



Ichnusa wind power srl

PROGETTO PRELIMINARE

PARCO EOLICO FLOTTANTE
NEL MARE DI SARDEGNA
SUD OCCIDENTALE



Progettazione:
ing. Luigi Severini

iLStudio
Engineering & Consulting Studio

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Domanda di Autorizzazione Unica ex art. 12 DLgs 387/ 2003

Ministero dell'Ambiente

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ex DLgs 152/2006

RELAZIONE TECNICA GENERALE

R01

F0219G.R001.RELGEN.00.

30 marzo 2020

00	30/03/2020	EMMESSO PER APPROVAZIONE		L.SEVERINI
REV	DATA	DESCRIZIONE	DESIGNER	PLANNER

Codice:

F	0	2	1	9	G	R	0	0	1	R	E	L	G	E	N	0	0	a
NUM.COMM.			ANNO		COD.SET		NUM.ELAB.			DESCRIZIONE ELABORATO						REV.		R.I.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 3	Di 61

1	PREMESSA.....	8
	PRIMA PARTE.....	9
2	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	9
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE DEL PROGETTO.....	14
	3.1 Caratterizzazione batimetrica dell'area a mare	14
	3.2 Inquadramento geologico e geomorfologico.....	14
	3.3 Inquadramento sismico	16
	3.4 Inquadramento oceanografico.....	16
	3.5 Inquadramento idrologico e idraulico	18
	3.6 Inquadramento meteomarinario	20
	3.7 Inquadramento degli Habitat e dei Biotipi	21
	3.8 Inquadramento delle attività economiche della pesca	23
	3.9 Inquadramento degli asservimenti derivanti da attività civili e militari	25
4	INQUADRAMENTO URBANISTICO E NORMATIVO.....	28
	4.1 Strumento urbanistico - Comune di Portoscuso	28
	4.2 Piano Urbanistico Provinciale – Piano Territoriale di Coordinamento.....	28
	4.3 Piano Paesaggistico Regionale	29
	4.4 Sito di interesse nazionale	30
	4.5 Aree di rispetto dei siti inquinati (SIN)	30
	4.6 Grandi aree industriali	30
	4.7 Piano Regionale di Tutela della Qualità dell'Aria	31
	4.8 Piano strategico del Sulcis.....	31
	SECONDA PARTE.....	32
5	DESCRIZIONE TECNICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI IL PROGETTO.....	32
	5.1 Turbina eolica.....	32
	5.2 Stazione di trasformazione offshore	34
	5.3 Struttura di galleggiamento delle turbine	35
	5.4 Sistema di ancoraggio.....	35
	5.5 Sistema di protezione contro la corrosione marina	39
	5.6 Architettura elettrica del Parco.....	39

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 4	Di 61

5.6.1	Cavi elettrici tra le turbine	41
5.6.2	Cavi marini per il trasporto dell'energia	42
5.6.3	La protezione dei cavi sottomarini	43
5.7	Opere di connessione a terra.....	45
5.7.1	Pozzetto di giunzione allo sbarco	45
5.7.2	Collegamento elettrico terrestre.....	46
5.7.3	Stazione di consegna elettrica.....	47
6	MODALITÀ DI INSTALLAZIONE E CONNESSIONE DEL PARCO OFFSHORE	49
6.1	Sito di assemblaggio delle turbine galleggianti.....	49
6.2	Assemblaggio e varo della piattaforma galleggiante	51
6.3	Posa dei cavi terrestri	53
6.4	Stazione di consegna	55
7	MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO	56
7.1	Piano di prevenzione dei rischi	56
8	PIANO DI DISMISSIONE	57
8.1	Applicazione dei principi di economia circolare.....	57
9	CRONOPROGRAMMA.....	58
	RIFERIMENTI.....	60

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 5

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 – Ubicazione dell’area geografica interessata dalla realizzazione del parco eolico	8
Figura 2.1 – Individuazione dell’impianto e del buffer posto a 35 km dalla costa (linea tratteggiata).....	9
Figura 2.2 – sistemi di ancoraggio: a) ancoraggio con catenaria; b) dead weight; c) suction bucket; d) helical pile.....	11
Figura 2.3 – Percorso dell’elettrodotto elettrico marino di collegamento	12
Figura 2.4 – Percorso terrestre dei cavi terrestri su ortofoto	12
Figura 2.5 – Stazione TERNA ipotizzata per la connessione alla rete regionale in località Sulcis.....	13
Figura 3.1 – Batimetria dell’area di interesse (fonte: (EMODnet)).....	14
Figura 3.2 – Carta dei punti di campionamento del Foglio “Bugerru” n. 64 - In verde i prelievi con benna, in rosso i prelievi con carotiere. (fonte: (Campagna Oceanografica MAGIC IAMC 0511)).	15
Figura 3.3 – Carta della pericolosità sismica - parametro dello scuotimento a (g) (Fonte (INGV http://esse1-gis.mi.ingv.it/))	16
Figura 3.4 – Schema della circolazione superficiale ed intermedia che caratterizza il bacino del Mediterraneo.	17
Figura 3.5 – Elaborazione iLStudio su PAI Sardegna – Rischio idrogeologico PERICOLO ALLUVIONI (http://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=pai)	18
Figura 3.6 – Piano di assetto idrogeologico – Sardegna: PERICOLO FRANA	19
Figura 3.7 – Aree vincolate per scopi idrogeologici – Sardegna.....	19
Figura 3.8 – Rosa dei venti per la località del parco.	20
Figura 3.9 – Distanza del Parco eolico da aree SIC e ZPS.....	22
Figura 3.10 – Monitoraggio del coralligeno nell’area di interesse	23
Figura 3.11 – “Geographical Subareas (GSAs)” del Mediterraneo con individuazione della sub-area oggetto di studio.....	24
Figura 3.12 – Distribuzione delle corsie di pesca a strascico (in rosso)	24
Figura 3.13 – Carta limitazioni al volo	25
Figura 3.14 – Stralcio Carta delle zone impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizione.....	26
Figura 3.15 – Percorso delle infrastrutture marine.....	27
Figura 3.16 – Permessi di ricerca e concessioni di coltivazione nel Mar di Sardegna (fonte MISE)	27
Figura 4.1 – Ambito di Paesaggio 6 e suddivisione interna del PTC di Carbonia-Iglesias.....	28
Figura 4.2 – PPR Sardegna	29
Figura 4.3 – Perimetrazione area SIN	30
Figura 5.1 – Turbina GE Haliade-X 12 MW.....	32
Figura 5.2 – Ipotesi di stazione di trasformazione off-shore galleggiante	34
Figura 5.3 – Assieme Turbina e struttura di galleggiamento	35
Figura 5.4 – Esempio di ancora con trascinarsi	36
Figura 5.5 – Ancora a gravità con piastre di ghisa impilate	37
Figura 5.6 – sistema di infissione di un palo nel fondale marino	37
Figura 5.7 – Illustrazione di palo infisso per aspirazione	38

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 6 Di 61

Figura 5.8 – Illustrazione di un palo elica.....	38
Figura 5.9 – Lay-Out elettrico dell’impianto	40
Figura 5.10 – Schema di interconnessione dell’impianto eolico.....	41
Figura 5.11 – Esempio di cavo di connessione.....	41
Figura 5.12 – Schema del cavo di collegamento dinamico tra le turbine	42
Figura 5.13 – Sistemi di posa e protezione dei cavi.....	44
Figura 5.14 – Sistema “a gusci” per la protezione dei cavi	44
Figura 5.15 – Inquadramento corografico dell’area di intervento a terra.....	45
Figura 5.16 – Pozzetto di giunzione allo sbarco (Transition Joint Bay – TJB).....	46
Figura 5.17 – Esempio di cavo elettrico terrestre	46
Figura 5.18 – Vista aerea del percorso del cavo di terra	47
Figura 5.19 – Ubicazione del punto di connessione alla rete regionale	47
Figura 5.20 – Schema planimetrico della Sottostazione di misura e consegna.....	48
Figura 6.1 – Aree portuali di Cagliari e Oristano individuate come possibili siti di assemblaggio.....	50
Figura 6.2 – Fasi di assemblaggio della piattaforma galleggiante (Fonte: SOT A/S).....	51
Figura 6.3 – Operazione di sollevamento del rotore (Fonte: SOT A/S).....	52
Figura 6.4 – Riproduzione grafica dell’operazione di rimorchio	52
Figura 6.5 – Illustrazione dell’installazione del cavo e della loro protezione (Fonte: BRLi, 2016).....	53
Figura 6.6 – Tipico della sezione di posa del cavo terrestre	54
Figura 6.7 – Rappresentazione schematica di una TOC.....	55

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 7 Di 61

Indice delle abbreviazioni

AIS: Automatic identification System; 34

AT: Alta Tensione; 40

CNR: Consiglio Nazionale delle Ricerche; 14

ENAC: Ente Nazionale per l'Aviazione Civile; 33

FOS: Floating Offshore Substation; 10

FOWT: Floating Offshore Wind Turbine; 10

GSAs: Geographical Subareas; 23; 24

IALA: International Association of Lighthouse Authorities (Associazione Internazionale delle Autorità per i Fari); 33; 34

NTA: Norme Tecniche di Attuazione; 29; 30

PAI: Piano di assetto idrogeologico; 18

PUC: Piano Urbanistico Comunale; 28

PUP: 3.4.3 Piano Urbanistico Provinciale; 28

RON: Rete Ondametria Nazionale; 20

ROUV: Remotely Operated Underwater Vehicle; 38; 52

RTN: Rete di Trasmissione Nazionale; 10; 48; 58

SIC: Siti di Interesse Comunitario; 21; 22

SIN: Siti di Interesse Nazionale; 30

TOC: Trivellazione Orizzontale Controllata; 44; 53; 54

ZPS: Zone di Protezione Speciale; 21

ZSC: Zone Speciali di Conservazione; 21

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 8	Di 61

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda il Progetto Preliminare presentato dalla società Ichnusa Wind Power per la realizzazione di un impianto di produzione elettrica da fonte eolica offshore, di tipo galleggiante, situata nel Mare di Sardegna, al largo delle coste sud occidentali.

La relazione si suddivide in due parti riguardanti:

- la descrizione generale dell'intervento ed il suo inquadramento generale nell'ambito del territorio sardo.
- la descrizione tecnica degli elementi costituenti il progetto e della costruzione dell'impianto sia nella sua componente terrestre che marina. Tale parte contiene anche il cronoprogramma preliminare delle attività di costruzione.



Figura 1.1 – Ubicazione dell'area geografica interessata dalla realizzazione del parco eolico

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 9 Di 61

PRIMA PARTE

2 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

L'impianto eolico è composto da 42 turbine eoliche galleggianti ad asse orizzontale da 12 MW ciascuna, con una potenza elettrica totale di 504 MW.




Grazie alla struttura galleggiante di sostegno delle turbine, è stato possibile posizionare il parco eolico in acque distanti oltre 35 km dalla costa della Sardegna, in modo da renderlo sostanzialmente impercettibile ad occhio nudo dalla terraferma.

Il posizionamento è stato ipotizzato avendone verificato la compatibilità e/o la non interferenza con aree considerate critiche per peculiarità ambientali, paesaggistiche, economiche o di asservimento ad usi speciali.

Parco eolico del Mare di Sardegna Sud Occidentale

Individuazione delle opere su immagine satellitare.

Legenda

-  Aerogeneratore
-  Sotto stazione elettrica
-  Elettrodotti marini

LP Lineup point
TJB Transition joint box

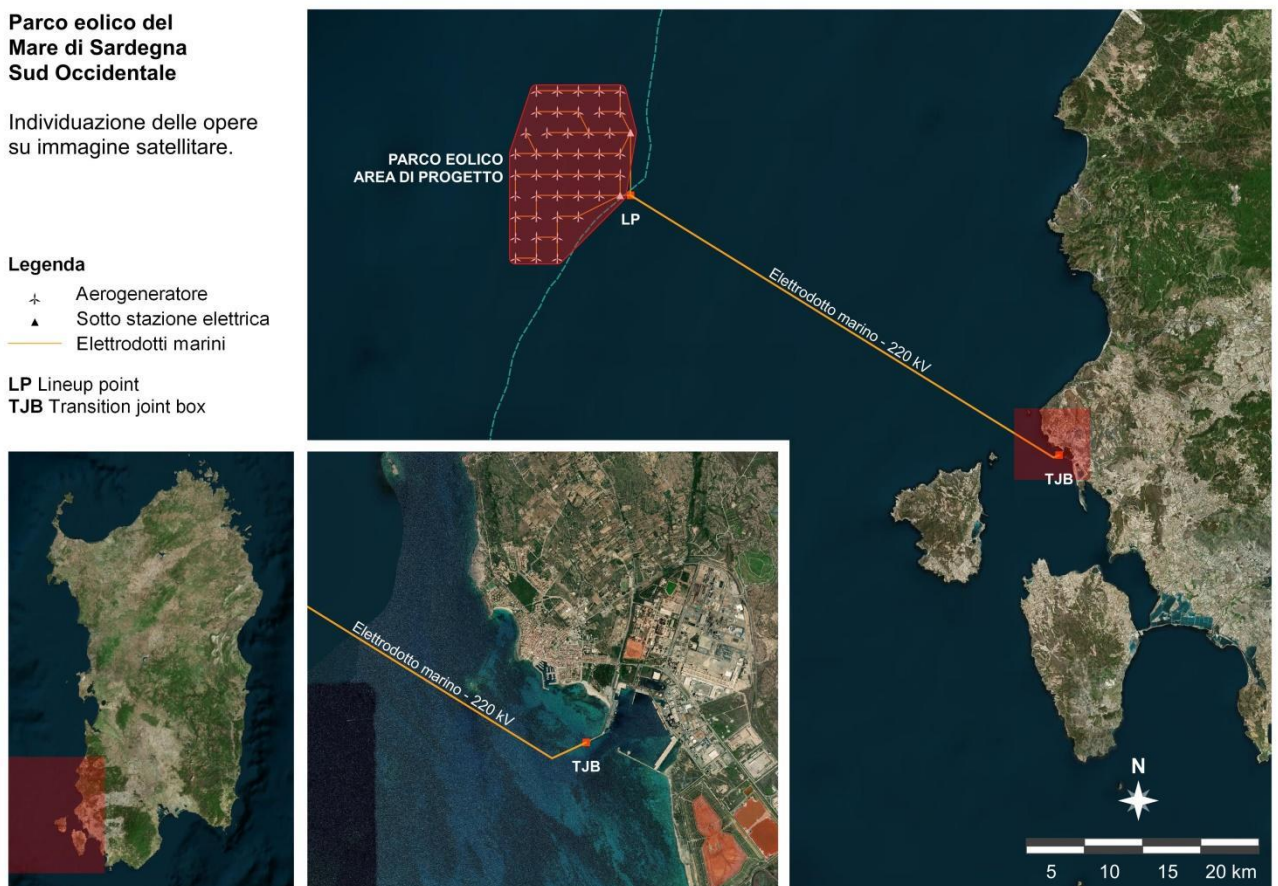


Figura 2.1 – Individuazione dell'impianto e del buffer posto a 35 km dalla costa (linea tratteggiata)

In sintesi l'impianto è suddiviso in:

Una parte offshore comprendente:

- n. 42 aerogeneratori eolici composti da turbina, torre e fondazione galleggiante;
- cavo sottomarino in AT 66 kV di interconnessione tra aerogeneratori;

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 10	Di 61

- n.2 sottostazioni elettriche (1 per ogni sottocampo);
- elettrodotto sottomarino in corrente alternata AT 220 kV, che collega le sottostazioni offshore al punto di giunzione a terra tra l'elettrodotto marino e l'elettrodotto terrestre.

Una parte onshore comprendente:

- n.1 punto di giunzione elettrodotto marino – elettrodotto terrestre;
- elettrodotto terrestre in corrente alternata AT 220 kV, dal punto di sbarco del cavo alla sottostazione utente;
- n.1 sottostazione elettrica di utenza;
- elettrodotto terrestre in corrente alternata AT 220 kV, che collega la stazione utenza alla stazione elettrica della RTN.

Il progetto prevede l'utilizzazione:

- della Piattaforma Continentale Italiana, ai fini dell'installazione delle torri eoliche dei cavi sottomarini di collegamento in alta tensione;
- del mare territoriale, per il passaggio dell'elettrodotto marino sino alla terraferma;
- di parte del territorio regionale sardo, per il passaggio dell'elettrodotto terrestre dal punto di approdo a terra sino al punto di connessione con la RTN.

L'impianto eolico sarà formato da due sottoparchi costituiti da 21 turbine ciascuno. La distanza geometrica minima tra le singole turbine è 1800 m; questa disposizione consente di avere una interdistanza fluidodinamicamente ottimale tra le turbine non inferiore a 7,5 D, dove D è il diametro del rotore.

Le Turbine eoliche galleggianti (FOWT: Floating Offshore Wind Turbine) costituiscono un innovativo sviluppo tecnologico del settore eolico che permette di realizzare parchi eolici offshore su fondali profondi, avvalendosi di sistemi di ancoraggio ampiamente sperimentati poiché derivati dal settore Oil & Gas, che da tempo ha sviluppato tecnologie legate alle piattaforme galleggianti.

Al fine di minimizzare gli impatti ambientali potenzialmente generabili dagli ancoraggi degli aerogeneratori sul fondale marino, saranno verificati diversi sistemi e, di conseguenza, adottato il sistema che possa garantire le migliori performance ambientali.

L'individuazione del sistema di ancoraggio più idoneo avverrà simulandone il comportamento in funzione delle caratteristiche geomorfologiche dei fondali, che saranno rilevate attraverso un'apposita campagna d'indagine. Saranno pertanto simulati sia i sistemi di ancoraggio con catenaria (attualmente il più diffuso nelle installazioni off-shore), che sistemi tecnicamente più sofisticati ad ancoraggio teso (taut moorings), ottenuti mediante l'utilizzo di vincoli puntuali sul fondale (Corpi morti, Pali infissi, Pali aspirati, Pali a vite).

Le turbine dei due sottoparchi, suddivise in 3 sottocampi per ogni sottoparco, sono connesse elettricamente a due sottostazioni elettriche offshore denominate FOS (Floating Offshore Substation) anch'esse sostenute da fondazione galleggiante.

Queste sottostazioni trasformano la corrente prodotta dalle turbine a 66kV fino alla tensione di 220 kV. Da queste sottostazioni si dipartono i cavi marini per il trasporto fino a terra dell'energia prodotta.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
		PROGETTO PRELIMINARE	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	
		Pagina 11	Di 61

Raggiunto il punto di sbarco a terra, i cavi proseguono sino a raggiungere il punto di connessione con la Rete Elettrica Nazionale.

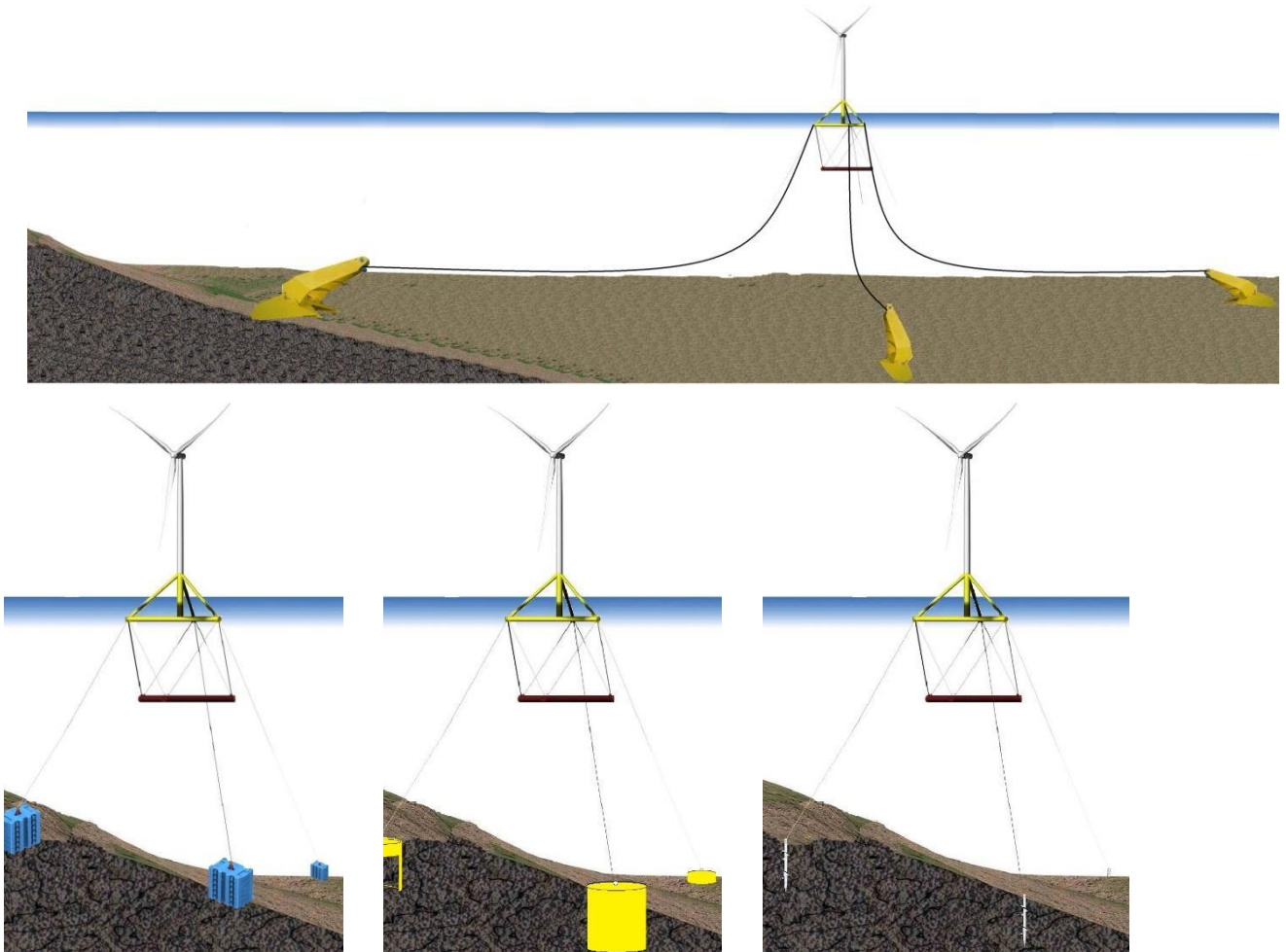


Figura 2.2 – sistemi di ancoraggio: a) ancoraggio con catenaria; b) dead weight; c) suction bucket; d) helical pile

I cavi marini, di tipo dinamico, permetteranno le connessioni a 66 kV tra le turbine e tra queste e le due FOS, presentano una capacità di resistenza agli sforzi meccanici adeguata all'intera durata di funzionamento dell'impianto. I cavi per il trasporto dell'energia a 220 kV alla costa saranno invece di tipo statico.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 12 Di 61

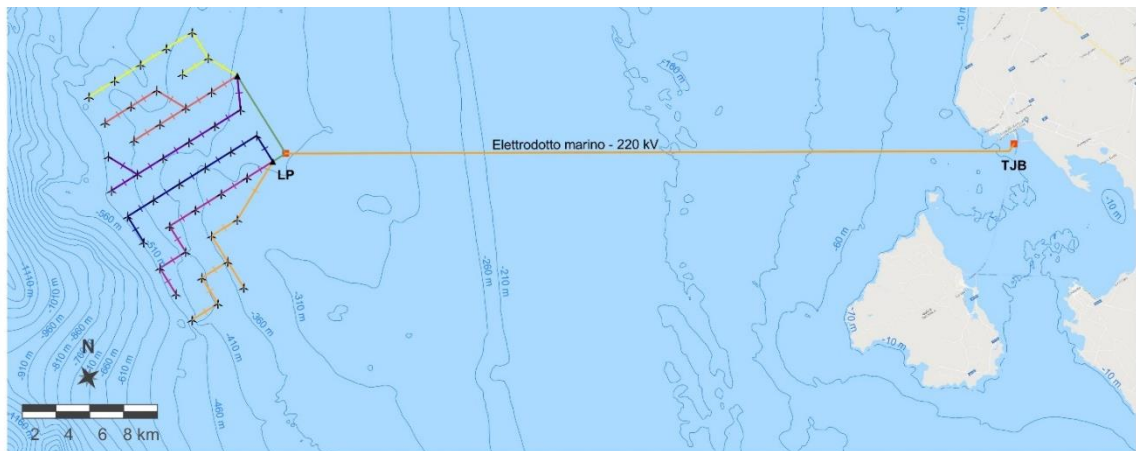


Figura 2.3 – Percorso dell’elettrodotta elettrico marino di collegamento

Sulla costa, al punto di sbarco dei cavi marini situato sul molo di ponente del porto di Portovesme, sarà realizzato in appositi pozzetti in c.a. mediante una giunzione con muffole, il collegamento elettrico dei cavi marini con quelli terrestri. Questi ultimi raggiungono la sottostazione di misura e consegna mediante un breve percorso interrato (ca. 3 km), realizzato interamente al di sotto di sedi stradali esistenti.

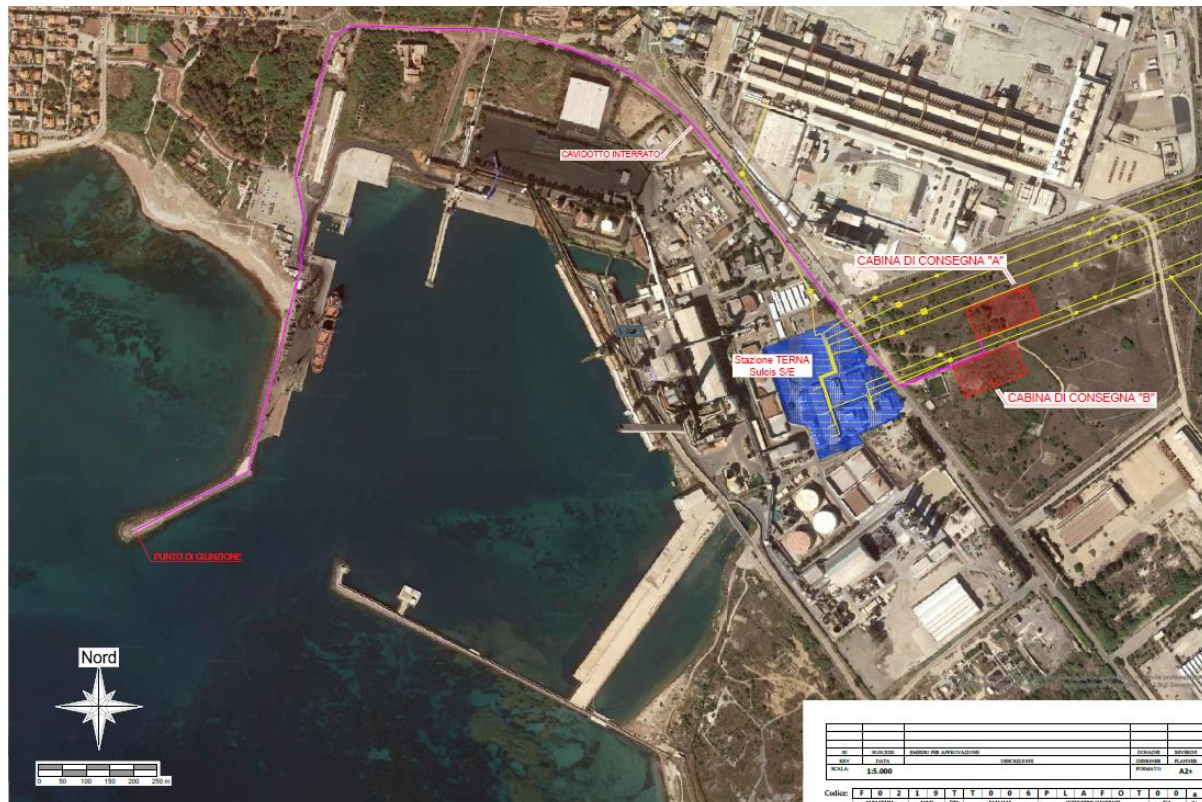


Figura 2.4 – Percorso terrestre dei cavi terrestri su ortofoto

La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale dell’energia elettrica è prevista nei pressi della centrale TERNA “SULCIS S/E” nell’area industriale di Portovesme, mediante una sottostazione di misura e consegna da costruire appositamente.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 13	Di 61



Figura 2.5 – Stazione TERNA ipotizzata per la connessione alla rete regionale in località Sulcis

Ai sensi dell'art. 1 della Legge 10/1991, il progetto avrà la qualifica di impianto di pubblico servizio e pubblica utilità e come tale definito “opera indifferibile ed urgente”. Pertanto si procederà secondo il DPR 327/2001 per quanto concerne l’acquisizione dell’area individuata per la realizzazione della sottostazione di misura e consegna.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 14 Di 61

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE DEL PROGETTO

3.1 Caratterizzazione batimetrica dell'area a mare




L'ambito territoriale del Mare di Sardegna Sud Occidentale è caratterizzato da un andamento batimetrico abbastanza regolare e variabile con buona continuità, entro i primi 35 - 40 km dalla costa. A distanze superiori, tipicamente oltre i 50 km si osserva invece una accentuata discontinuità di gradiente che determina il rapido aumento della profondità anche oltre i -1800 m.

Ad una distanza di circa 35 km dalla costa nell'area di interesse si incontra la batimetrica di -300 m e da questa si dispone di sufficiente spazio prima di giungere alla batimetrica di -500 m oltre la quale i fondali diventano ripidi raggiungendo entro pochi chilometri profondità molto elevate.

Parco eolico del Mare di Sardegna Sud Occidentale

Ubicazione geografica su mappa batimetrica, distanze dalla costa.

Legenda

-  Aerogeneratore
-  Sotto stazione elettrica
-  Buffer 35 km costa

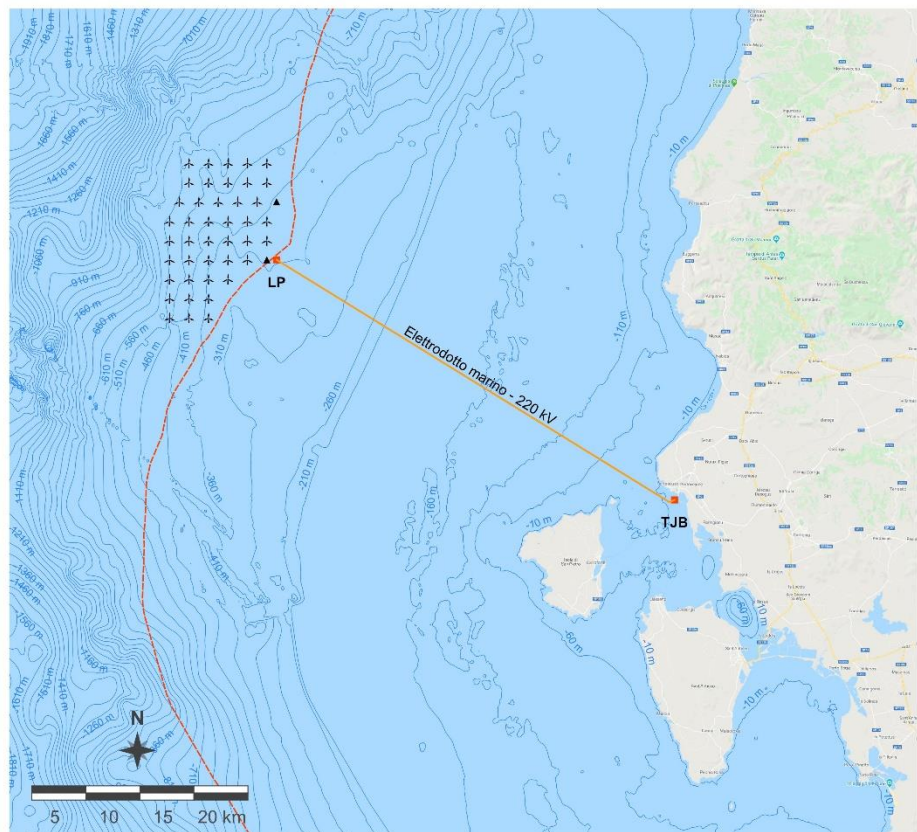
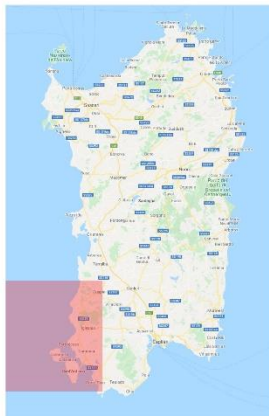


Figura 3.1 – Batimetria dell'area di interesse (fonte: (EMODnet)).

3.2 Inquadramento geologico e geomorfologico

Ai fini di un inquadramento geologico e geomorfologico delle aree a mare interessate dal progetto sono stati utilizzati i dati resi disponibili dalla campagna oceanografica MAGIC IAMC 0511 realizzata dal CNR.

Durante tale campagna, in zone adiacenti all'area interessata dal progetto, sono state eseguiti campionamenti per mezzo di carotiere a gravità e bennate per il prelievo del sedimento superficiale.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 15 Di 61

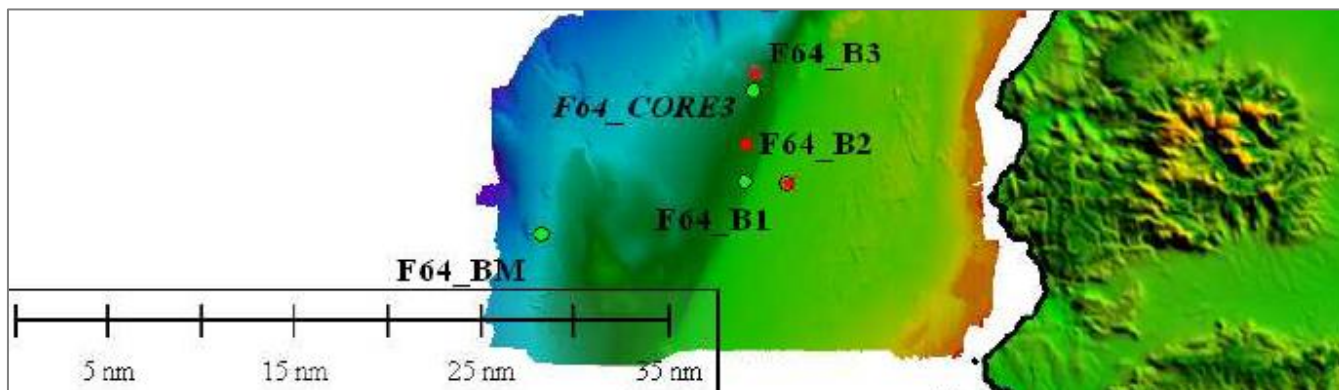


Figura 3.2 – Carta dei punti di campionamento del Foglio “Bugerru” n. 64 - In verde i prelievi con benna, in rosso i prelievi con carotiere. (fonte: (Campagna Oceanografica MAGIC IAMC 0511)).

I risultati delle campionature riportano che i fondali sono costituiti nei primi metri (fino a ca. 2 m) da sedimenti sabbiosi, anche grossolani, con associazioni di foraminiferi ricche e ben diversificate sia di benthos che di plancton. La presenza di ciottoli levigati chiarisce che vi è anche un contributo di materiale costiero. A circa 2 metri di profondità il fondale cambia litologia passando ad argilla plastica grigia tipica di un dominio marino di piattaforma batiale risalente all'epoca del Pliocene Inferiore.

In sintesi, lo studio del contesto geologico nel quale si sviluppa l'area in studio ha permesso di dedurre che:

- Il sito non presenta problemi di stabilità a causa della presenza di agenti morfodinamici attivi che possono turbare l'habitus geomorfologico dell'area in studio ed interferire con le opere di cui in progetto;
- La caratterizzazione del sottosuolo risulta sostanzialmente univoca, con modeste differenze ininfluenti ai fini della definizione alle azioni progettuali da intraprendere.

Per redigere un quadro completo del sito in esame, in sede di Progettazione Definitiva saranno effettuate indagini successive più approfondite con conseguente definizione delle caratteristiche geotecniche dell'area.

La parte a terra dell'intervento è localizzata sul territorio situato nella parte occidentale del bacino del Sulcis, macroscopicamente caratterizzata da una potente successione vulcanica e da una successione di sedimenti quaternari prevalentemente costituiti da alluvioni terrazzate ed attuali e depositi eolici wurmiani ed attuali. In tale bacino si rinviene un complesso vulcanico caratterizzato in sintesi da due successioni: una iniziale, prevalentemente lavica, costituita da sequenze di basalti andesitici e andesiti, e una terminale costituita invece da sequenze di espandimenti essenzialmente ignimbrici a composizione variabile da dacitica a riolitica sino a comenditica.

In prossimità delle coste questi depositi antichi si ritrovano in genere ricoperti dai depositi eolici e di spiaggia. In linea generale nel territorio in esame possono essere osservati tipi di depositi alluvionali, distinguibili in alluvioni antiche e alluvioni recenti ed attuali, e depositi eolici.

Anche per quanto concerne le aree a terra sarà necessaria una campagna di indagini geotecniche al fine di caratterizzarle in maniera sito-specifica. In questa sede è possibile sintetizzare che dal punto di vista geologico le opere da realizzare a terra andranno ad

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 16	Di 61

interessare aree ampiamente antropizzate, non rilevando pertanto impedimenti o criticità nella realizzazione delle opere.

(Cfr *Relazione di Inquadramento Geologico, Geomorfologico e Sismico* allegata al progetto)

3.3 Inquadramento sismico

La Sardegna è considerata una regione stabile dal punto di vista geodinamico e tettonico. Pochi terremoti hanno interessato l'isola nel tempo e quei pochi sono considerati di bassa intensità mai superiori al 6° della scala Mercalli.

In conformità all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274 del 2003 con la quale si stabiliscono i criteri per la classificazione sismica del territorio italiano, l'Isola è classificata come zona 4.

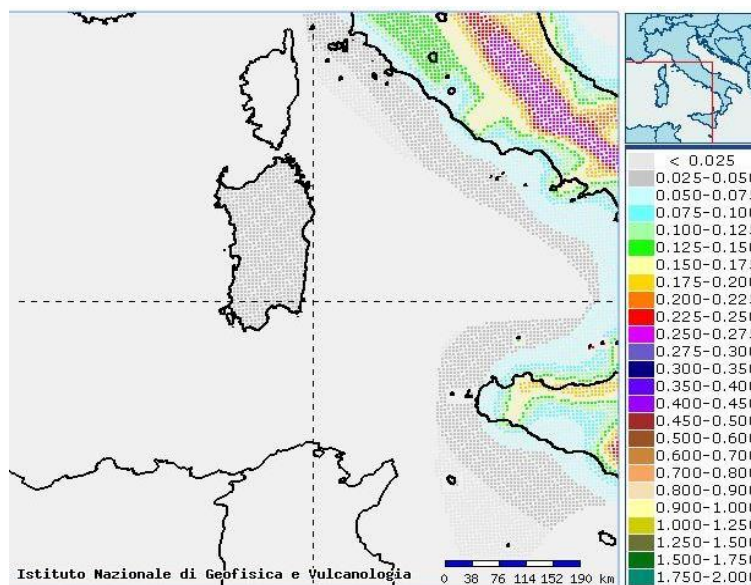


Figura 3.3 – Carta della pericolosità sismica - parametro dello scuotimento a (g) (Fonte (INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>))

3.4 Inquadramento oceanografico

L'inquadramento oceanografico delle masse d'acqua marina del sito è caratterizzato dall'analisi della circolazione generale, composta da circolazione superficiale, circolazione intermedia e circolazione profonda, e dalla qualità delle acque marine (superficiali, intermedie e profonde).

Per quanto riguarda la circolazione idrica e il livello di salinità, le caratteristiche del Mar di Sardegna sono largamente influenzate dalla dinamica nell'intero bacino del Mediterraneo. Il campo delle correnti superficiali nella parte meridionale del Mar di Sardegna è caratterizzato da velocità molto moderate, tipicamente inferiori a 0.5 m/s.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a		
	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 17	Di 61

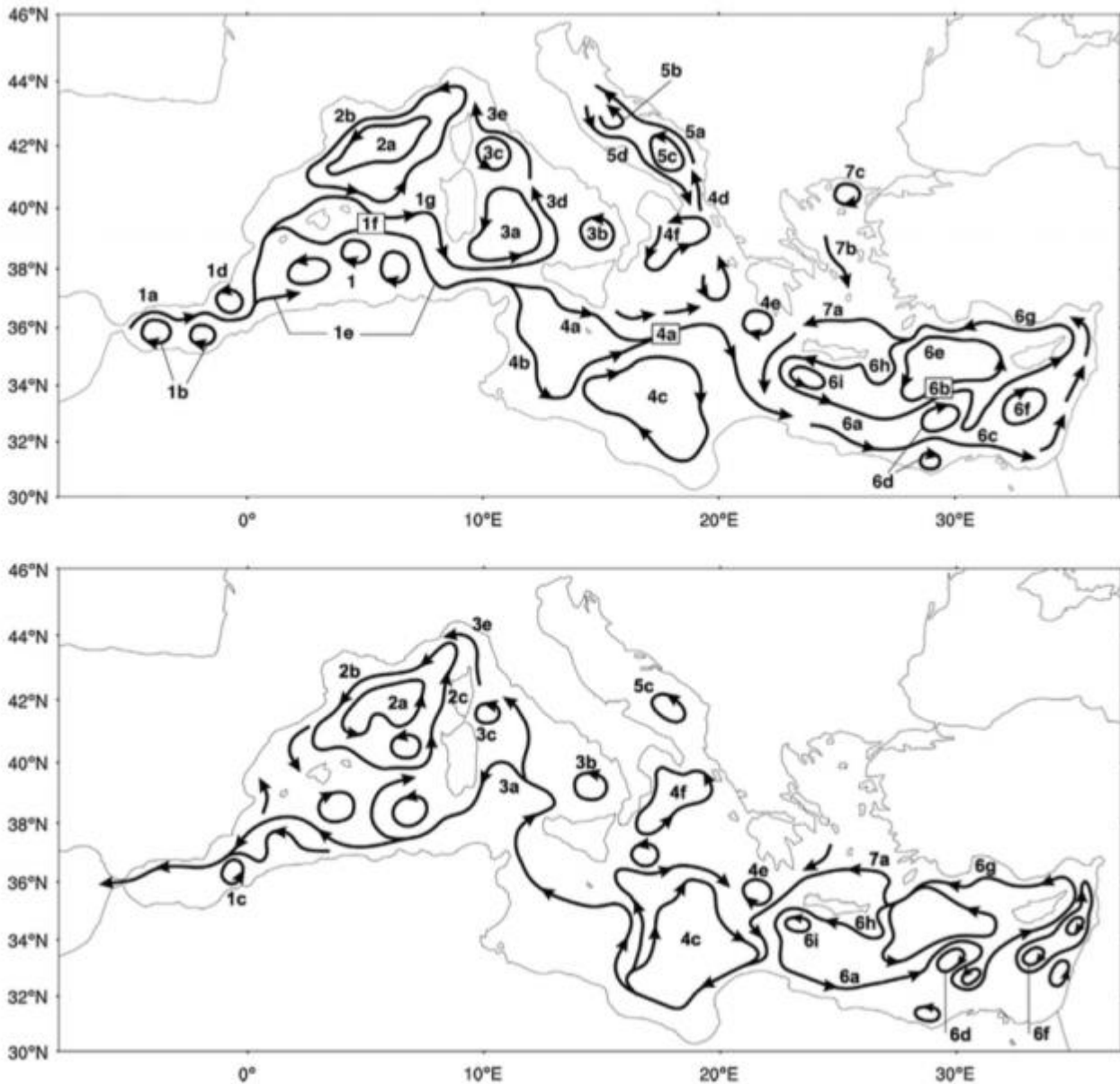


Figura 3.4 – Schema della circolazione superficiale ed intermedia che caratterizza il bacino del Mediterraneo.

Il livello di salinità nel Mediterraneo è invece generalmente alto a causa dell'esigua comunicazione idrica con gli oceani, oltreché a causa dell'elevato tasso di evaporazione. La salinità media si aggira attorno al 38,5‰ con un livello locale variabile tra il 36‰ e 39‰ muovendosi dalle regioni dello Stretto di Gibilterra verso il Mar di Levante.

(Cfr Relazione Oceanografica, Idrologica e Idraulica allegata al progetto)

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 18 Di 61

3.5 Inquadramento idrologico e idraulico

Lo studio di inquadramento idrologico e idraulico delle aree a terra è stato condotto mediante l'analisi del Piano di assetto idrogeologico (PAI) che, come noto ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio sardo.

L'elettrodotto di collegamento elettrico tra il punto di approdo e la stazione di consegna per l'allaccio alla rete elettrica nazionale attraversa aree perimetrare ex. art.8 e definite dal Piano come Hi4 "aree di pericolosità idraulica molto elevata". Tale opera è comunque realizzabile ai sensi dell'art. 27 c. 3) lettere g. e d h. che consente:

- g. le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili;*
- h. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti;*

Parco eolico del
Mare di Sardegna
Sud Occidentale

Piano di Assetto
Idrogeologico:
Pericolo alluvioni

Legenda
 Hi1
 Hi2
 Hi3
 Hi4



Figura 3.5 – Elaborazione iLStudio su PAI Sardegna – Rischio idrogeologico PERICOLO ALLUVIONI
 (<http://www.sardegnaeoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=pai>)

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 19 Di 61

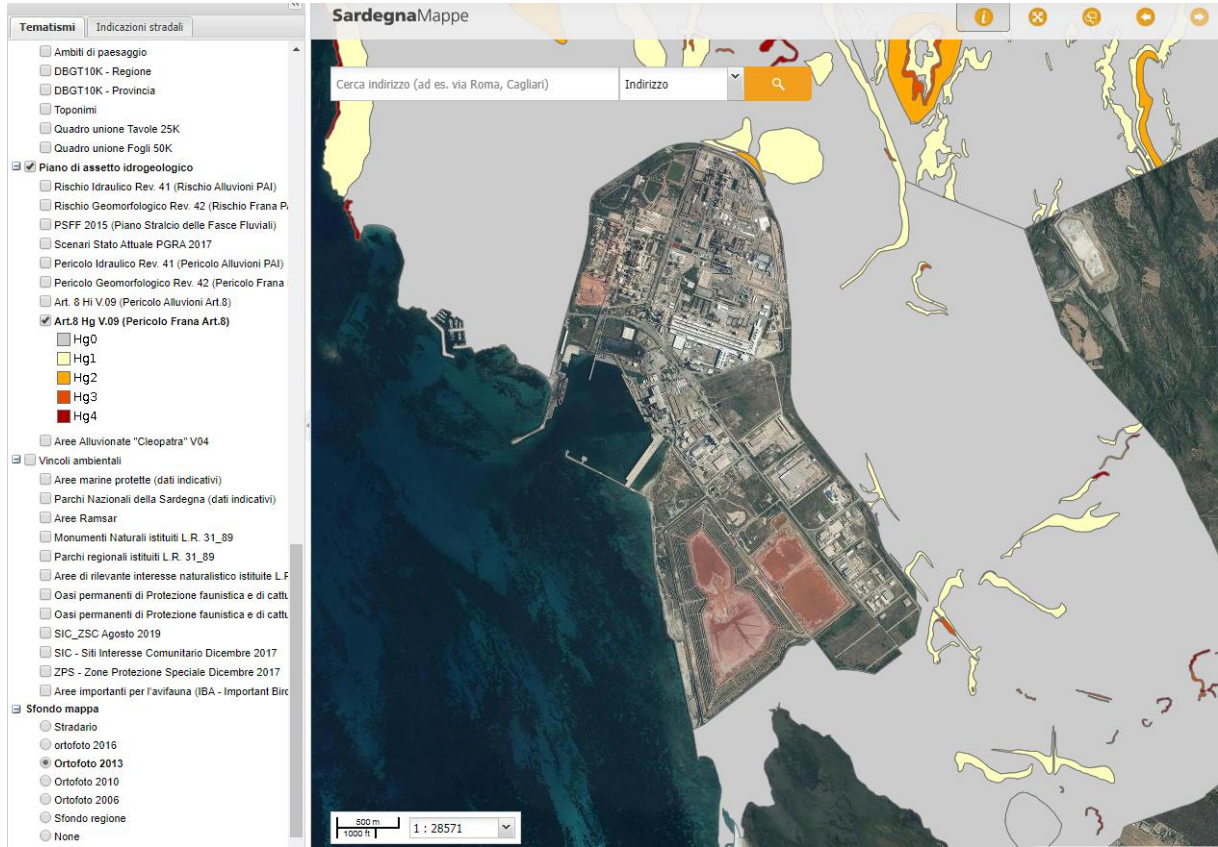


Figura 3.6 – Piano di assetto idrogeologico – Sardegna: PERICOLO FRANA

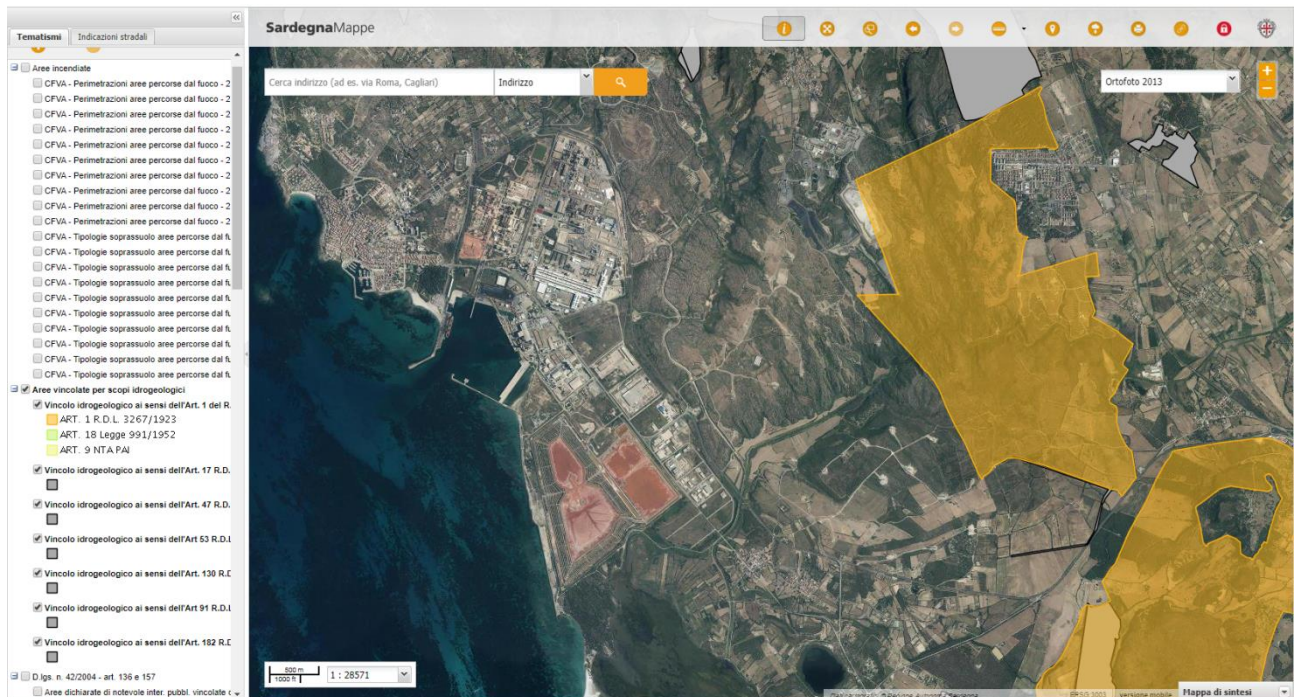


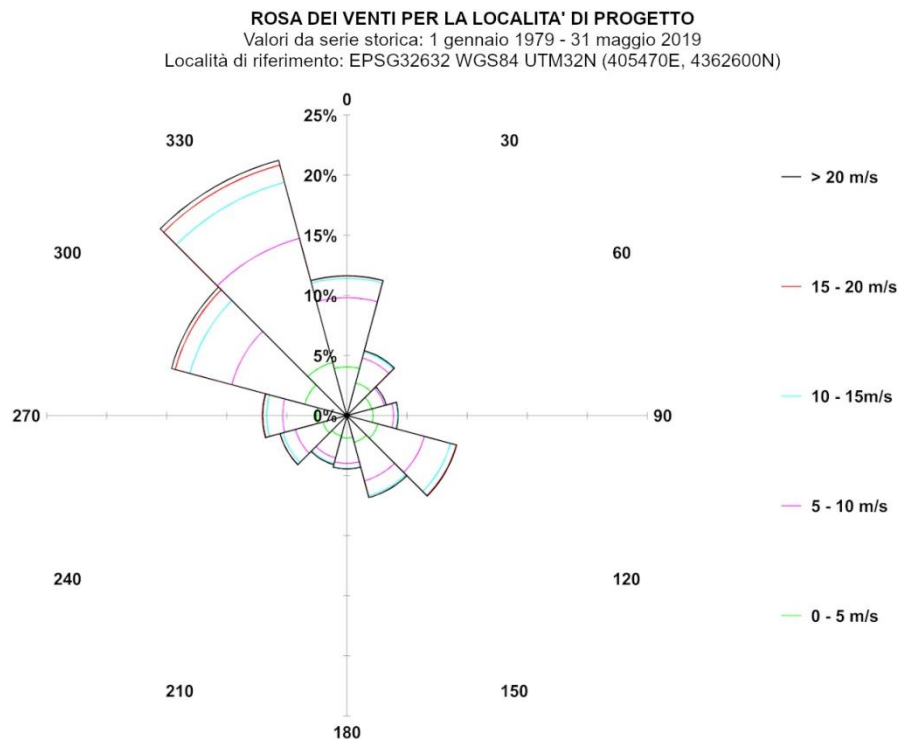
Figura 3.7 – Aree vincolate per scopi idrogeologici – Sardegna

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 20	Di 61

Nell'ambito del sito di progetto per le aree a terra, non si riconoscono condizioni, potenziali e/o in atto, di rischio o pericolosità idrologiche e idrauliche, forme d'erosione o anomalie morfologiche che andrebbero a condizionare la progettazione delle opere previste.

3.6 Inquadramento meteomarinario

Il profilo anemologico della località, inteso come mappa di intensità e direzione del vento statisticamente significative per il sito, è stato elaborato sulla base di diversi dati storici e confrontato con i dati anemologici del dataset di vento del Global Wind Atlas (Technical University of Denmark (DTU), 2020). La rosa dei venti che ne deriva è mostrata nella successiva Figura 3.8.



*Figura 3.8 – Rosa dei venti per la località del parco.
Elaborazione iLStudio mediante software WindFarm basata su dati (DHI, 2020).*

La ricostruzione del moto ondoso, intesa come caratterizzazione dell'onda significativa in termini di altezza, periodo, direzione e frequenza, è stata effettuata con l'impiego di dati provenienti dai rilievi ondametrici del sistema RON (Rete Ondametrica Nazionale).

Il paraggio del Mare di Sardegna Sud-Occidentale non è dotato di stazione ondametrica e la boa di riferimento più vicina risulta quella di Alghero posta a circa 170 km a nord.

E' stato applicato il metodo della trasposizione del moto ondoso dalla boa di Alghero alla boa virtuale Sulcis per le onde del III e IV quadrante.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE		Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 21	Di 61

I massimi valori di altezza d'onda significativa al variare del tempo di ritorno con i dati trasposti dall'ondametro di Alghero sono riportati in Tabella 3.1.

Tabella 3.1 – Valori estremi di altezza d'onda nella boa virtuale Sulcis

Dir.	0 °N		45 °N		90 °N		135 °N		180 °N		225 °N		270 °N		315 °N	
	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)
2	6.6	10.5	3.8	7.9	4.9	9.1	5.1	9.2	3.1	7.2	3.5	7.7	7.6	11.2	7.6	11.3
10	7.6	11.3	5.5	9.6	5.7	9.8	6	10	5.4	9.5	5.1	9.2	8.5	11.9	8.6	12
30	8.3	11.8	6.7	10.6	6.3	10.2	6.6	10.5	6.9	10.8	6.1	10.1	9.2	12.4	9.2	12.4
50	8.7	12	7.3	11	6.5	10.4	6.9	10.7	7.7	11.3	6.6	10.5	9.5	12.6	9.5	12.6
100	9.1	12.3	8	11.6	6.9	10.7	11	8.6	12	7.3	11	9.9	12.8	9.9	12.9	0

Per gli anni investigati la temperatura superficiale del mare oscilla tra circa 14 e 28°C con media attorno a 21°C. Agli strati più profondi, oltre i 120 m circa di profondità, la temperatura si mantiene tra 14 e 15°C durante tutto l'anno.

Il livello medio di marea del sito mostra una generale depressione del livello medio mare nella zona di progetto con media circa pari a -0.4 m sul livello di riferimento e valori compresi tra -0.53 m e -0.30 m.

3.7 Inquadramento degli Habitat e dei Biotipi

L'ubicazione delle turbine, il percorso dell'elettrodotto di collegamento off-shore e il percorso di collegamento interrato non interessano aree della rete Natura 2000¹ che, come noto, è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC) identificati dalla Direttiva Habitat e designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

Nella macro area interessata dalle opere e in particolare del percorso dell'elettrodotto in arrivo alla costa si segnalano le seguenti aree ZSC:

- "Isola di S.Pietro – ITB040027";
- "Punta S. Aliga – ITB040028";
- "Costa di Nebida – ITB040029";

L'elettrodotto, nello sviluppo del suo percorso, è distante nel suo tratto più prossimo alle aree perimetrate non meno di 1,5 km mentre le turbine sono poste ad una distanza di oltre 30 km da queste aree.

¹ 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).

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 22	Di 61

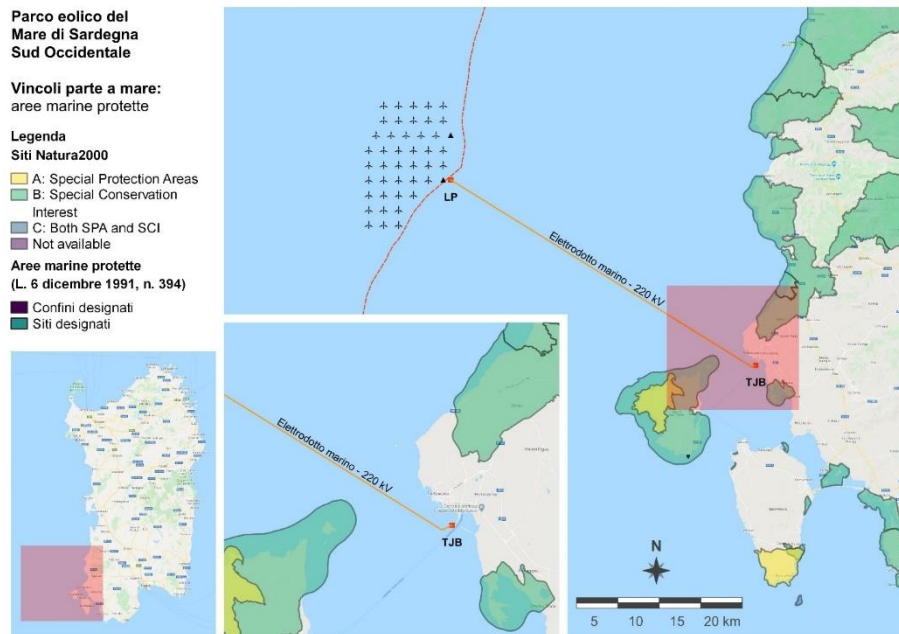


Figura 3.9 – Distanza del Parco eolico da aree SIC e ZPS

Presenza di coralligeno

In Sardegna, la presenza di coralligeno e fondi a määrl² è prevalentemente riportata per la porzione settentrionale delle coste dell'isola. A sud dell'isola è stata recentemente individuata una nuova area con la presenza di coralli profondi di acqua fredda, in prossimità del sistema di canyon Spartivento al largo della costa meridionale della Sardegna.

² noduli composti esclusivamente da alghe calcaree, quali quelli formati ad esempio da *Phymatolithon calcareum*

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE		Data Marzo 2020 Pagina 23 Di 61

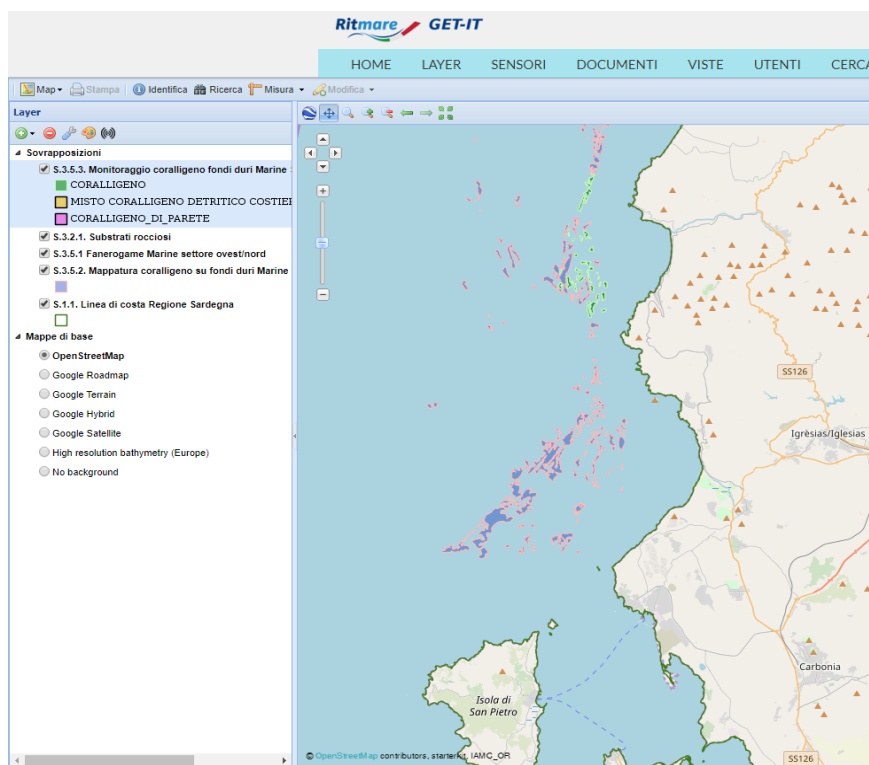


Figura 3.10 – Monitoraggio del coralligeno nell'area di interesse

È possibile affermare che la posizione del parco eolico con specifico riferimento al sistema di ancoraggio delle turbine e delle sottostazioni elettriche non interferisce con gli insediamenti coralligeni citati, essendo l'installazione ad almeno 35km dalla costa e posta in acque profonde.

Anche per quanto riguarda la posa del cavo elettrico di collegamento tra il parco eolico e la sottostazione a terra, dai dati disponibili, non emergono sostanziali interferenze.

Si rimanda comunque alla fase successiva di progetto l'analisi accurata dell'area, mediante ispezione dettagliata dei fondali, al fine di indagare l'effettiva presenza di coralligeno nel punto di passaggio del cavo.

3.8 Inquadramento delle attività economiche della pesca

Ai fini della gestione della pesca la Sardegna e il mare circostante sono individuati dalla sub-area geografica 11 "Geographical Subareas (GSAs)". I fondali circostanti l'isola e potenzialmente sfruttabili si stimano di circa 23.700 Km². La loro dislocazione lungo le coste (1.846 km) non è omogenea sia come estensione che come caratteristiche bionomiche.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a		
	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 24	Di 61

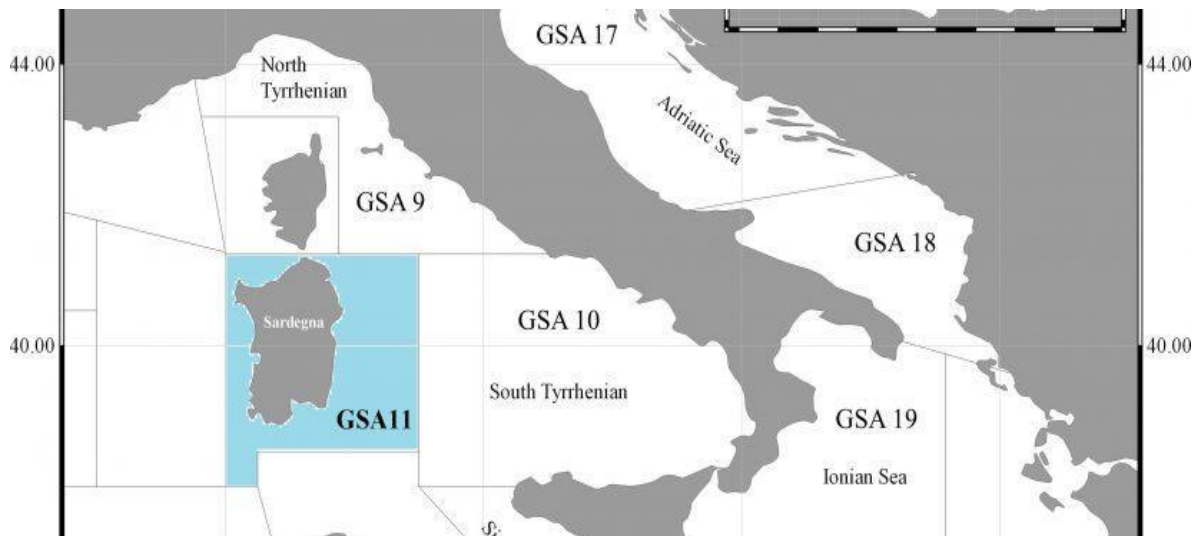


Figura 3.11 – “Geographical Subareas (GSAs)” del Mediterraneo con individuazione della sub-area oggetto di studio

L'attività di pesca più intensa si registra nella parte meridionale (largo di Oristano e Carloforte), con la tecnica dello strascico che ricopre un ruolo primario rappresentando la maggiore percentuale in stazza di tutta la flotta isolana.

In particolare la flotta a strascico regionale risulta concentrata nel compartimento di Cagliari. In quest'area, infatti, sono iscritti circa il 60% dei battelli a strascico (80 unità) e il relativo maggiore tonnello. Seguono i Compartimenti di Olbia e Porto Torres.

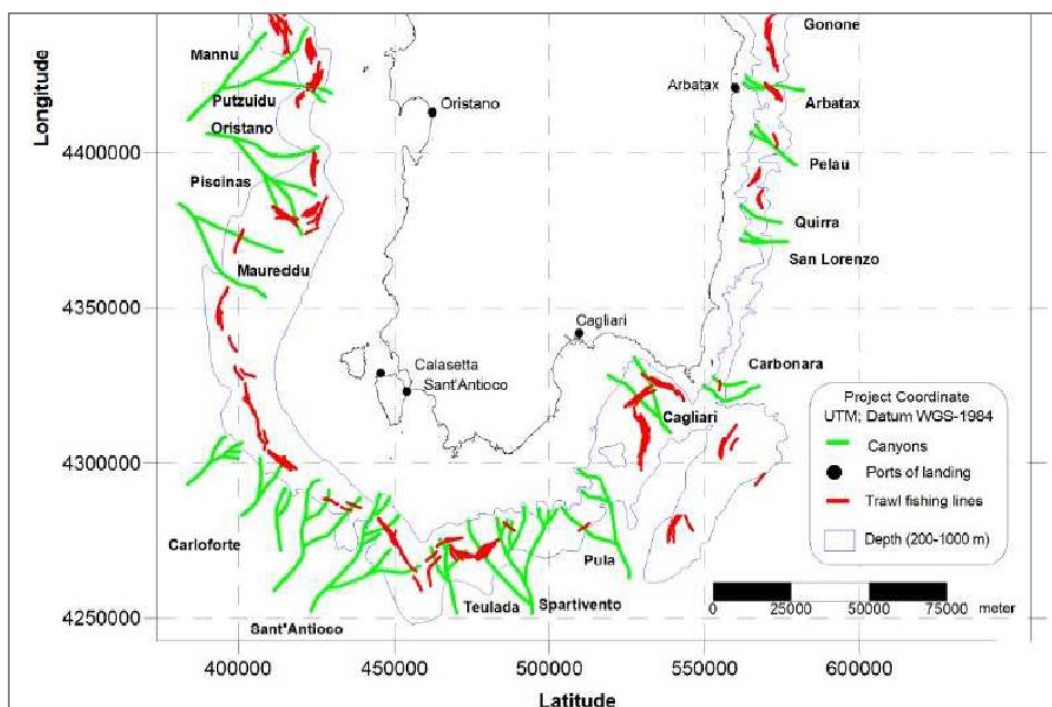


Figura 3.12 – Distribuzione delle corsie di pesca a strascico (in rosso)

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 25 Di 61

L'analisi preliminare condotta ai fini del progetto consente di affermare l'assenza di interferenze sensibili tra le attività della pesca e l'installazione del parco eolico.

Vale invece la pena d'evidenziare che la presenza del parco, comporta di fatto la creazione di una zona non disturbata, consentendo quindi alle specie ittiche una maggiore capacità riproduttiva.

3.9 Inquadramento degli asservimenti derivanti da attività civili e militari

Sono stati analizzati i vincoli derivanti da attività di volo civile e militare, esercitazioni militari, presenza di infrastrutture sottomarine, aree di ricerca idrocarburi.

- **Volo:** Per l'ubicazione del parco eolico proposto si è tenuto conto delle norme che regolano il volo dell'aviazione civile in considerazione della posizione degli aeroporti dell'isola. Dall'analisi di tali norme non risultano particolari incompatibilità tra l'installazione del campo eolico e le disposizioni in merito.

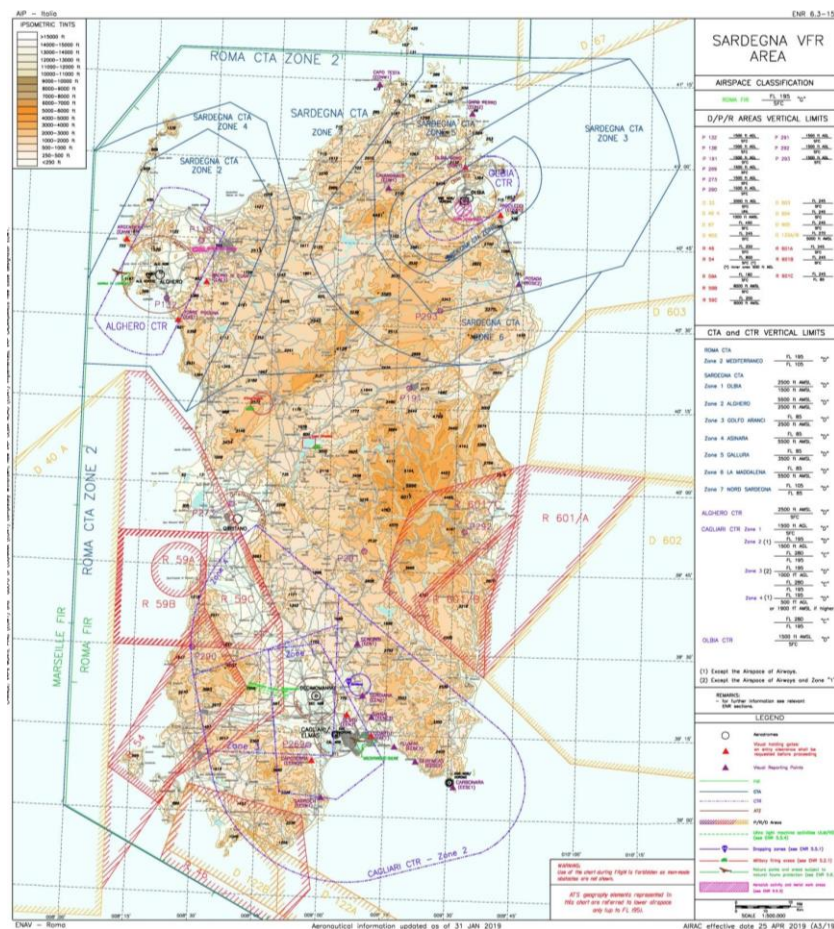


Figura 3.13 – Carta limitazioni al volo

- **Attività militari:** 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 anfibe. Dette zone sono pertanto soggette a particolari tipi di

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020 Pagina 26 Di 61	

regolamentazioni dei quali viene data notizia a mezzo di apposito Avviso ai Naviganti. Non sono state riscontrate particolari interferenze con le aree interessate dal progetto.

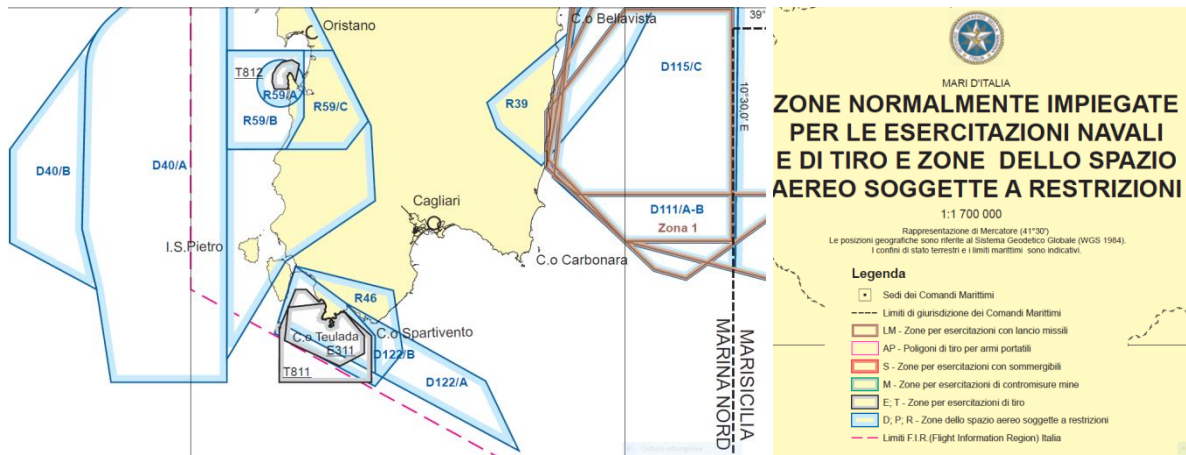


Figura 3.14 – Stralcio Carta delle zone impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizione

- **Infrastrutture sottomarine:** Asservimenti infrastrutturali possono essere determinati dalla presenza in zona di gasdotti, linee elettriche e cavi di telecomunicazioni. Nell'area marina interessata dal progetto non esistono gasdotti o elettrodotti. Per quanto concerne i cavi di telecomunicazione, in prossimità delle aree di progetto, sono stese sul fondale marino alcune linee di comunicazione come illustrato nell'immagine seguente.

Procedendo da est verso ovest nelle aree di interesse sono le seguenti:





- **Europe India Gateway (EIG):** Sistema di cavi a fibra continua ad alta larghezza di banda ottica, costruito dal consorzio Alcatel-Lucent e TE Subcom (precedentemente noto come Tyco) e gestito da Vodafone, è in grado di erogare fino a 3,84 Tbit/s.
- **SeaMeWe-5:** Sistema di cavi a fibra continua che utilizza la tecnologia Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) e viene utilizzato per trasmissione di dati a 1,28 Tbit/s. La costruzione del sistema è stata effettuata da reti Alcatel Submarine (ora una divisione di Alcatel-Lucent) e Fujitsu. È gestito da un consorzio Telecom.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a		
	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 27	Di 61

Parco eolico del Mare di Sardegna Sud Occidentale

Vincoli area a mare:
cavi telecomunicazione sottomarini

Legenda

-  Aerogeneratore
-  Sottostazione el. offshore
-  Elettrodotto marino
-  Telec. Cables

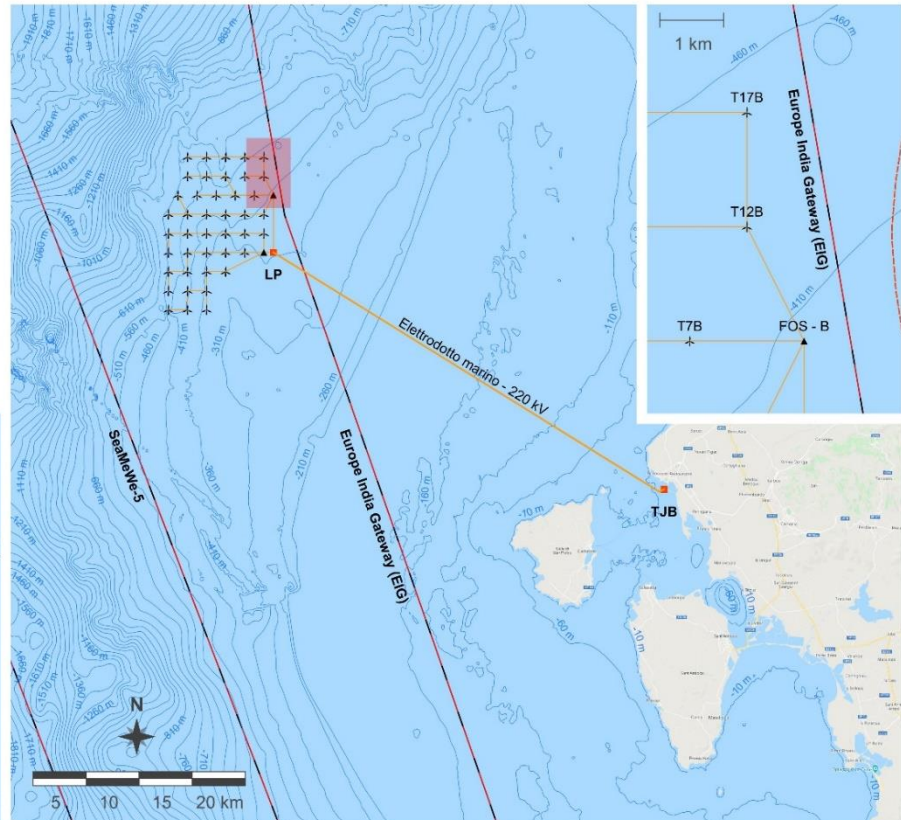


Figura 3.15 – Percorso delle infrastrutture marine

- Ricerca di Idrocarburi:** Come noto i titoli minerari per la ricerca e la coltivazione di idrocarburi in mare, vengono conferiti dal Ministero dello sviluppo economico in aree denominate “Zone marine” e identificate con lettere dell’alfabeto. L’area individuata per la realizzazione del progetto non è classificata tra quelle di interesse rilevante ai fini della ricerca sottomarina di idrocarburi.

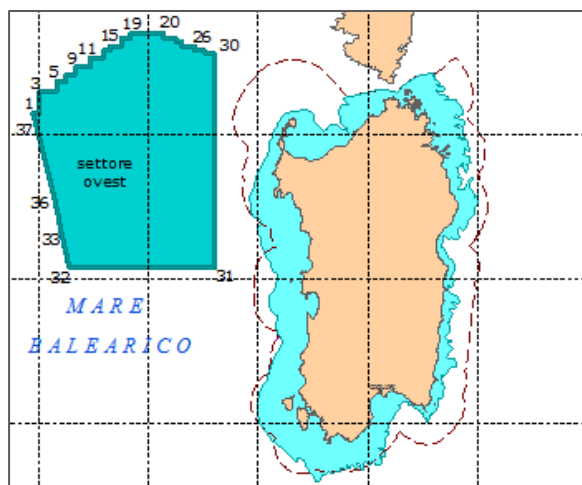


Figura 3.16 – Permessi di ricerca e concessioni di coltivazione nel Mar di Sardegna (fonte MISE)

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 28	Di 61

4 INQUADRAMENTO URBANISTICO E NORMATIVO

4.1 Strumento urbanistico - Comune di Portoscuso

Per realizzare il collegamento elettrico tra l'impianto eolico off-shore e la rete di distribuzione nazionale dell'energia elettrica è necessario realizzare un collegamento in cavo dallo sbarco a terra fino alla sottostazione di misura e consegna in prossimità della stazione elettrica esistente di TERNA denominata SULCIS S/E nel territorio del comune di Portoscuso.

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) definisce le caratteristiche urbanistiche ed i vincoli relativi alle aree interessate dai lavori. L'area portuale, che rappresenta la zona delle banchine, per il carico e lo scarico della merce e dei passeggeri, sulla parte terminale della banchina di Portovesme, sarà interessata dallo sbarco dell'elettrodotto marino, che proseguirà mediante un elettrodotto interrato, sulla viabilità esistente fino a raggiungere l'area della stazione Terna di consegna Sulcis S/E che ricade nella Sottozona - D1 (Grandi aree industriali) e nella Sottozona D1_1 (Agglomerato Industriale di Portovesme) in cui saranno edificati i volumi tecnici destinati alla realizzazione della sottostazione di misura e consegna per immissione dell'energia sulla rete elettrica nazionale.

4.2 Piano Urbanistico Provinciale – Piano Territoriale di Coordinamento

Il PUP/PTC è lo strumento che definisce obiettivi di assetto generale e tutela del territorio e assicura la coerenza degli interventi alle direttive ed i vincoli regionali al Piano Paesaggistico Regionale; le opere in progetto rientrano nell'Ambito di paesaggio n. 6 – Carbonia e isole sulcitane. All'interno di questo Ambito, sono individuati 6 ambiti di paesaggio di rilievo sovrallocale di cui il 6.3 "Area insediativa e industriale di Portoscuso-Portovesme" contiene la porzione di territorio d'interesse.

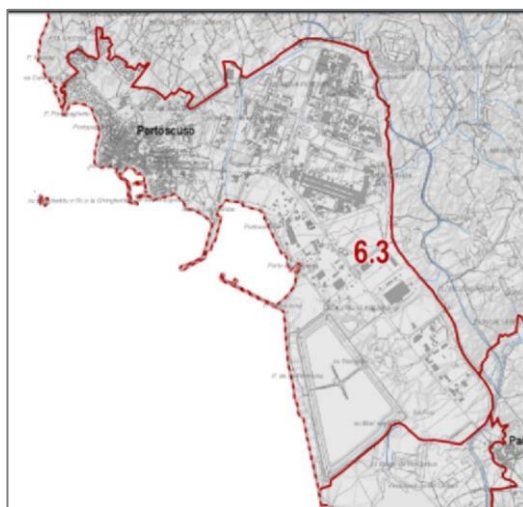


Figura 4.1 – Ambito di Paesaggio 6 e suddivisione interna del PTC di Carbonia-Iglesias

Le opere in progetto sono coerenti con gli indirizzi programmatici del piano in quanto contribuiscono alla riconversione industriale del polo energetico.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 29	Di 61

4.3 Piano Paesaggistico Regionale

Il piano paesaggistico regionale (PPR) della Sardegna divide il territorio costiero in 27 ambiti omogenei catalogati tra: aree di interesse paesaggistico, aree compromesse e aree degradate.

Con questi 3 livelli sono assegnati a ogni parte del territorio precisi obiettivi di qualità, e attribuite le regole per il mantenimento delle caratteristiche principali, per lo sviluppo urbanistico ed edilizio, ma anche per il recupero e la riqualificazione.

Le opere in progetto rientrano nell'Ambito n. 6 "CARBONIA E ISOLE SULCITANE"

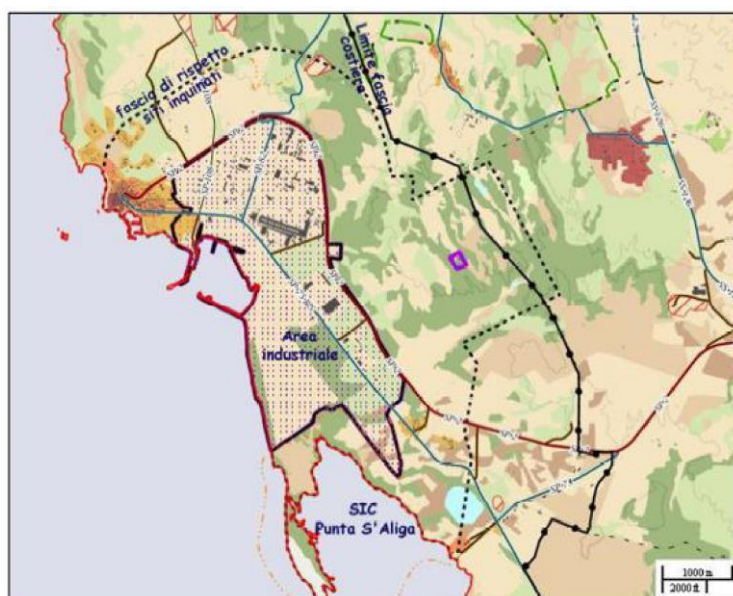


Figura 4.2 – PPR Sardegna

L'art. 18 delle NTA (Norme Tecniche di Attuazione) sancisce che "qualunque trasformazione [...] è soggetta ad autorizzazione paesaggistica", tuttavia, ai sensi del DPR n. 31/2017 "Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata", per effetto di quanto contenuto nell'Allegato A alla lettera a.15, le opere a terra interrate, connesse alla realizzazione del Parco eolico, non sono soggette ad autorizzazione paesaggistica.

Per quanto concerne i beni paesaggistici ex artt. 136, 142 e 143 del D.Lgs. 42/04 e s.m.i., si rileva che non sono presenti, sia nelle immediate vicinanze del sito che nell'intorno, beni archeologici o architettonici.

Altresì non sono presenti, nelle immediate vicinanze beni identitari ex artt. 5 e 9 NTA.

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

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

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
		PROGETTO PRELIMINARE	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data	Marzo 2020
		Pagina	30

4.4 Sito di interesse nazionale

Le opere in progetto ricadono sul territorio Comunale di Portoscuso (SU) interamente compreso nella perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale (SIN) del Sulcis-Iglesiente-Guspinese.

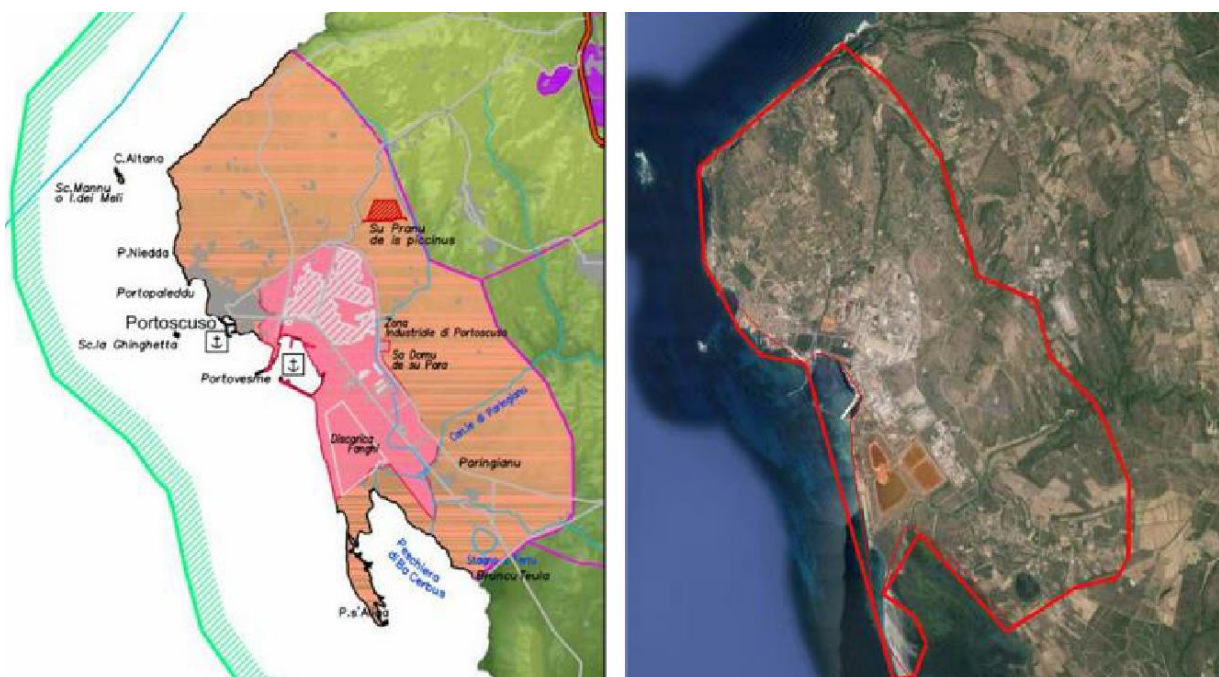


Figura 4.3 – Perimetrazione area SIN

Le opere in progetto rientranti nell'area SIN, opportunamente progettate in relazione a tale specificità, saranno pertanto poste al vaglio del Ministero dell'Ambiente, Divisione Salvaguardia Ambientale, per l'approvazione.

4.5 Aree di rispetto dei siti inquinati (SIN)

In tali aree, ai sensi dell'art. 42 delle NTA del PPR, non sono consentiti interventi, usi o attività che possano pregiudicare i processi di bonifica e recupero o comunque aggravare le condizioni di degrado. Il progetto in oggetto non risulta essere in contrasto con l'indirizzo proposto.

4.6 Grandi aree industriali

Secondo gli indirizzi contenuti nell'art. 93 delle NTA del PPR (Piano Paesaggistico Regionale), negli insediamenti produttivi a carattere industriale, artigianale e commerciale, si deve: *“...favorire la redazione di piani di ..., riuso, trasformazione e valorizzazione dei complessi dismessi e delle relative infrastrutture, oltre che per riconversione produttiva, ...”*

Pertanto, la realizzazione del progetto, risulta compatibile con gli interventi ammessi.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 31 Di 61

4.7 Piano Regionale di Tutela della Qualità dell’Aria

L’Ambito di realizzazione delle opere a terra, consistenti nella posa del cavo e costruzione della sottostazione di misura e consegna, si trovano nella zona industriale. Il progetto risulta compatibile con le definizioni del piano.

4.8 Piano strategico del Sulcis

Il Piano Strategico Intercomunale del Sulcis è la sintesi di un processo di pianificazione volto a tracciare una linea di sviluppo territoriale partendo da una logica di sistema e di crescita unitaria del vasto e complesso territorio sulcitano. Le opere in progetto non sono in contrasto con tale Piano.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 32	Di 61

SECONDA PARTE

5 DESCRIZIONE TECNICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI IL PROGETTO

5.1 Turbina eolica

Ogni turbina eolica è costituita da una torre, una navicella e un rotore a 3 pale, sorretti da una fondazione galleggiante. Ogni fondazione galleggiante è collegata al fondo del mare attraverso ancore collegate da linee di ormeggio. Le caratteristiche principali del progetto sono presentate nella seguente tabella:

Tabella 5.1 – Principali caratteristiche del parco eolico in progetto

ELEMENTO	DESCRIZIONE
Turbina	Ad asse orizzontale
Piattaforma flottante	Con camere tubolari in acciaio di 8 m di diametro
Ancoraggio	Puntuale nel fondale
Numero di linee di ormeggio per turbina	3
Vita nominale del Parco eolico	30 anni
Numero di turbine	42
Potenza della singola turbina	12 MW
Potenza totale installata	504 MW
Producibilità del parco eolico	Equivalente al consumo medio di elettricità domestica di circa 650.000 abitazioni

Le turbine avranno una potenza di 12 MW ciascuna; sono al momento rappresentate da una produzione GE Renewable Energy ma si considera la possibilità di utilizzare turbine equivalenti di altri produttori.



Figura 5.1 – Turbina GE Haliade-X 12 MW

Il rotore della turbina eolica (parte rotante) ha un diametro massimo di 265 metri, con una superficie spazzata di ca. 49000m².

Le caratteristiche generali della turbina eolica sono riportate nella tabella seguente:

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 33	Di 61

Tabella 5.2 – Principali caratteristiche della turbina eolica

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA TURBINA	
Potenza nominale	12 MW
Velocità di Cut-in	3.0 m/s
Velocità media	15.0 m/s
Velocità di Cut-off	28.0 m/s
Classe di ventosità (IEC)	IB
Diametro del rotore	min 220 m ÷ max 265 m
Area spazzata	min 38000 m ² ÷ max 49000 m ²
Numero di pale	3
Capacity Factor (%)	63
Altezza del mozzo su l.m.m.	min 150 m ÷ max 160 m

La navicella contiene elementi strutturali (telaio, giunto rotore, cuscinetti), componenti elettromeccanici (generatore, blocco convertitore, sistema di orientamento del vento, sistema di regolazione della pala, sistema di raffreddamento) ed elementi di sicurezza (illuminazione, estintori, freni).

Le pale sono costruite in fibra di vetro e resina epossidica con rinforzi in materiali compositi. La torre eolica è realizzata in acciaio e divisa in diverse sezioni. Il suo diametro varia da 8 metri alla base a ca. 5 m in cima. Essa contiene strutture interne secondarie (piattaforme, scale, montacarichi), materiale elettrico e dispositivi di sicurezza (illuminazione, estintori). Le sezioni della torre sono assemblate mediante flange bullonate.

Una volta installata la turbina eolica sulla sua fondazione galleggiante, l'altezza massima finale sarà non inferiore a 260 m e non superiore a 285 m mentre il mozzo sarà ad una altezza non inferiore a 150 m e non superiore a 160 m sul livello del mare. Le turbine eoliche sono configurate per iniziare a funzionare a partire da ca. 3 m/s di vento e per arrestarsi automaticamente quando il vento supera i 28 m/s.

Ogni turbina eolica è conforme agli standard internazionali per la sicurezza degli impianti.

La protezione delle turbine eoliche dalla corrosione dovuta all'ambiente marino è assicurata dall'applicazione di vernici anticorrosive non pericolose per l'ambiente (p.e. vernici non contenenti elementi organostannici) secondo la Normativa Europea.

Segnalazione aerea e marittima

La turbina sarà equipaggiata con apposite luci di segnalazione per la navigazione marittima ed aerea, in accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) e del Comando Zona Fari della Marina Militare.

In particolare per quanto riguarda la navigazione marittima sono applicabili alla marcatura dei parchi eolici in mare:

- Raccomandazione O-139 sulla segnalazione di strutture artificiali in mare;
- Raccomandazione E-110 sulle caratteristiche ritmiche delle segnalazioni luminose di supporto alla navigazione.

Queste raccomandazioni definiscono, in particolare, le dimensioni, le forme, il colore e il tipo (intermittente, fisso etc.) dei segnali luminosi o elettromagnetici da predisporre. Il piano di

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 34	Di 61

segnalamento marittimo sarà sottoposto al parere del Comando MARIFARI competente per la zona. Inoltre, come raccomandato da IALA O-139, le fondazioni saranno dipinte di giallo, fino a 15 metri sopra il livello delle più alte maree astronomiche.

Infine ogni turbina eolica sarà inoltre dotata di un tag AIS (Automatic identification System) in modo che le navi con i ricevitori AIS possano vederle e localizzarle con precisione.

5.2 Stazione di trasformazione offshore

La sottostazione di trasformazione (FOS) è il nodo di interconnessione comune per tutti gli aerogeneratori di un sottoparco. Nel caso in esame, ciascuna FOS riceverà energia dalle 21 turbine di sottoparco al livello di tensione 66 kV operandone la trasformazione al livello di uscita 220 kV. Un elettrodotto in corrente alternata 220 kV provvederà dunque al trasporto di energia fino alla terraferma. Per una descrizione più dettagliata della componentistica elettrica della stazione di trasformazione off-shore si faccia riferimento alla relazione elettrica generale allegata al progetto.

Per la FOS è stata ipotizzata una pianta circolare avente diametro di ca. 26 m ed una struttura portante intelaiata in acciaio inscritta nella circonferenza.

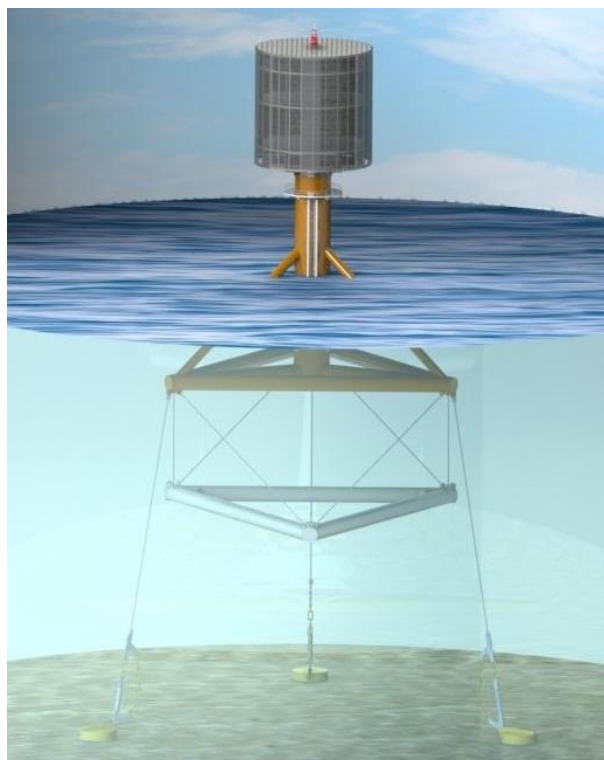


Figura 5.2 – Ipotesi di stazione di trasformazione off-shore galleggiante

La struttura è del tipo a impalcati su travi e presenta 4 piani per l'allocazione di impianti e servizi mentre l'impalcato di copertura è utilizzato come piattaforma di atterraggio dell'elicottero.

Oltre alle apparecchiature elettriche, la stazione offshore includerà le protezioni antincendio, i generatori di emergenza e altri sistemi ausiliari, quali:

- sistemi di ventilazione;

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 35

- sistemi di sicurezza;
- sistemi di comunicazione;
- gli alloggi temporanei per il personale e relativi servizi. Gli alloggi sono da intendersi per condizioni di emergenza e per ridotti periodi in cui gli equipaggi staranno a bordo.

La manutenzione, ed in generale l'accesso ad essa, sarà normalmente effettuata tramite un'imbarcazione di servizio che potrà attraccare alla struttura in una zona apposita servita da scale per permettere al personale di raggiungere la sede di lavoro.

La FOS sarà assemblata a terra, trasportata presso l'area di installazione a mare mediante rimorchiatori e vincolata ai sistemi di ormeggio.

5.3 Struttura di galleggiamento delle turbine

Il progetto prevede l'utilizzo delle fondazioni di tipo galleggiante (floating) costituite da una struttura principale semisommersa con una chiglia sospesa funzionante da zavorra stabilizzante.

L'insieme strutturale è realizzato mediante assemblaggio di tubi in acciaio. Il sistema offre importanti vantaggi ambientali rispetto ai concetti di fondazioni galleggianti esistenti, in quanto consente l'utilizzo di processi di produzione, assemblaggio ed installazione molto semplificati e con minor consumo di materiali.

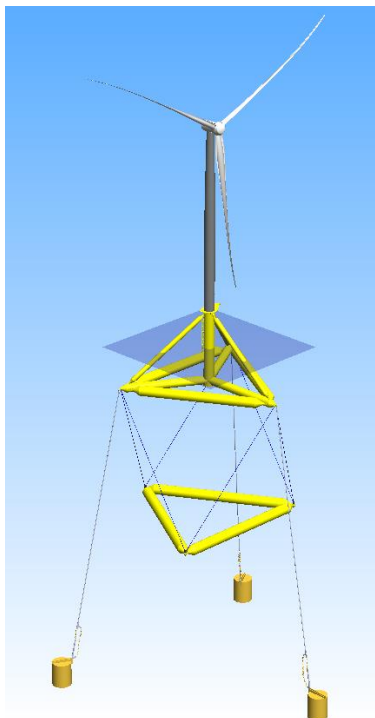


Figura 5.3 – Assieme Turbina e struttura di galleggiamento

5.4 Sistema di ancoraggio

La posizione delle turbine in mare sarà mantenuta grazie a sistemi di ormeggio ed ancoraggio il cui dettaglio sarà definito in funzione della natura dei fondali, una volta effettuate le operazioni di sondaggio geotecnico e geofisico. Sono state tuttavia già definite una serie di tecniche di

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 36	Di 61

ancoraggio, assumendo come obiettivo principale, oltre a quello di garantire la sicurezza marittima, quello di minimizzare l'impatto ambientale sui fondali.

L'individuazione del sistema di ormeggio più idoneo avverrà simulando il comportamento oltre che del sistema di ormeggio con catenaria, attualmente il più diffuso nelle installazioni off-shore, anche di sistemi tecnicamente più sofisticati, ottenuti mediante l'utilizzo di strutture puntuali sul fondale (Corpi morti, Pali infissi, Pali aspirati, Pali a vite).

La progettazione del sistema di ormeggio tiene conto delle combinazioni dei dati di vento (direzione, velocità, turbolenza), onda (orientamento, altezza, periodo) e delle correnti (profilo, orientamento, velocità).

Eventi estremi come il sisma sono considerati nella progettazione dell'intero sistema del generatore eolico galleggiante.

Ancore con trascinamento incorporato (Drag Anchors)

Questo tipo di ancoraggio viene rilasciato sul fondo del mare e trascinato per ottenere un affondamento adeguato. Il peso delle linee di ormeggio causerà una tensione della linea che guiderà l'ancora più in profondità. È caratterizzato da elevata capacità di carico orizzontale e verticale. Questi sistemi prevedono l'ormeggio mediante catenaria e risultano i più diffusi per l'ancoraggio di piattaforme off-shore.



Figura 5.4 – Esempio di ancora con trascinamento

Ancore a gravità (Deadweights)

L'ancora a gravità è la soluzione più semplice e consiste in un oggetto pesante posto sul fondo del mare per resistere a carichi verticali e/o orizzontali. La capacità di tenuta deriva principalmente dal peso dell'ancora e in parte dall'attrito tra l'ancora e il suolo. Sono fabbricati in cemento o ghisa. La loro geometria può essere più o meno complessa con lo scopo di aumentare il coefficiente di attrito tra ancoraggio e terreno, migliorando così il rapporto capacità di tenuta/peso.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 37	Di 61



Figura 5.5 – Ancora a gravità con piastre di ghisa impilate

Pali infissi (Drilled Piles)

Sono cilindri d'acciaio installati normalmente mediante battitura, vibroinfissione o spinta nel fondo del mare. L'ormeggio è collegato all'ancora attraverso un golfare che può essere installato in testa al palo o a livello intermedio.

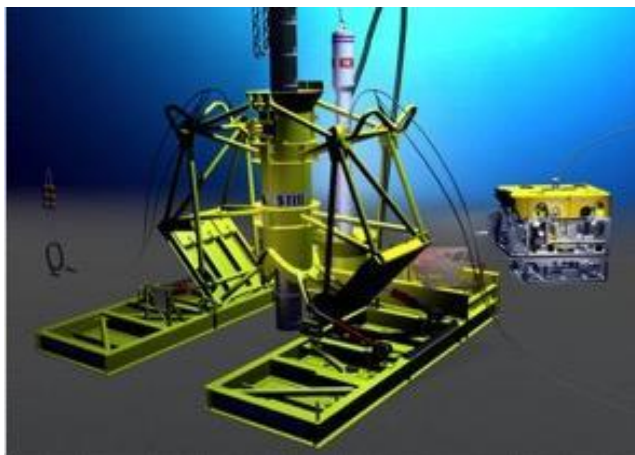


Figura 5.6 – sistema di infissione di un palo nel fondale marino

I pali infissi vengono solitamente installati con un telaio guida che consente al martello di infiggere verticalmente il palo nel fondo del mare.

Sono necessarie strumentazioni specifiche per verificare la penetrazione e l'orientamento stabiliti durante la progettazione.

Pali aspirati (Suction Buckets)

I pali infissi con aspirazione (Suction Buckets) vengono inseriti nel fondale del mare fino a raggiungere la profondità desiderata aspirando l'acqua e creando depressione all'interno del palo che spinge l'ancora ad affondare.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 38	Di 61

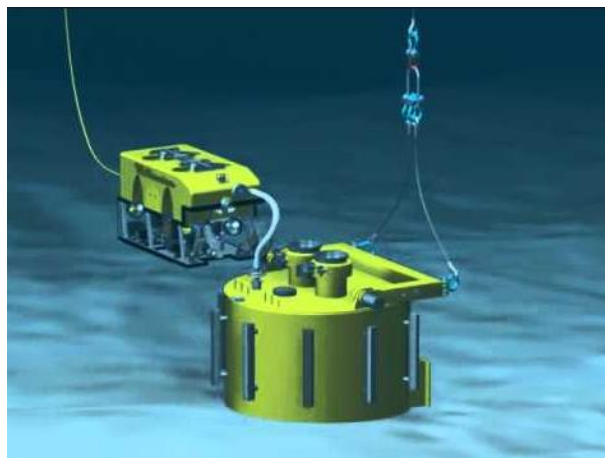


Figura 5.7 – Illustrazione di palo infisso per aspirazione

La procedura di installazione richiede strumenti specifici per le misurazioni della pressione dell'acqua all'interno e all'esterno del palo, la profondità di penetrazione raggiunta e l'angolo di inclinazione del palo.

Normalmente per l'installazione viene utilizzato un robot ROUV (Remotely Operated Underwater Vehicle).

Pali elica avvitati (Helical Piles)

L'uso di pali elicoidali avviene normalmente nei casi in cui sono richieste grandi capacità di trazione.

La possibilità di utilizzare pali elicoidali di grande diametro offre molti vantaggi poichè hanno ottime caratteristiche di resistenza a carico di trazione e possono essere utilizzate in un'ampia gamma di condizioni del suolo.

Sono riutilizzabili nel senso che possono essere facilmente "svitati" e questo aiuterà l'eventuale fase di dismissione.



Figura 5.8 – Illustrazione di un palo elica

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
		PROGETTO PRELIMINARE	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	
		Pagina 39	Di 61

Riepilogo sui dispositivi di ormeggio

Le caratteristiche principali dei sistemi di ormeggio sono riepilogate nella seguente tabella:

Tabella 5.3 – Principali caratteristiche dei sistemi di ormeggio

CARATTERISTICHE GENERALI DEI SISTEMI DI ORMEGGIO		
Tipo di ormeggio	con catenaria	con tiranti
Materiale delle linee di ormeggio	Catene	cavi + catene
Numero degli ormeggi	3	3
Massa degli ormeggi	Rilevante	Modesta
Lunghezza ormeggi	≈ 1500 m	da ≈ 400 m (altezza fondale) a ≈ 550 m
Numero ancore	3	3
Tipo di ancora	Ancora con trascinamento	Corpi morti, Pali infissi, Pali aspirati, Pali a vite
Profondità di affondamento dell'ancora	variabile	variabile

5.5 Sistema di protezione contro la corrosione marina

La protezione delle fondazioni galleggianti contro la corrosione marina è assicurata dall'applicazione di vernici anticorrosione sui componenti esterni della struttura, combinata con l'installazione di un sistema a corrente impressa (ICCP) che garantisce la protezione catodica della struttura. La vernice utilizzata sarà basata sulle specifiche di vernice secondo standard internazionali e priva di componenti organostannici. Si tratta di sistemi diversi che dipendono dal tipo di struttura e dall'area di applicazione, ovvero:

- area sommersa,
- superficie esterna;
- area emergente;
- zona interna.

Le vernici utilizzate saranno conformi alla Direttiva 2004/42/CE del 21/04/04 sulla riduzione delle emissioni di composti organici volatili dovuta all'uso di solventi organici.

Non è prevista l'applicazione di un rivestimento contro la bio-colonizzazione sulle parti sommerse ma il peso aggiuntivo e gli sforzi idrodinamici associati a questa biocolonizzazione saranno tenuti in conto nella progettazione delle fondazioni galleggianti.

5.6 Architettura elettrica del Parco

Il parco eolico offshore è composto da due sottoparchi con potenza elettrica nominale 252 MW per un totale di 504 MW. La potenza totale ai fini della connessione coincide con quella nominale dell'impianto, valore inteso come picco di prestazione dei generatori e variabile, in diminuzione, a seconda delle condizioni meteo-marine.

L'energia elettrica prodotta in bassa tensione da ciascuna turbina eolica viene elevata alla tensione di 66 kV dal trasformatore presente all'interno della torre o nella navicella. Le singole turbine sono disposte secondo uno schema regolare con una distanza geometrica costante di circa 1800 m; questa disposizione consente di avere una distanza minima tra le turbine pari a circa 7,5 diametri di rotore, in modo da ottimizzare il rendimento fluidodinamico.

L'interconnessione tra le turbine è effettuata mediante cavo elettrico dinamico sottomarino, i cui nodi sono posizionati internamente alle torri eoliche. All'interno delle stesse sono collocati i quadri

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 40 Di 61

elettrici in alta tensione (AT) con funzioni di sezionamento e protezione individuale di tutti gli apparati presenti a bordo.

Dal punto di vista elettrico l'intero parco eolico è raggruppato in due sottoparchi definiti come A e B, ciascuno costituito a sua volta da tre sotto-campi. Le turbine sono interconnesse tra loro con cavi in alta tensione (66 kV); le linee di sotto campo di ciascun sotto-parco saranno connesse elettricamente nella relativa sottostazione elettrica offshore, anch'essa su fondazione galleggiante, indicata come FOS-A per il sottoparco A e FOS-B per il sottoparco B.

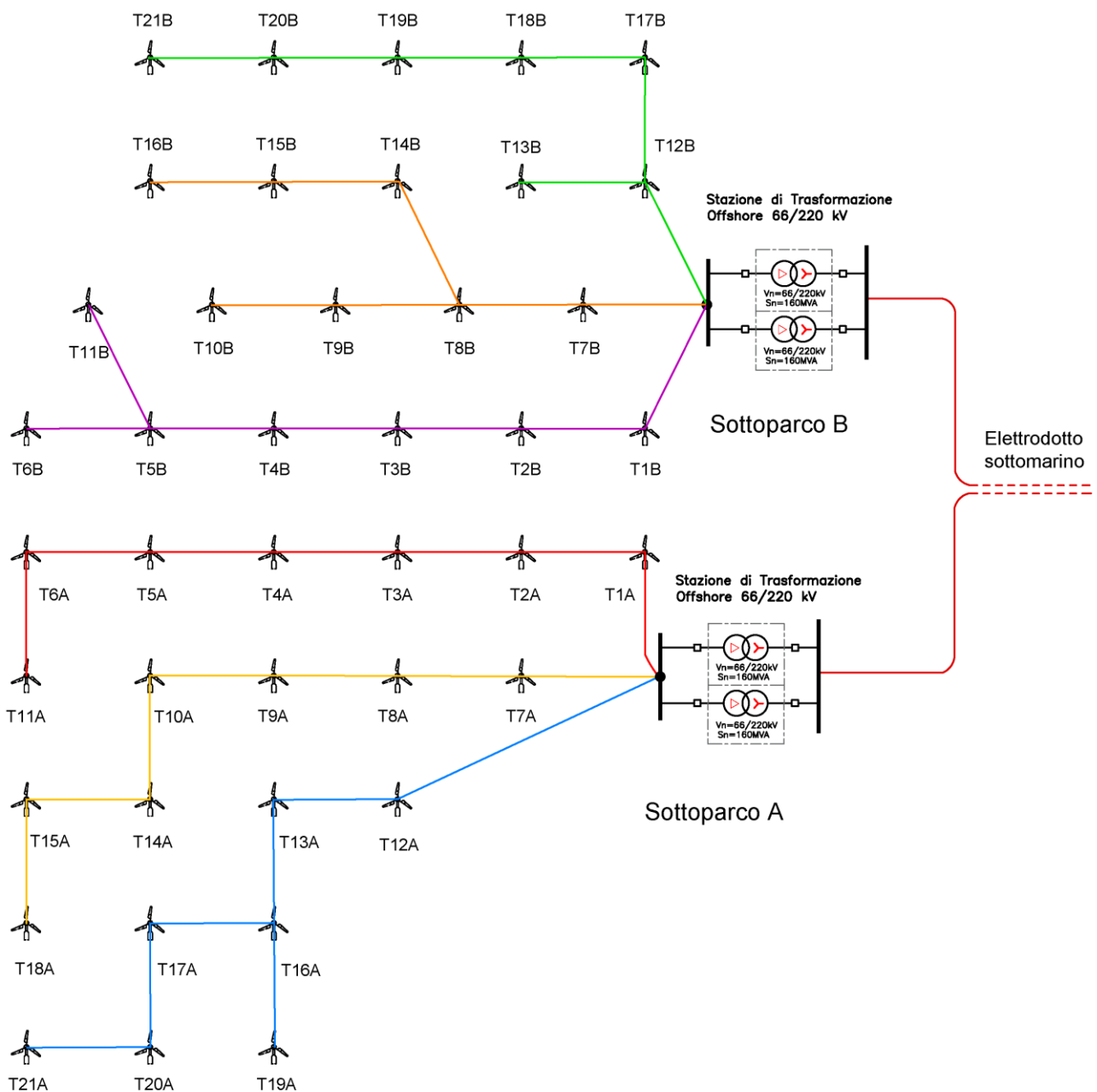


Figura 5.9 – Lay-Out elettrico dell'impianto

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 41	Di 61

In tali FOS la tensione di 66 kV proveniente dai due sotto-parchi viene convertita in 220 kV tramite una coppia di trasformatori, all'uscita dei quali ha origine un collegamento marino in AT che raggiungerà il punto di sbarco a terra.

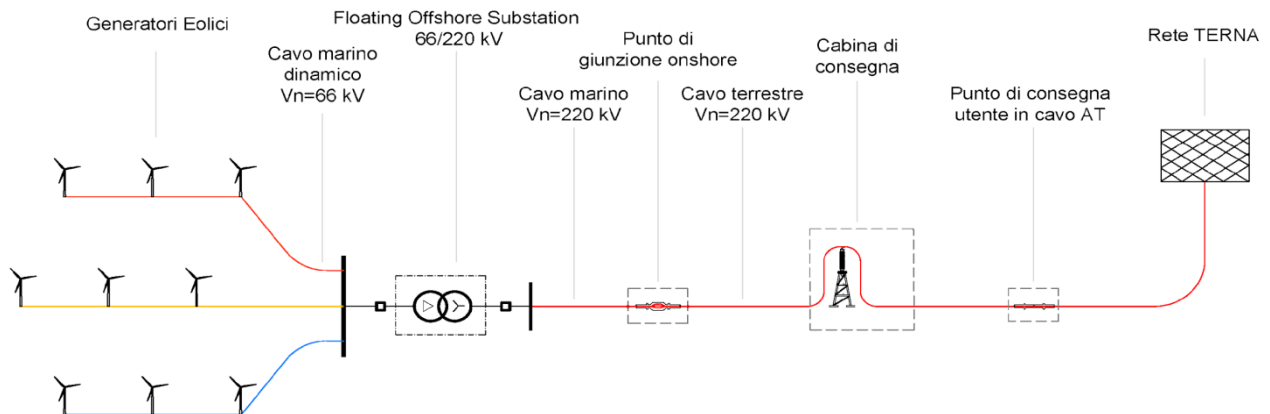


Figura 5.10 – Schema di interconnessione dell'impianto eolico

5.6.1 Cavi elettrici tra le turbine

La rete elettrica tra le turbine del parco eolico ha il ruolo di collegare elettricamente le turbine alla sottostazione di trasformazione. Questa rete contiene anche le fibre ottiche necessarie alla trasmissione di informazioni del parco eolico. L'intensità massima della corrente elettrica che passa attraverso il cavo del sottocampo più carico è dell'ordine di 800 A nel tratto tra l'ultima turbina e la FOS.

Il cavo elettrico tra le turbine è di tipo dinamico, parte dalla piattaforma galleggiante per adattarsi sul fondale seguendo una curva a "S" chiamata "lazy wave". Ogni collegamento dinamico che collega due turbine eoliche avrà una lunghezza compresa tra 2400 m e 2600 m circa.

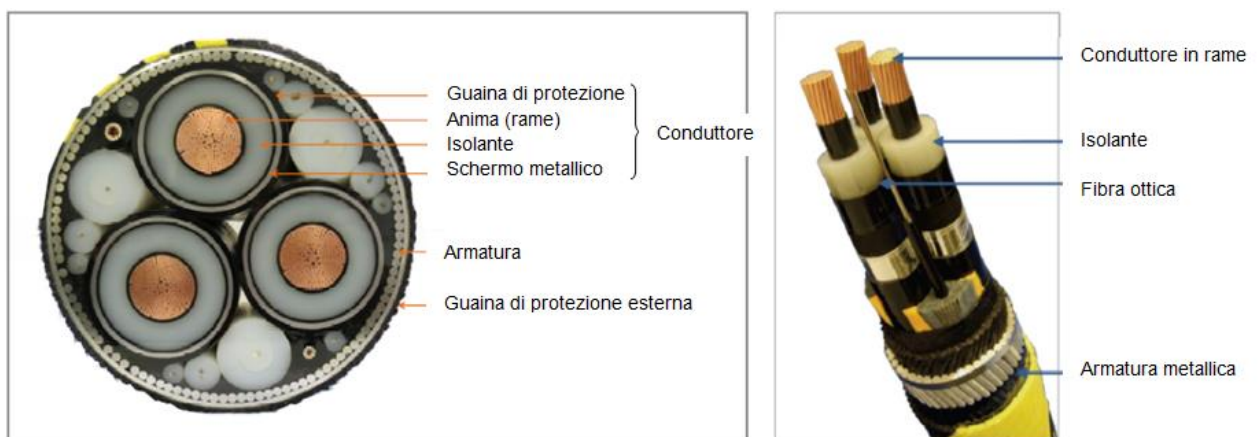


Figura 5.11 – Esempio di cavo di connessione

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 42	Di 61

Come mostrato nella figura precedente, ciascun cavo è costituito da tre conduttori posizionati a "trifoglio" ed elicordati, in cui le correnti elettriche sono sfasate di 120° l'una rispetto all'altra.

Ogni conduttore è costituito da un'anima in rame, rivestita da materiale altamente isolante che consente l'utilizzo fino a un livello di tensione di 66 kV.

L'assieme (nucleo + isolatore) è circondato da uno schermo metallico conduttivo e una guaina protettiva. Una doppia armatura metallica composta in particolare da trecce in acciaio zincato serve a proteggere il cavo dalle sollecitazioni meccaniche esterne. La guaina esterna di protezione impedisce l'abrasione e limita la corrosione.

Ogni collegamento di tipo dinamico sarà costituito dal cavo elettrico dinamico e vari accessori subacquei per garantire la sua integrità e formare la curva ad "S".

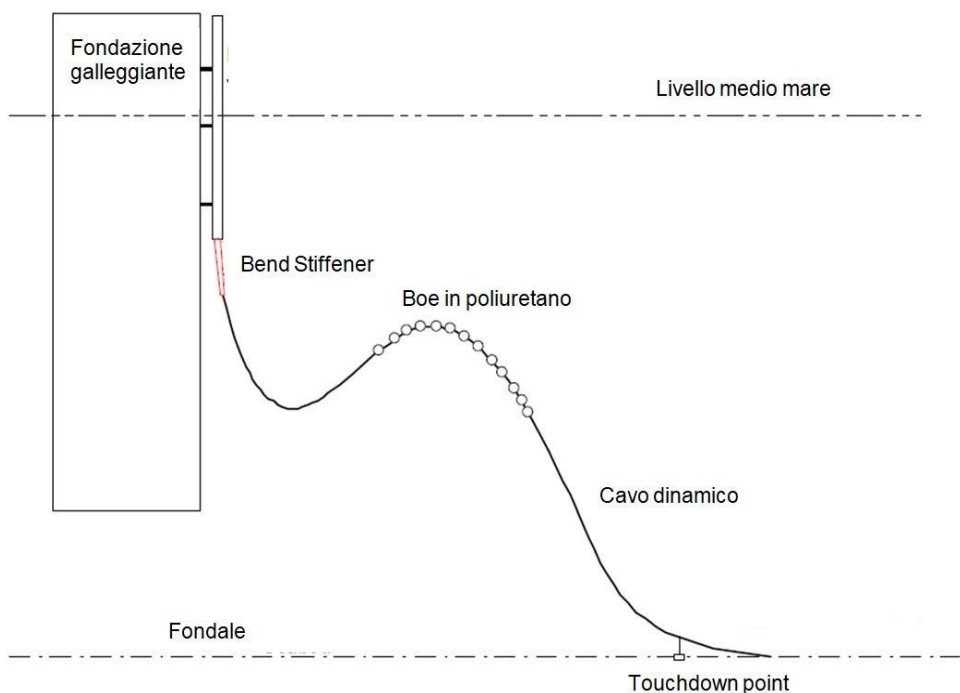


Figura 5.12 – Schema del cavo di collegamento dinamico tra le turbine

Gli accessori principali sono:

- il limitatore di piegatura in poliuretano "*bend stiffener*" che limita il raggio di curvatura del cavo in corrispondenza della sua connessione alla piattaforma galleggiante;
- le boe in poliuretano che forniscono la forma del cavo "*Lazy-Wave*";
- i gusci in poliuretano che proteggono localmente il cavo dall'abrasione al suo contatto sul fondo del mare ("*touchdown point*").

5.6.2 Cavi marini per il trasporto dell'energia

Nell'ipotesi formulata il cavo marino di collegamento alla terraferma è lungo circa 46 km e attraversa le diverse batimetrie fino allo sbarco sulla costa.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
		Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE	Pagina	43
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Di	61

Il percorso non interferisce con aree protette o naturalistiche e con aree militari, aree riservate alla pesca, aree archeologiche (atteso il fatto che il percorso sarà oggetto di specifiche indagini subacquee per dettagliare l'area di interesse).

La connessione con cavo marino consiste in un cavo a tre poli in rame con isolamento EPR o XLPE di sezione 1000 mm², schermato longitudinalmente e radialmente a tenuta stagna con un diametro variabile da 15 a 20 cm e comprende diversi componenti:

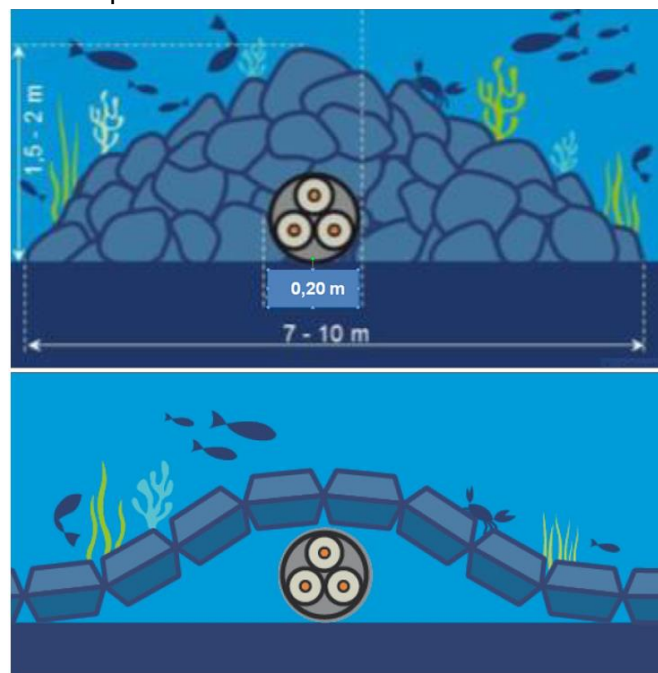
- Guaina protettiva e armatura metallica per proteggere il cavo e tenere i 3 conduttori in un unico pezzo;
- Tre cavi conduttivi in rame avvolti in materiale altamente isolante;
- Cavi di telecomunicazione in fibra ottica.

Il cavo utilizzato sarà certificato e dimensionato secondo le norme e le normative vigenti.

5.6.3 La protezione dei cavi sottomarini

A causa delle azioni antropogeniche e delle perturbazioni naturali che possono agire sui cavi di trasmissione dell'energia elettrica sarà necessario proteggere questi dai danni causati da attrezzi da pesca, ancore o forti azioni idrodinamiche.

La protezione dei cavi sottomarini potrà essere effettuata mediante posa di ogni linea con protezione esterna, che consiste nella posa senza scavo del cavo elettrico sul fondale marino e successiva protezione fatta da massi naturali o materassi prefabbricati di materiale idoneo. Ove possibile sarà utilizzata la posa del cavo in scavo mediante la tecnica del co-trenching.



 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 44	Di 61



Figura 5.13 – Sistemi di posa e protezione dei cavi

Una ulteriore soluzione è costituita da gusci in ghisa o polimero assemblati sul cavo.



Figura 5.14 – Sistema “a gusci” per la protezione dei cavi

Il tratto terminale del cavo marino sbarcherà nel pozzetto di giunzione (TJB) con il cavo terrestre e tale porzione potrà essere realizzato, se necessario, mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC).

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 45

5.7 Opere di connessione a terra

La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale dell'energia elettrica prodotta dall'impianto offshore è prevista presso la stazione elettrica TERNA denominata SULCIS S/E e ubicata nell'area industriale di Portovesme.

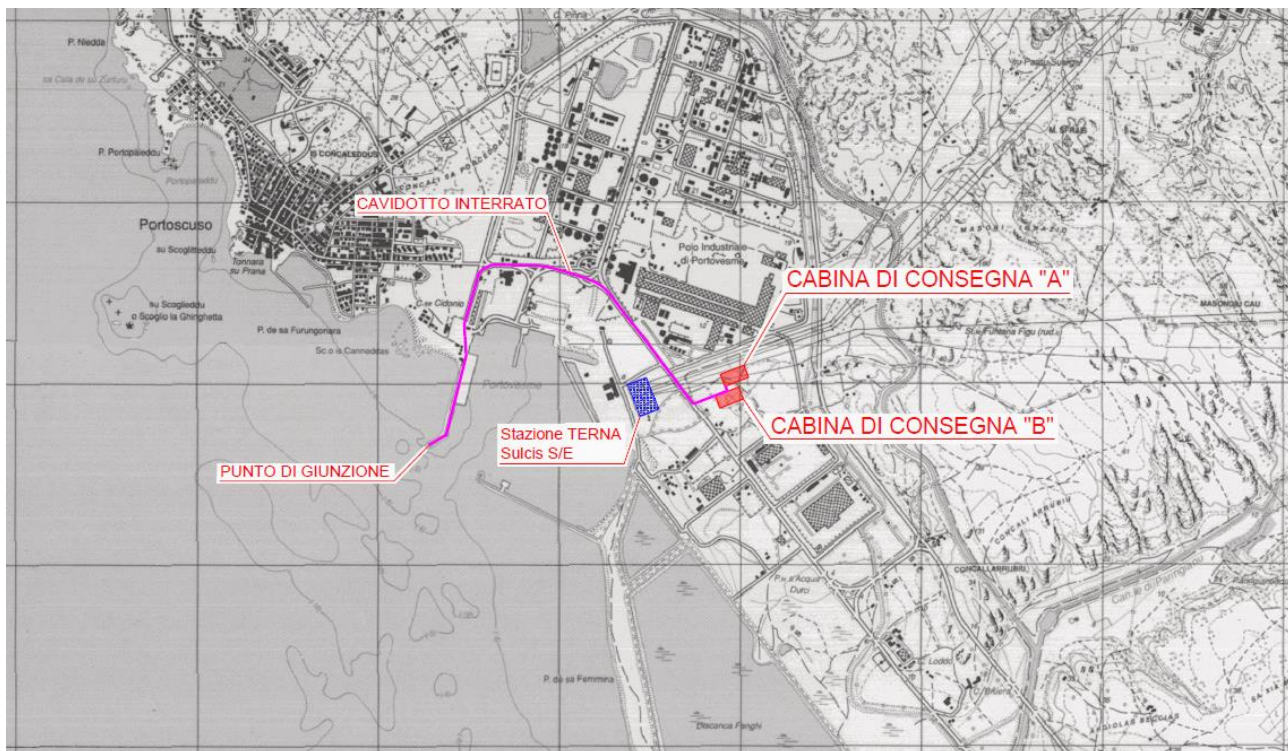


Figura 5.15 – Inquadramento corografico dell'area di intervento a terra

5.7.1 Pozzetto di giunzione allo sbarco

Lo sbarco a terra corrisponde alla zona di transizione tra il settore marittimo e il settore terrestre e la sua localizzazione è stata individuata sulla parte terminale del Molo di ponente del Porto di Portovesme.

In tale punto sarà realizzato un pozzetto interrato in c.a. come quello riportato nella figura seguente.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE		Data Marzo 2020 Pagina 46 Di 61

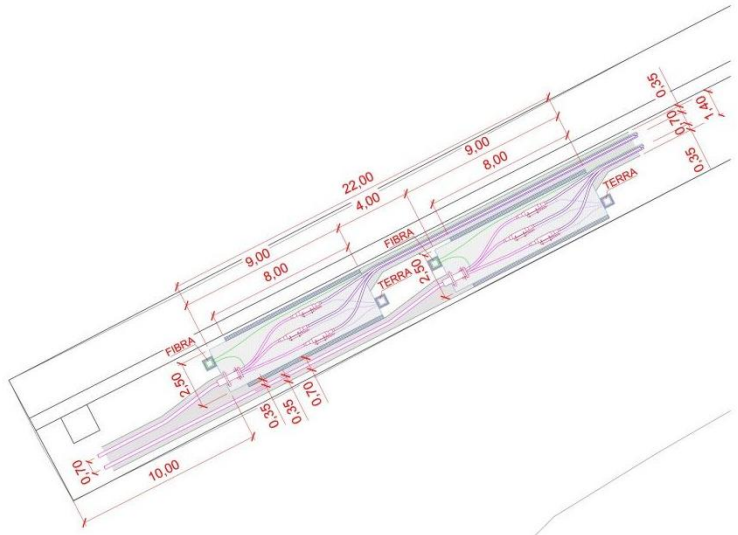


Figura 5.16 – Pozzetto di giunzione allo sbarco (Transition Joint Bay – TJB)

Una volta sbarcato sulla terraferma, il cavo raggiunge la sottostazione di misura e consegna, mediante un percorso interrato di circa 3 km, realizzato interamente al di sotto di sedi stradali esistenti.

5.7.2 Collegamento elettrico terrestre

Il collegamento sotterraneo sarà costituito da cavi unipolari affiancati da cavi di telecomunicazione in fibra ottica. Il singolo cavo unipolare comprende un nucleo conduttivo in alluminio della sezione di 1600 mm² circondato da un isolamento sintetico XLPE schermato longitudinalmente e radialmente a tenuta stagna.



Figura 5.17 – Esempio di cavo elettrico terrestre

Il percorso sulla terraferma definito in fase di progettazione è riportato nella Figura 5.18 a seguire.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 47 Di 61



Figura 5.18 – Vista aerea del percorso del cavo di terra

5.7.3 Stazione di consegna elettrica

Il collegamento elettrico interrato giungerà alla centrale TERNA SULCIS S/E collegata alla rete di distribuzione regionale.

È prevista una doppia soluzione per l'area da destinare alla sottostazione di misura e consegna (A o B nella figura seguente) e la scelta tra le due alternative indicate verrà effettuata in base a valutazioni da concordarsi con Terna e con le proprietà.



Figura 5.19 – Ubicazione del punto di connessione alla rete regionale

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 48

In entrambe le alternative, si procederà alla costruzione di una sottostazione per accogliere la connessione della linea a 220 kV proveniente dal parco eolico offshore in un'area recintata di dimensione in pianta di 125 x 60 m e dotata di accessi carrabili e pedonali.

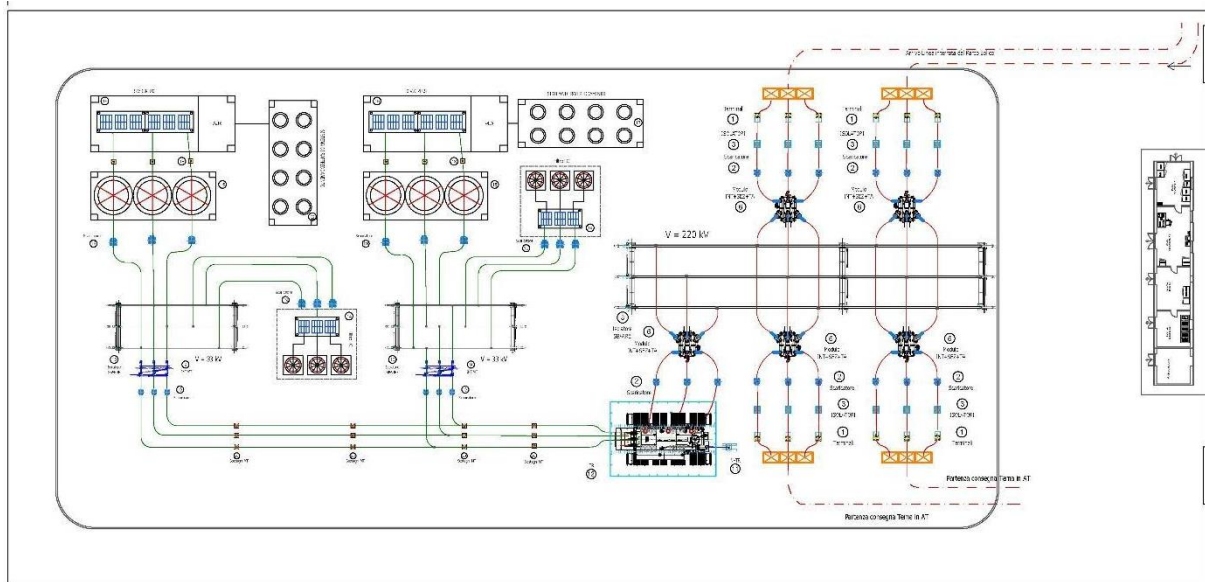


Figura 5.20 – Schema planimetrico della Sottostazione di misura e consegna

Gli elementi principali che compongono la sottostazione di misura e consegna sono i terminali dei cavi, le apparecchiature di protezione, il trasformatore, i montanti di linea, gruppo di compensazione (potenza reattiva, reattanze di shunt e filtro armoniche), stalli, interruttori e scaricatori.

Un edificio prefabbricato ospiterà la sala gestione e sarà costituito da un unico corpo destinato a contenere i quadri di comando e controllo della sottostazione di misura e consegna, gli apparati di teleoperazione, i servizi per il personale di manutenzione, le batterie, i quadri B.T. in c.c. e c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari ed il gruppo elettrogeno d'emergenza.

L'edificio comandi e servizi ausiliari conterrà anche le apparecchiature per la sincronizzazione della rete elettrica del parco eolico offshore ed i sistemi di telecomunicazione.

Infine 2 terne di cavi a 220 kV in partenza dalla sottostazione raggiungeranno la stazione TERNA SULCIS S/E per la consegna dell'energia alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 49 Di 61

6 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE E CONNESSIONE DEL PARCO OFFSHORE

Allo stato attuale della progettazione l'installazione del parco eolico prevede le seguenti fasi:

- Fase 1: Costruzione offsite delle componenti (piattaforme galleggianti, torre e turbina)
- Fase 2: Trasporto via mare delle componenti fino all'area portuale di cantiere a terra;
- Fase 3: Assemblaggio della piattaforma galleggiante su area portuale;
- Fase 4: Varo della piattaforma galleggiante;
- Fase 5: Operazioni di installazione torre e turbina sulla piattaforma galleggiante;
- Fase 6: Trasporto via mare verso il sito di installazione offshore;
- Fase 7: Ancoraggio sul fondale delle turbine;
- Fase 8: Assemblaggio della sottostazione elettrica galleggiante su area portuale;
- Fase 9: Operazioni di installazione della sottostazione su fondazione galleggiante;
- Fase 10: Operazioni di sollevamento e installazione degli apparati elettrici;
- Fase 11: Ancoraggio sul fondale della sottostazione galleggiante;
- Fase 12: Installazione dei cavi sottomarini e terrestri;
- Fase 13: Costruzione della sottostazione di consegna a terra;
- Fase 14: Collaudo e messa in servizio dell'impianto.

6.1 Sito di assemblaggio delle turbine galleggianti

Per il progetto in oggetto è previsto l'apposito allestimento di aree portuali dedicate all'assemblaggio delle piattaforme galleggianti e dei vari moduli che le compongono su banchina prima di essere varate in mare.

La presenza di strutture portuali nelle immediate vicinanze è una risorsa essenziale per il progetto.

Queste strutture sono in grado di ospitare le operazioni di assemblaggio che devono essere eseguite in banchina.

Ogni componente che costituisce la turbina eolica sarà movimentato utilizzando attrezzature adeguate quali gru mobili o mezzi di trasporto semoventi per carichi pesanti. Il trasporto dalla banchina di cantiere fino al sito offshore di installazione avverrà per mezzo di rimorchiatori.

Per i porti di assemblaggio, al momento sono state identificate le due aree illustrate di seguito, situate nel Porto di Cagliari e nel Porto di Oristano;

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE		Data Marzo 2020 Pagina 50 Di 61



Figura 6.1 – Aree portuali di Cagliari e Oristano individuate come possibili siti di assemblaggio

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 51 Di 61

6.2 Assemblaggio e varo della piattaforma galleggiante

Per il progetto è prevista la predisposizione infrastrutturale delle aree portuali dedicate all'assemblaggio delle piattaforme galleggianti e dei vari moduli che le compongono.

Di seguito si illustrano alcune delle fasi di assemblaggio dei moduli.

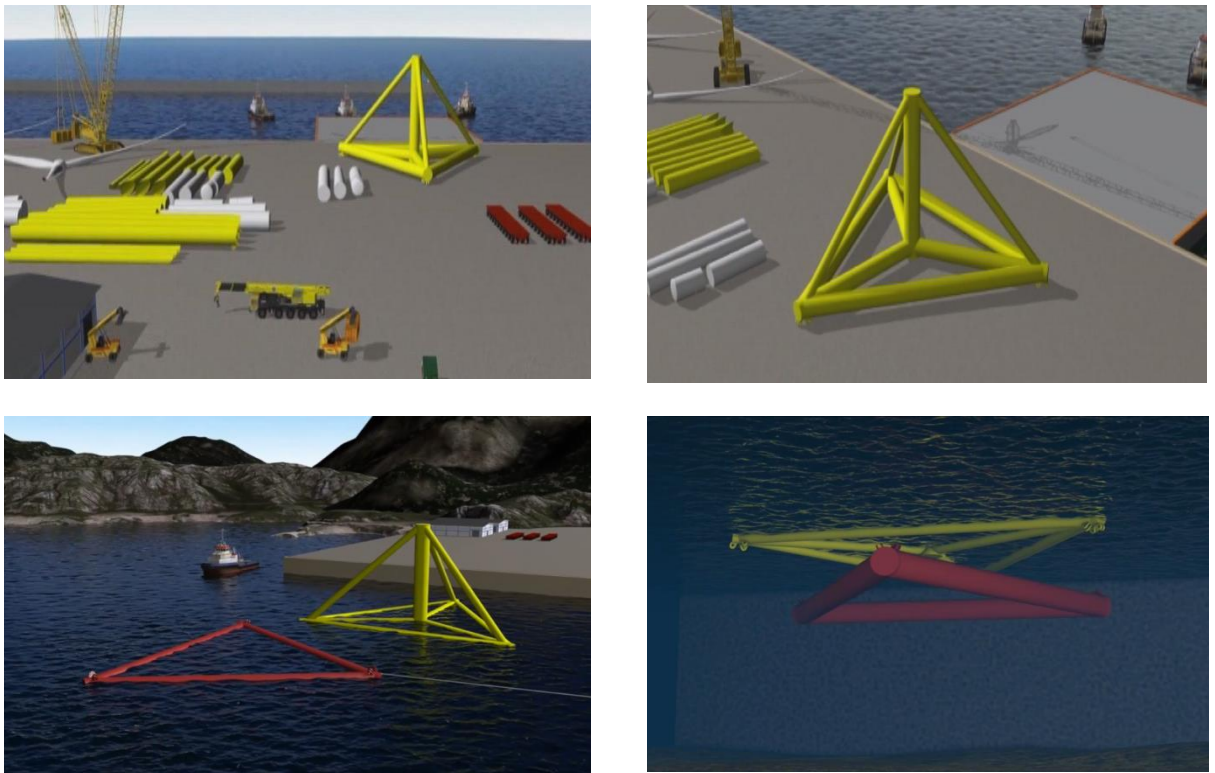


Figura 6.2 – Fasi di assemblaggio della piattaforma galleggiante (Fonte: SOT A/S)

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 52	Di 61

Ogni componente che costituisce la turbina eolica sarà movimentato utilizzando attrezzature adeguate quali gru mobili o moduli di trasporto semoventi per carichi pesanti.

Le operazioni di stoccaggio e movimentazione dei componenti saranno eseguite nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti. Una gru mobile principale posizionerà la navicella nella parte superiore della torre precedentemente assemblata sulla piattaforma galleggiante.



Figura 6.3 – Operazione di sollevamento del rotore (Fonte: SOT A/S)

Il trasporto dalla banchina di cantiere fino al sito offshore di installazione avviene per mezzo di rimorchiatori.



Figura 6.4 – Riproduzione grafica dell'operazione di rimorchio

Una volta che le turbine eoliche sono state installate, navi specializzate saranno impiegate per ancorare le turbine ed installare i collegamenti elettrici. L'operazione sarà realizzata con il supporto di un robot subacqueo (ROUV).

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 53	Di 61

L'installazione del cavo di collegamento in mare fino allo sbarco è 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-posa cavo 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.

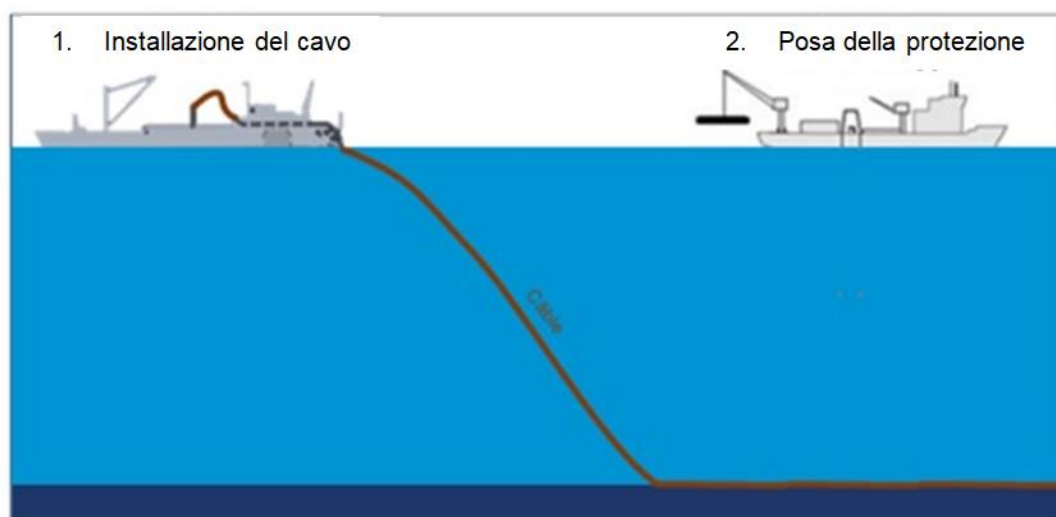


Figura 6.5 – Illustrazione dell'installazione del cavo e della loro protezione (Fonte: BRLi, 2016)

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

Lo sbarco a terra del cavo potrà essere eventualmente realizzato con la tecnica TOC in modo tale da non dover realizzare operazioni di movimentazione del sedime dei fondali in prossimità della costa.

6.3 Posa dei cavi terrestri

La posa del cavo terrestre si svolge tra il pozzetto di giunzione (TJB) e la sottostazione per uno sviluppo lineare di circa 3 km. Il cavo sarà posato lungo le strade esistenti usando normali macchine da cantiere.

La posa avviene realizzando una trincea di circa 1,40 m di larghezza e circa 1,6 m di profondità lungo il percorso. La figura a seguire mostra una sezione tipica dell'elettrodotto terrestre su strada.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020	Pagina 54 Di 61

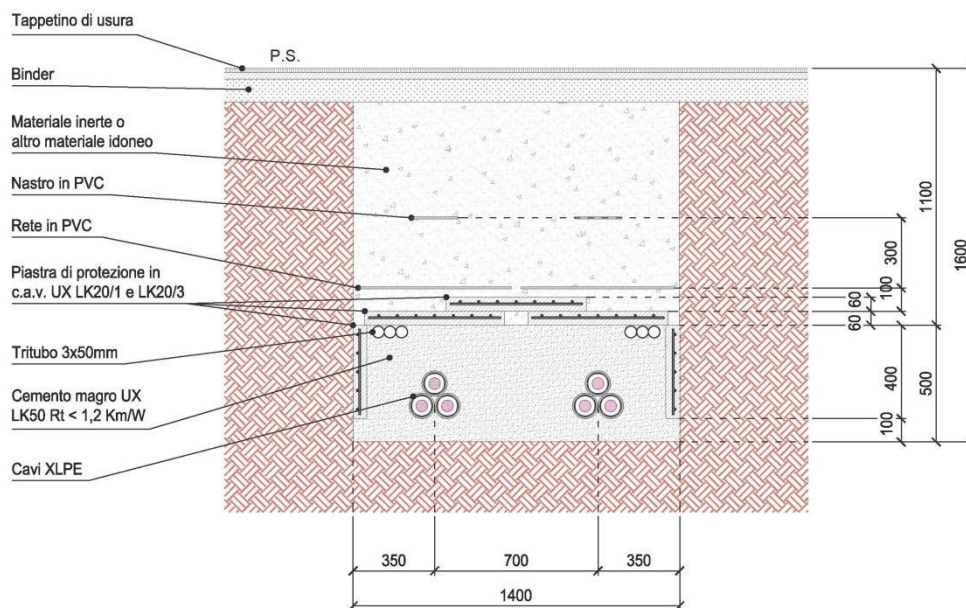


Figura 6.6 – Tipico della sezione di posa del cavo terrestre

Tutte le interferenze che saranno identificate lungo il percorso terrestre richiederanno un'attenzione particolare durante la fase di progettazione.

Diverse tecniche possono essere utilizzate per adattare la posa dei cavi agli ambienti attraversati e agli ostacoli incontrati.

Posa con fodere in PEAD

Il cavo viene svolto in fodere in PEAD e posizionato nel terreno. Questo metodo di installazione viene utilizzato in campo aperto al di fuori della sede stradale.

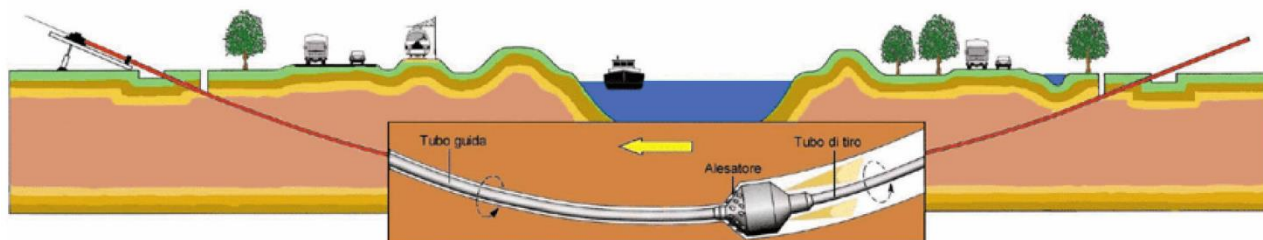
Posa con tubi in PVC

Il cavo viene svolto in tubi di PVC rivestiti di cemento. Questo metodo di installazione viene utilizzato principalmente nelle aree urbane quando sono già installate altre reti (acqua, gas, telecomunicazioni, ecc.) e lo spazio disponibile per le opere è ridotto.

Posa con TOC

La trivellazione orizzontale controllata (TOC) è una tecnica di trivellazione con controllo attivo della traiettoria, per la posa di infrastrutture sotterranee senza scavo che permette la posa di tubazioni flessibili al di sotto di strade, ferrovie, corsi d'acqua etc...

Tale tecnica potrà essere ad esempio utilizzata per la posa del cavo nel suo tratto marino finale prima dello sbarco sulla terraferma.



 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 55	Di 61

Figura 6.7 – Rappresentazione schematica di una TOC

Il sistema di posa consiste nella realizzazione di un foro sotterraneo che costituirà la sede di infilaggio di una tubazione-camicia in plastica o metallo. Il foro nel sottosuolo viene realizzato mediante l'azione di una fresa rotante posta all'estremità di un treno d'aste.

La realizzazione di nuove tubazioni interrato lungo tracciati predefiniti si basa sulla possibilità di teleguidare dalla superficie la traiettoria della testa di trivellazione. È possibile in questo modo realizzare percorsi prestabiliti, che permettono di raggiungere lo scopo auspicato con tolleranza di pochi centimetri.

6.4 Stazione di consegna

Il collegamento elettrico interrato terminerà presso la stazione elettrica TERNA "SULCIS S/E" e sarà necessario erigere un nuovo stallo per la consegna dell'energia elettrica proveniente dal parco eolico.

È prevista la realizzazione di un'area destinata all'installazione delle apparecchiature in AT, ai relativi collegamenti aerei, comprensiva delle distanze di rispetto, delle barriere di protezione passiva e di quanto previsto per la prevenzione incendi.

Sarà realizzato inoltre un piccolo edificio dedicato alla gestione del parco contenente i quadri di comando e controllo, i servizi per il personale di manutenzione, i servizi ausiliari nonché sistemi di telecomunicazione.

La stazione sarà realizzata secondo le normative edili vigenti, secondo le specifiche tecniche Terna ed in ossequio alle eventuali prescrizioni impartite dagli enti autorizzanti.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 56	Di 61

7 MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

Il parco eolico offshore richiede un'infrastruttura portuale come supporto logistico per le operazioni di manutenzione durante tutto il periodo operativo.

Il cantiere per la manutenzione è essenzialmente una base logistica attraverso la quale transitano mezzi, materiali e uomini impiegati in mare.

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

- locali tecnici per operazioni di stoccaggio, movimentazione pezzi di ricambio, raccolta dei rifiuti e operazioni amministrative (ufficio, sala riunioni, servizi igienici, spogliatoi, etc.);
- un'area di banchina e un molo per l'attracco dei mezzi navali.

7.1 Piano di prevenzione dei rischi

Le operazioni di costruzione e di cantiere saranno regolamentate secondo quanto previsto dalle norme in tema di prevenzione e protezione dai rischi ambientali e del lavoro.

Particolare attenzione sarà posta per i rischi di inquinamento accidentali e sarà implementato un apposito piano. Un apposito servizio dotato di dispositivi anti-inquinamento sarà allestito sia in fase di costruzione che in fase di gestione dell'impianto.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a		
	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 57	Di 61

8 PIANO DI DISMISSIONE

Conformemente alla normativa applicabile, al termine dell'operatività del parco, verosimilmente limitato a 30 anni circa, sarà previsto lo smantellamento dello stesso, il ripristino o la riabilitazione dei luoghi e garantita la reversibilità delle eventuali modifiche apportate all'ambiente naturale e al sito.

Prima della dismissione del parco, sarà effettuato uno studio per valutare gli impatti dello smantellamento e per verificare se non vi sia alcun interesse ambientale a lasciare determinati impianti in loco.

La sequenza delle operazioni di smantellamento delle varie infrastrutture dipenderà dai metodi e dalle tecniche di installazione utilizzate in similitudine con la sequenza invertita delle operazioni di installazione.

8.1 Applicazione dei principi di economia circolare al progetto

Nella redazione del progetto è stato adottato un modello dell'Economia Circolare (CE) al fine di trarre una maggiore tutela ambientale in tutte le fasi di vita del progetto con la consapevolezza che anche la crescita economica generabile dall'uso delle energie rinnovabili è intrinsecamente collegata all'uso ed al riuso delle risorse ed al valore che viene creato quando i prodotti cambiano proprietà lungo tutta la filiera.

A fine vita dell'impianto sarà pertanto possibile recuperare diversi parti e componenti dello stesso secondo i principi citati della CE.

Di seguito sono delineate le risorse maggiormente impiegate nelle OWF e riutilizzabili come materie prime seconde.

Componente dell'installazione	Risorse principali	Posizionamento
WTG – Wind turbine generator	Acciaio	Componenti strutturali navicella, mozzo, trasformatore, parti meccaniche in movimento ecc...
	Fibra di vetro e resine	Pale, cover navicella, mozzo, quadri elettrici
	Ghisa	Navicella e mozzo
	Rame	Componenti navicella, collegamenti elettrici
	Alluminio	Componenti navicella, strutture accessorie ecc...
	Gomma e Plastica	Navicella, Cablaggi elettrici ed idraulici
	Olio idraulico	Componenti meccanici
Torre eolica	Magneti al neodimio	Generatore
	Acciaio	Torre eolica, collegamenti bullonati, flange di connessione
	Alluminio e rame	Cablaggi elettrici, scale, accessori
	Zinco ed altri metalli	Trasformatore, fissaggi ed accessori interni
Fondazione galleggiante	Oli minerali ed altri liquidi	Trasformatore
	Acciaio	Fondazione galleggiante e ballast stabilizzatore, collegamenti bullonati ecc...
Cavi e Protezione cablaggi	Materie plastiche	Parapetti e grigliati delle piattaforme
	Rame	Cavi e collegamenti
	Materiale plastico	Isolamenti e cablaggi
	Inerte (Cls, pietrame)	Protezione cavi

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE	Data Marzo 2020	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 58	Di 61

9 CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma di costruzione può essere riassunto nelle seguenti fasi:

1) Allestimento del cantiere

- Allestimento sulle banchine, installazione di uffici e impianti;
- Ricezione delle componenti e organizzazione degli spazi per lo stoccaggio.

2) Assemblaggio turbina

- assemblaggio delle piattaforme galleggianti;
- varo in mare della piattaforma;
- pre-assemblaggio del rotore;
- montaggio della torre, della navicella e del rotore;
- trasporto della turbina eolica in un secondo spazio per la preparazione dell'installazione (prove preliminari di messa in servizio, finalizzazione della connessione tra il galleggiante e la turbina eolica, ecc.).

3) Assemblaggio sottostazione elettrica galleggiante

- assemblaggio delle piattaforme galleggianti;
- varo in mare della piattaforma;
- allestimento elettrico a terra della sottostazione;
- montaggio della struttura sulla piattaforma galleggiante;
- trasporto sottostazione in un secondo spazio per la preparazione dell'installazione (prove preliminari di messa in servizio, ecc.).

4) Installazioni in mare

- installazione dei sistemi di ancoraggio;
- trasporto in loco delle piattaforme con le turbine eoliche e delle sottostazioni;
- collegamento e tiro degli ancoraggi;
- collegamenti elettrici tra le turbine e la sottostazione;
- verifiche e ispezioni finali;

5) Costruzione delle opere a terra

- sbarco del cavo e opere connesse
- punto di giunzione elettrodotto marino – elettrodotto terrestre;
- elettrodotto terrestre;
- sottostazione elettrica di utenza;
- elettrodotto di collegamento stazione utenza - stazione elettrica RTN.

6) Collaudo e messa in esercizio dell'impianto.

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 59 Di 61

	FASE	Anno I												Anno II												Anno III													
1	Allestimento cantiere																																						
2	Assemblaggio turbine																																						
3	Assemblaggio sottostazioni.																																						
4	Installazioni a mare																																						
5	Costruzione opere a terra																																						
6	Collaudi ed esercizio																																						

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
	PROGETTO PRELIMINARE RELAZIONE TECNICA GENERALE	Data Marzo 2020 Pagina 60 Di 61	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio			

RIFERIMENTI

AMP "Aree Marine Protetete". (s.d.).

Campagna Oceanografica MAGIC IAMC 0511.

CMEMS. (2020). *CMEMS, Copernicus Marine Environment Monitoring Service.* Tratto da <http://marine.copernicus.eu>

DHI. (2020). *MetOcean Data Portal, On demand data and analytics globally.* Tratto da <http://www.metocean-on-demand.com>

EMODnet.

EMODnet. (2020). *EMODnet Bathymetry.* Tratto da <http://www.emodnet-bathymetry.eu>

EMODnet. (2020). *EMODnet Human Activities.* Tratto da <http://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php>

ENEA. (2019). *Mediterranean + Black Sea circulation forecast, run daily.* Tratto da <https://giotto.casaccia.enea.it/mito/>

Falco, L., Pititto, A., Adnams, W., Earwaker, N., & Greidanus, H. (2019). *EU Vessel density map - Detailed Method.* EMODnet.

Forti e Orrù, 1., De Muro e Orrù, 1., Orrù et alii, 2., Solinas e Orrù, 2., Solinas e Auriemma, 2., Antonioli et alii, 2., et al.

GRID Arendal. (2020). Tratto da <https://www.grida.no/resources/5915>

<http://sk.oristano.iamc.cnr.it/maps/309/view>. (s.d.).

http://www.sardegna.territorio.it/documenti/6_83_20070522140557.pdf. (s.d.).

IEA, marzo 2015.

INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.

MARIN. *Report No.18591.620/TECH_DOC/2 - Contact drift model.* MARIN.

MarineTraffic. (2019). *MarineTraffic: Global ship tracking intelligence.* Tratto da <http://www.marinetraffic.com>

Rawson, A., & Rogers, E. (2015). Assessing the impacts to vessel traffic from offshore wind farms in the Thames estuary. *Scientific Journal of the Maritime University of Szczecin*, 99-107.

SARDEGNA: *La pesca e la biodiversità.* (s.d.). Tratto il giorno 2020 da <https://www.politicheagricole.it/flex/files/2/0/7/D.8743529b56b33db7f7e6/cap2.pdf>

SSPA Sweden AB. (2008). *Methodology for assessing risks to ship traffic from offshore wind farms.* SSPA.

Technical University of Denmark (DTU). (2020). *Global Wind Atlas.* Tratto il giorno Marzo 2020 da <https://globalwindatlas.info/>

Vinnem, J.-E. (2014). *Offshore risk assessment.* Londra: Springer.

Web Map di DGSUNMIG - MISE - Direzione generale per la sicurezza anche ambientale delle attività minerarie ed energetiche DGS-UNMIG. (s.d.).

ZTB "Zone di Tutela Biologica". (s.d.).

 Ichnusa wind power srl	PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE	Documento F0119G.R01.RELGEN.00.a	
iLStudio. Engineering & Consulting Studio	PROGETTO PRELIMINARE		Data Marzo 2020
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 61	Di 61

Il presente documento, composto da n. 61 pagine è protetto dalle leggi nazionali e comunitarie in tema di proprietà intellettuali delle opere professionali e non può essere riprodotto o copiato senza specifica autorizzazione del Progettista.

Taranto, Marzo 2020

Dott. Ing. Luigi Severini