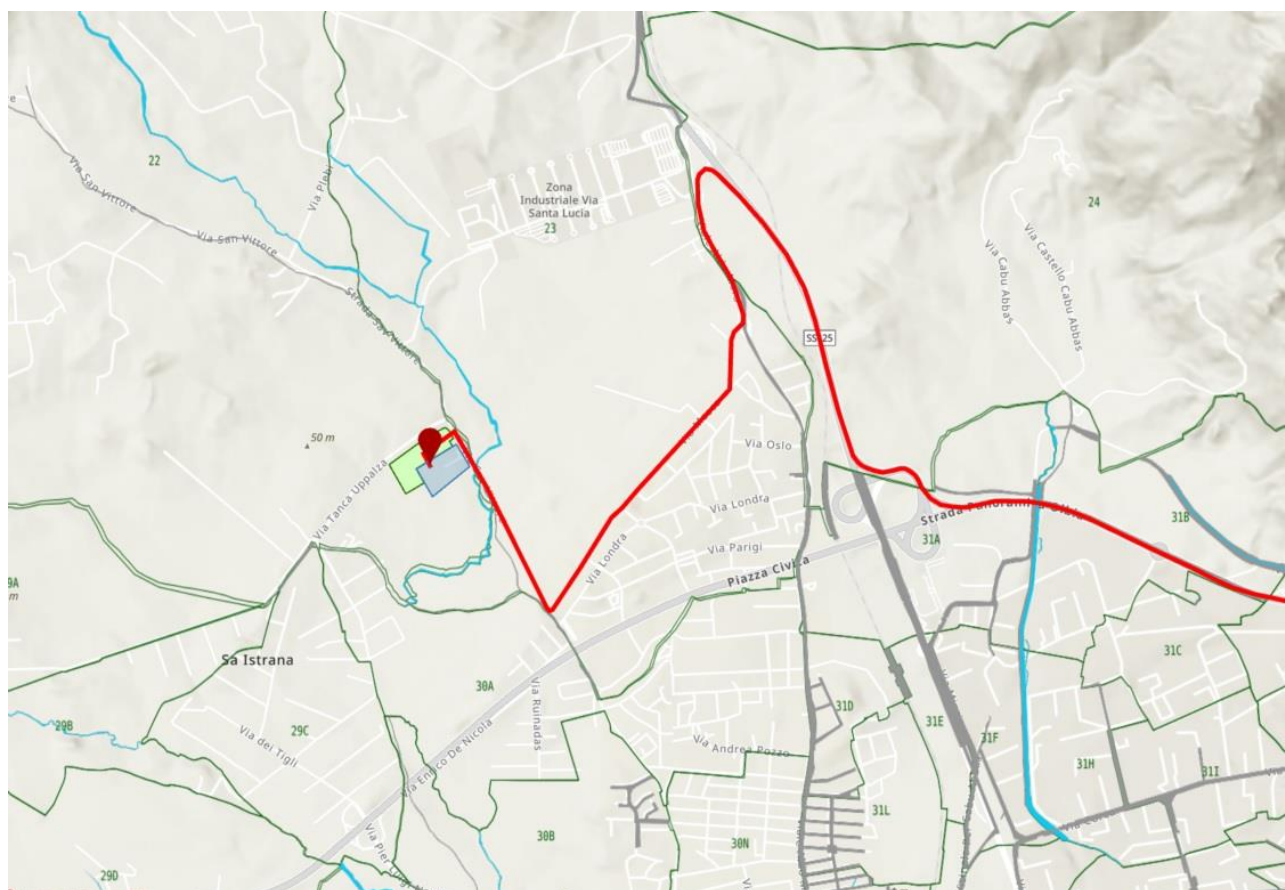


Figura 5.6: Vista della particella per la SE Lato Connessione

Questa particella ha una superficie calpestabile totale di circa 24.000 m².

Il sistema di Tibula Energia prevede che le linee a 220 kV afferenti dalla Stazione di sezionamento siano suddivise su un montante a 220 kV per ogni terna in arrivo e che sia previsto un autotrasformatore per ogni linea in ingresso.

6 ESERCIZIO E MANUTENZIONE IMPIANTO

Una volta che la fase di costruzione è terminata, viene avviato, tramite il processo di start up, il nuovo impianto eolico offshore. Al fine di garantire il supporto logistico necessario, il parco eolico offshore richiede un'infrastruttura portuale come supporto logistico per le operazioni di manutenzione.

Gli elementi offshore che saranno mantenuti attivi durante l'intero ciclo di vita dell'impianto sono:

- ✓ gli aerogeneratori;
- ✓ le OSS;
- ✓ le opere di galleggiamento e ancoraggio;
- ✓ le relative connessioni elettriche;
- ✓ il cavo sottomarino.

Tali elementi offshore, come precedentemente indicato, saranno oggetto di manutenzione durante l'intero ciclo di vita dell'impianto.

Gli elementi onshore che saranno mantenuti attivi durante l'intero ciclo di vita dell'impianto sono:

- a. la linea interrata;
- ✓ la Centralina Elettrica;
- ✓ le interconnessioni elettriche accessorie.

Tali elementi offshore, come precedentemente indicato, saranno oggetto di manutenzione durante l'intero ciclo di vita dell'impianto.

Le operazioni di manutenzione si possono suddividere in manutenzione programmata/correttiva leggera e manutenzione straordinaria. La manutenzione programmata, oltre ad essere pianificata dal gestore dell'impianto, è condotta secondo le specifiche tecniche dei fornitori dei vari componenti ed accessori che compongono gli impianti eolici. Il programma di manutenzione programmata è condiviso con le Autorità marittime preposte se prevede spostamenti e trasporto di accessori e componenti via mare oppure attività offshore nei pressi del parco eolico.

6.1 MANUTENZIONE ORDINARIA

L'infrastruttura per le attività di manutenzione ordinaria è essenzialmente una base logistica attraverso la quale transitano mezzi, gli accessori, i materiali ed il personale specializzato per le differenti tipologie di intervento richiesto. Attraverso la stessa base logistica verranno temporaneamente stoccate le eventuali attrezzature ed elementi difettosi per essere reindirizzate alle destinazioni appropriate.

Per le operazioni di manutenzione ordinaria, le infrastrutture necessarie sono costituite da:

- a. Magazzini per lo stoccaggio dei materiali;
- ✓ Officine tecniche per l'eventuale sistemazione e/o assemblaggio/disassemblaggio degli elementi del parco eolico;
- ✓ Piazzuole per lo stoccaggio dei rifiuti;
- ✓ Uffici amministrativi;
- ✓ Area di banchina;
- ✓ Molo per l'attracco delle navi.

6.2 MANUTENZIONE STRAORDINARIA

La manutenzione straordinaria consiste nella sostituzione degli elementi principali della turbina eolica (pale, generatore, cuscinetti principali, etc.) e può estendersi anche agli elementi di ancoraggio (sostituzione della catena, sostituzione totale della linea e relativa ancora) e i cavi di collegamento dinamici tra le turbine (rottura). Tali operazioni non sono pianificate e richiedono l'utilizzo di risorse adeguate all'entità dell'intervento e quanto meno una specifica logistica marittima. Nel caso di utilizzo di tecnologia di fondazione con piattaforma galleggiante è possibile consentire il rientro della turbina eolica in avaria sulla terraferma per la realizzazione di determinate operazioni. Altre tecnologie invece necessitano la mobilitazione di nave o jack-up.

7 DISMISSIONE DELLE OPERE

La fase di dismissione delle opere offshore sarà suddivisa in macro-attività e prevede:

- a. Il disassemblamento a mare degli aerogeneratori dai sistemi di ancoraggio e galleggiamento;
- b. il disassemblamento dei componenti elettrici principali delle OSS dai sistemi di ancoraggio e galleggiamento;
- c. Il trasporto degli aerogeneratori e dei componenti elettrici fino all'area portuale designata;
- ✓ Lo smontaggio degli aerogeneratori e delle apparecchiature annesse e connesse.
- ✓ Il conferimento ad impianti idonei per il conseguente riciclo e/o smaltimento dei materiali prodotti.

La fase di dismissione delle opere onshore sarà suddivisa in macro-attività e prevede:

- a. 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.

Durante la fase di dismissione del progetto (ma anche, in minor misura, durante le attività di manutenzione), i componenti elettrici dismessi (o sostituiti) verranno smaltiti secondo la direttiva europea WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment, mentre, gli elementi in metallo, in materiali compositi ed in plastica rinforzata (GPR) verranno riciclati. I diversi materiali da costruzione se non riutilizzati, verranno quindi separati e compattati al fine di ridurre i volumi e consentire un più facile trasporto ai centri di recupero.

Il conferimento e la tipologia di riciclaggio saranno associati a ciascuna tipologia di materiale:

- a. le linee di ancoraggio, i loro accessori e la maggior parte delle attrezzature della piattaforma galleggiante, composte principalmente da acciaio e materiali compositi, saranno riciclati dall'industria dell'acciaio e da aziende specializzate;
- ✓ la biomassa accumulatasi sulle strutture durante il ciclo di vita del parco sarà raccolta e successivamente smaltita;
- ✓ le componenti elettriche, se non possono essere riutilizzate, saranno smantellate e riciclate.

Il progetto pone particolare attenzione alla gestione e successiva dismissione di qualsiasi elemento che contenga lubrificanti e olio, al fine di azzerare gli spill accidentali e i conseguenti danni ambientali, eventuali residui di olio o lubrificante saranno gestiti secondo le normative in vigore.

I cavi di collegamento tra le turbine ed i cavi contenuti all'interno del cavidotto sottomarino saranno trasportati all'unità di pretrattamento in impianto autorizzato per la macinazione, la separazione elettrostatica e quindi la valorizzazione dei sottoprodotti come materia prima secondaria (rame, alluminio e plastica).

PTR01/ANGIO/MACOM: eba04

REFERENZE

- [1] Emodnet - <https://emodnet.ec.europa.eu/en>
- [2] Navionics - <https://www.navionics.com/ita>
- [3] Global Wind Atlas - <https://globalwindatlas.info>
- [4] XContest.org - <https://www.xcontest.org/world/en>
- [6] OpenAIP – <https://www.openaip.net>
- [7] UNIMIG - <https://unmig.mise.gov.it>



RINA Consulting S.p.A. | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Via Cecchi, 6 - 16129 GENOVA | P. +39 010 31961 | rinaconsulting@rina.org | www.rina.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.