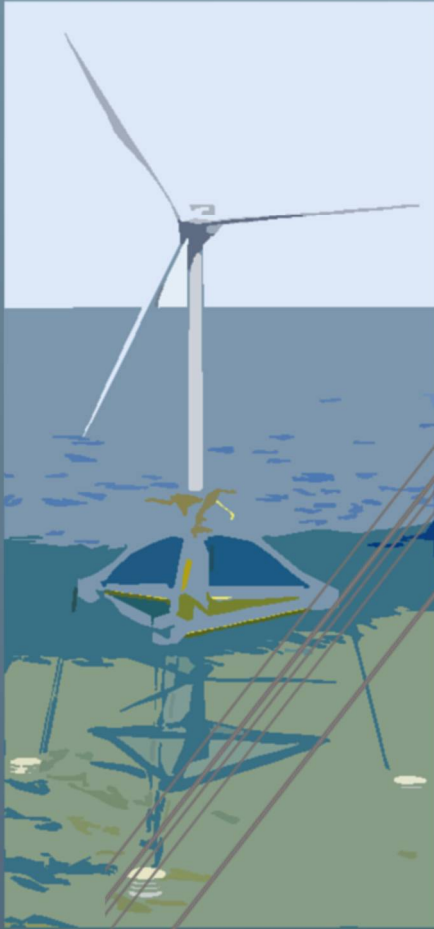




Ichnusa wind power srl

Progetto Definitivo

**PARCO EOLICO FLOTTANTE
NEL MARE DI SARDEGNA
SUD OCCIDENTALE**



GR01

C0421GR01RELGEN00a

**Ministero dell'Ambiente
e della Sicurezza Energetica**

Ministero della Cultura

**Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti**

*Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale
ex D.lgs. 152/2006*

*Domanda di Autorizzazione Unica
ex D.lgs. 387/ 2003*

*Domanda di Concessione Demaniale Marittima
ex R.D. 327/1942*

RELAZIONE GENERALE

Progetto
Dott. Ing. Luigi Severini
Ord. Ing. Prov. TA n.776

Elaborazioni
iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**



00	Marzo 2023	Emesso per approvazione		
REV	DATA	DESCRIZIONE		

Codice:

C	0	4	2	1	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

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
I di VII

SOMMARIO

1. PREMESSA	1
1.1. La sfida energetica.....	1
1.2. Il programma di sviluppo delle energie rinnovabili nell'Unione Europea e in Italia.....	1
2. UBICAZIONE DEL PARCO EOLICO ED INQUADRAMENTI	4
2.1. Contesto amministrativo	8
2.2. Inquadramento ambientale, urbanistico e normativo.....	8
2.2.1. Inquadramento geologico e geomorfologico.....	8
2.2.2. Caratterizzazione batimetrica e morfologica	9
2.2.3. Inquadramento sismico.....	11
2.2.4. Inquadramento idrologico.....	13
2.2.5. Siti contaminati	16
2.2.6. Inquadramento degli habitat e dei biotipi.....	18
2.2.7. Vincoli derivanti dalle attività economiche della pesca.....	26
2.2.8. Zone interdette alla pesca ed alla navigazione e ancoraggio.....	27
2.2.9. Asservimenti derivanti dalla attività aeronautiche civili e militari	27
2.2.10. Aree sottoposte a restrizioni di natura militare	29
2.2.11. Asservimenti infrastrutturali	30
2.2.12. Zone marine aperte alla ricerca di idrocarburi.....	31
2.2.13. Piani di gestione dello spazio marittimo italiano	32
2.2.14. Piano paesaggistico della Regione Sardegna.....	33
3. ARCHITETTURA ED ELEMENTI COSTITUTIVI DEL PROGETTO	39
3.1. Sezione marittima.....	40
3.1.1. Turbina eolica	40
3.1.2. Sottostazione elettrica di trasformazione offshore (FOS).....	42
3.1.3. Fondazione galleggiante	43
3.1.4. Sistema di ormeggio e ancoraggio	45
3.1.5. Cavo marino inter-array	46
3.1.6. Elettrodotto marino di esportazione	47
3.2. Sezione terrestre.....	53
3.2.1. Punto di giunzione.....	53
3.2.2. Elettrodotto terrestre di esportazione.....	55
3.2.3. Sottostazione elettrica di trasformazione, misura e consegna	57
3.2.4. Elettrodotto terrestre di connessione.....	57
3.2.5. Nuova sezione 380kV della stazione RTN TERNA Sulcis	58
3.2.6. Elettrodotto aereo 380 kV, sostituzione della tratta 220 kV Sulcis – Villasor.....	59
3.2.7. Stazione elettrica di smistamento Villasor 380.....	61
3.2.8. Elettrodotto aereo 380kV in doppia terna Villasor 380 – Ittiri Selargius.....	61
4. MODALITÀ DI COSTRUZIONE	63
4.1. Parte a mare	63



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione Generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina II di VII

4.2. Parte a terra.....	65
5. MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO E MANUTENZIONE.....	70
5.1.1. Manutenzione delle componenti del BoP (Balance of Plant).....	70
6. PIANO DI DISMISSIONE.....	72
6.1. Parte a mare.....	72
6.2. Parte a terra.....	73
7. CRONOPROGRAMMA.....	74



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
III di VII

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 - Maggiori emettitori di CO ₂ in UE.....	2
Figura 1.2 - Domanda di elettricità in UE da settembre 2022.....	3
Figura 2.1 – Ubicazione impianto offshore su mappa batimetrica.....	4
Figura 2.2 – Schema concettuale dell'impianto.....	6
Figura 2.3 – Ubicazione opere in progetto.....	7
Figura 2.4 – Settore centrale dell'area WP1A indagata derivanti da MBES e SSS.....	10
Figura 2.5 – Settore centrale dell'area ECC delle indagini WP1B derivanti da MBES e SSS.	11
Figura 2.6 - Zonazione sismogenetica ZS.4 (aprile 1996).....	13
Figura 2.7 – Tracciato degli elettrodotti su reticolo idrografico superficiale.....	14
Figura 2.8 – Inquadramento del SIN Sulcis–Iglesiente–Guspinese con dettaglio dell'area industriale di Portovesme.....	17
Figura 2.9 – Ubicazione delle opere a progetto rispetto ai siti Natura 2000.....	19
Figura 2.10 – Carta degli Habitat della Sardegna – Vista 1.....	21
Figura 2.11 – Carta degli Habitat della Sardegna – Vista 2.....	22
Figura 2.12 – Carta della Valore Ecologico della regione Sardegna.....	23
Figura 2.13 – Carta della Sensibilità Ecologica della regione Sardegna.....	24
Figura 2.14 – Carta della Pressione Antropica della regione Sardegna.	24
Figura 2.15 – Carta della Fragilità Ambientale della regione Sardegna.....	25
Figura 2.16 – Inquadramento area di intervento su mappatura IBA e RAMSAR.....	26
Figura 2.17 – Carta VFR ENAV ENR 6.1–15.	28
Figura 2.18 – Parco eolico nel Mar di Sardegna. Individuazione aree regolamentate al volo militare.....	28
Figura 2.19 – Ubicazione parco eolico su stralcio carta delle aree normalmente dedicate ad esercitazioni navali di tiro e spazio aereo soggetto a restrizioni.....	30
Figura 2.20 – Ubicazione parco eolico su planimetria gasdotti nell'area del Mar di Sardegna.....	31
Figura 2.21 – Zone marine aperte alla ricerca e coltivazione di idrocarburi.....	32
Figura 2.22 – Parco eolico su delimitazione e zonazione interna dell'area “Tirreno-Mediterraneo Occidentale”.	33
Figura 2.23 – Ambito di paesaggio n.6 “Carbonia e Isole Sulcitane”.....	34
Figura 2.24 – Ambito di paesaggio n.7 “Bacino Metallifero”	35
Figura 2.25 – Assetto Ambientale dell'area di intervento.....	36
Figura 2.26 – Assetto Storico Culturale dell'area di intervento.	37
Figura 2.27 – Assetto insediativo dell'area di intervento.....	38
Figura 3.1 – Architettura elettrica del progetto.....	39
Figura 3.2 – Sottostazione elettrica galleggiante FOS. Concept costruttivo.....	42



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
IV di VII

Figura 3.3 – Sottostazione elettrica galleggiante FOS. Concept costruttivo, principali componenti elettrici. . .	43
Figura 3.4 – Fondazione galleggiante TetraSub®	44
Figura 3.5 – Elementi della fondazione TetraSub®	44
Figura 3.6 – Sistema di ormeggio e schematizzazione del sistema di ancoraggio a pali.	46
Figura 3.7 – Costruzione tipica di un cavo dinamico.	47
Figura 3.8 – Costruzione tipica di un cavo statico.	48
Figura 3.9 – Tipico di posa interrata dell'elettrodotto marino.	49
Figura 3.10 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in massi naturali.	50
Figura 3.11 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione a materassi in cls.	50
Figura 3.12 – Esempio di utilizzo di materassi zavorrati per interventi di reimpianto di Posidonia oceanica. . .	51
Figura 3.13 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in elementi tubolari modulari.	51
Figura 3.14 – Esempio di posa con protezione in elementi modulari tubolari.	52
Figura 3.15 – Esempio di materassi reattivi per applicazioni in aree contaminate e reimpianto di Posidonia Oceanica.	53
Figura 3.16 – Punto di giunzione.	54
Figura 3.17 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.	55
Figura 3.18 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in trincea con terne accoppiate.	56
Figura 3.19 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in trincea con terna singola.	56
Figura 3.20 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in controtubo con metodologia TOC.	56
Figura 3.21 – Sottostazione di trasformazione e consegna e nuova sezione 380 kV della stazione RTN “Sulcis”	57
Figura 3.22 – Planimetria elettromeccanica della nuova sezione 380 kV della stazione elettrica RTN TERNA Sulcis.	59
Figura 3.23 – Sostegno 380 kV semplice terna.	60
Figura 3.24 – Ubicazione nuova stazione elettrica di smistamento Villasor 380.	61
Figura 3.25 – Sostegno 380 kV a fusto piramidale doppia terna.	62



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione Generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina V di VII

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2.1 – Coordinate strutture offshore per la soluzione di layout proposta.....	5
Tabella 2.2 – Principali caratteristiche delle opere in progetto.....	7
Tabella 2.3 – Classificazione sismica del territorio nazionale.....	12
Tabella 3.1 – Caratteristiche generali della turbina eolica.....	40
Tabella 3.2 – Caratteristiche generali del sistema di ormeggio e ancoraggio.....	46
Tabella 3.3 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali della rete inter-array.....	47
Tabella 3.4 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto marino di esportazione.....	48
Tabella 3.5 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto di esportazione terrestre.....	55
Tabella 3.6 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto terrestre di connessione.....	58
Tabella 3.7 – Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto ST.....	60
Tabella 3.8 – Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto DT.....	62



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
VI di VII

INDICE DELLE VOCI

AHTS	Anchor Handling Tug Supply
AIS	Automatic Identification System
BAT	Best Available Technology
BoP	Balance of Plant
CBRA	Cable Burial Risk Assessment
CENELEC	Comité Européen de Normalisation en Électronique et en Électrotechnique
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CTV	Crew Transfer Vessel
DGPS	Differential GPS
ECC	Export Cable Corridor
ENAC	Ente Nazionale per l'Aviazione Civile
ENAV	Ente Nazionale per l'Assistenza al Volo
FER	Fonti energetiche Rinnovabili
FOS	Floating Offshore Substation
FOU	Floating Offshore Unit
FOWF	Floating Offshore Wind Farm
GIS	Gas-Insulated Switchgear
GPS	Global Positioning System
HDPE	High Density PolyEthylene
IALA	International Association of Lighthouse Authorities
IAMC	Integrated Assessment Modeling Consortium
IBA	Important Bird Areas
IEA	International Energy Agency
IEC	International Electrotechnical Commission
INGV	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
MAG	MAGnetometer
MaGIC	Marine Geohazards along the Italian Coasts
MBES	MultiBeam EchoSounder
MCS	Mercalli – Cancani – Sieberg (Scala macrosismica)
MPSV	Multi Purpose Service Vessel
NTA	Norme Tecniche di Attuazione
O&M	Operation & Maintenance



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
VII di VII

Ofec	Offshore export cable
Oncc	Onshore connection cable
Onec	Onshore export cable
PNIEC	Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima
PPR	Piano Paesaggistico Regionale
ROV	Remotely Operated Veichle
ROUV	Remotely Operated Underwater Veichle
RTN	Rete Trasmissione Nazionale
SE	Stazione Elettrica
SIA	Studio di Impatto Ambientale
SIC	Siti di Interesse Comunitario
SIN	Siti di Interesse Nazionale
SO	Stiesdal Offshore
SSS	Side Scan Sonar
STATCOM	Static Synchronous Compensator
TJB	Transition Joint Bay
TOC	Trivellazione Orizzontale Controllata
UE	Unione Europea
UHR (SBP)	Ultra High Resolution (Sub Bottom Profiler)
VIA	Valutazione di Impatto Ambientale
WTG	Wind Turbine Generator
XLPE	Cross-Linked PolyEthylene
ZPE	Zona di Protezione Ecologica
ZPS	Zone di Protezione Speciale
ZSC	Zone Speciali di Conservazione



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
1 di 76

1. PREMESSA

1.1. La sfida energetica

La crescita demografica e le progressive digitalizzazione ed elettrificazione dei vari settori dell'economia comporteranno un incremento rilevante della domanda di energia elettrica negli anni a venire, soprattutto alla luce di nuovi usi finali in via di sviluppo, come quelli legati alla mobilità elettrica. L'International Energy Agency (IEA) aveva previsto anche la possibilità di un raddoppiamento della domanda entro il 2050. Tuttavia, nel World Energy Outlook 2022 (IEA, 2022), l'IEA ha mostrato delle prospettive differenti, dovute all'attuale crisi energetica che, senza precedenti, ha colpito i Paesi di tutto il mondo, e, in particolare, quelli del territorio europeo. Infatti, dopo l'inizio del conflitto russo-ucraino, che ha gravato fortemente sul processo di ripresa economica post Covid-19, la crisi continua a determinare un costante rimodellamento delle tendenze legate alla domanda energetica, in quanto i consumatori devono adeguare le proprie abitudini al prezzo dell'energia, e, per la prima volta nell'ultimo decennio, ciò ha determinato l'aumento dei soggetti senza accesso ad energia moderna. Sono state (e continuano ad essere) ingenti le pressioni inflazionistiche, a cui consegue un incombente rischio di recessione, oltre che importanti guadagni per i produttori di combustibili fossili (con un introito di 2000 miliardi di dollari in più rispetto al loro utile netto del 2021).

Gli aumenti dei prezzi hanno inciso in maniera preponderante sulle famiglie meno abbienti, le quali devono ora dedicare una percentuale maggiore del proprio budget ai consumi energetici, con la conseguente limitazione, in alcuni casi, di quella destinata all'approvvigionamento alimentare. È chiaro, dunque, che tale situazione risulta drammatica al livello sociale ed è causa di un grave impoverimento economico, che potrebbe comportare l'utilizzo di sistemi energetici poco salutari e non ecologici in ambito domestico (ad esempio, l'utilizzo della legna per cucinare o per riscaldare gli ambienti).

Nell'ultimo anno si è assistito, infatti, ad un susseguirsi di politiche emergenziali focalizzate sull'accelerazione del raggiungimento degli obiettivi energetici già fissati a livello nazionale, unionale ed internazionale. Lo scopo primario si desume dalla commistione di due obiettivi principali: la realizzazione del processo di transizione energetica del sistema economico e il raggiungimento dell'indipendenza e della sicurezza energetica.

Tuttavia, si è dinanzi ad un bivio, in quanto la necessità di interventi urgenti potrebbe mettere a rischio il raggiungimento di tali obiettivi, così rallentando di molto il processo di decarbonizzazione.

Attualmente, sembrerebbe che le politiche emergenziali puntino sulla semplificazione dei procedimenti di sviluppo e di incremento degli impianti produttivi da fonti rinnovabili, proprio in quanto le migliori soluzioni all'attuale crisi energetica coincidono con quelle necessarie per combattere il fenomeno del cambiamento climatico. Tuttavia, è di fondamentale importanza che tali misure, per quanto urgenti, possano comunque risultare efficaci nel lungo periodo e contribuire alla realizzazione di un sistema energetico più sicuro, sostenibile e accessibile.

1.2. Il programma di sviluppo delle energie rinnovabili nell'Unione Europea e in Italia

L'Unione Europea è al quarto posto al mondo per il settore energetico con più emissioni di CO₂, con ben 712 milioni di tonnellate solo nel 2022, ovvero il 5.7% delle emissioni totali a livello globale (EMBER, 2023).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

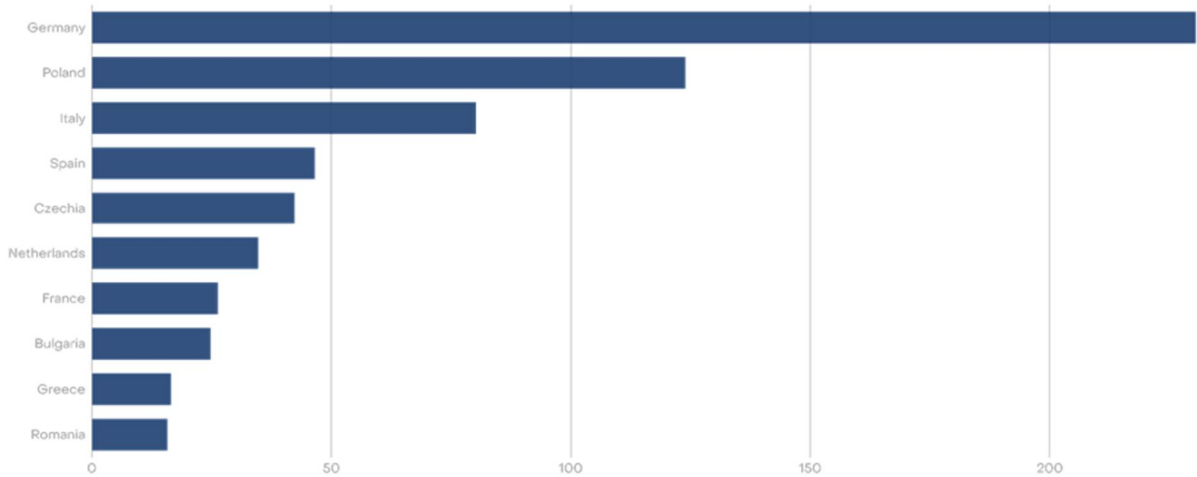
Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
2 di 76

EU's largest power sector emitters

Total emissions (mtCO₂)



Source: Ember

EMBER

Figura 1.1 - Maggiori emettitori di CO₂ in UE.
Fonte: EMBER, European Electricity Review 2023.

Nello stesso anno, l'energia prodotta dal sole e dal vento ha generato ben oltre un quinto del mix energetico totale (22%), superando per la prima volta i gas fossili (20%) e restando al di sopra dell'energia prodotta dal carbone (16%).

Nonostante ciò, l'energia elettrica italiana è ancora dominata dal gas fossile, che rappresenta circa il 50% del suo mix elettrico. In particolare, attualmente si registra il maggior incremento di produzione elettrica da gas naturale all'interno dell'Unione Europea. Per quanto concerne, invece, il carbone, si tratta di una fonte che rappresenta ancora il 5% del mix energetico e che l'Italia punta ad eliminare entro il 2025 (EMBER, 2022). Con particolare riferimento al sistema energetico sardo, TERNA ha affermato la necessità di sostenere la *phase-out* da carbone tramite l'incremento di nuova capacità produttiva, da concentrarsi soprattutto nelle aree del sud della Regione. Appare, dunque, fondamentale accompagnare la programmazione della dismissione di tali impianti con l'aumento della capacità energetica da fonte rinnovabile, attraverso un approccio strategico trasversale in grado di tutelare tutti gli interessi coinvolti, a partire da quelli sanitari legati al cambiamento climatico fino ad arrivare a quelli occupazionali connessi alla dismissione degli impianti a carbone. Infatti, la Sardegna è un territorio ricco di potenzialità, che, tuttavia, necessita di richiamare i giovani "cervelli in fuga" (fenomeno ormai drammatico per la Regione), offrendo loro la prospettiva di un'alta qualità della vita.

La domanda di energia elettrica nazionale ha subito una diminuzione rapida, in particolare con un calo del 7.9% nel quarto trimestre del 2022 rispetto allo stesso periodo del 2021. Si tratta di una tendenza osservata relativamente a tutti i Paesi dell'Unione e che, con ogni probabilità, è da ricondursi in parte all'innalzamento delle temperature dei mesi autunnali, in parte alla crisi energetica degli ultimi due anni e ai problemi di accessibilità dalla stessa causati. Ciò ha condotto ad un vero e proprio mutamento del comportamento dei consumatori, che intendono risparmiare sugli ingenti costi degli usi energetici.

È difficile prevedere la durata di questo cambiamento, che rappresenta la primaria causa di diminuzione della produzione di energia da carbone e da gas fossili. Tuttavia, si tratta pur sempre di una situazione temporanea, che verrà probabilmente superata alla luce degli obiettivi di elettrificazione degli usi (finali e non), che da tempo l'Unione Europea e l'Italia auspicano e che condurrà ad un nuovo incremento della domanda di energia elettrica. Dunque, il provvisorio calo della richiesta energetica non deve comportare un rallentamento dell'implementazione e incremento degli impianti rinnovabili, essendo necessario l'adeguamento del sistema elettrico, nazionale ed europeo, per poter ospitare il futuro aumento della domanda energetica.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
3 di 76

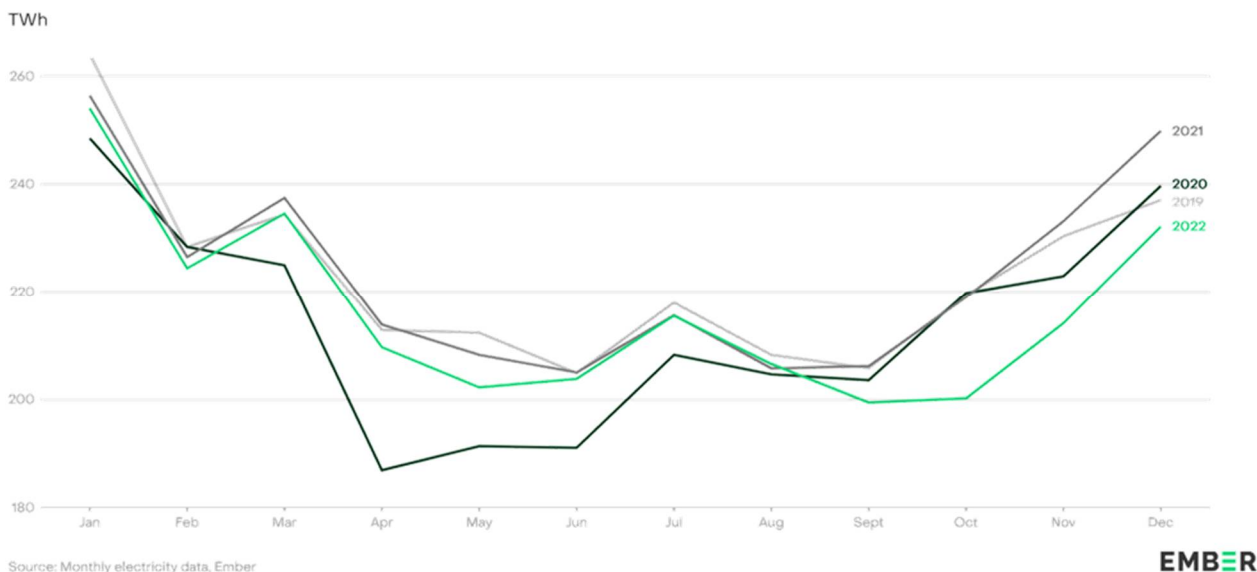


Figura 1.2 - Domanda di elettricità in UE nel 2022.

Fonte: EMBER, European Electricity Review 2023.

Quello descritto rappresenta lo scenario di partenza che ha condotto il Governo italiano a fissare l'obiettivo del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili pari al 30%, tramite l'approvazione del PNIEC che si basa sul perseguimento di un percorso di crescita sostenibile che miri alla completa integrazione di tali fonti all'interno del sistema energetico. In particolare, l'obiettivo per il 2030 prevede un consumo finale lordo di energia di 111 Mtep, di cui circa 33 Mtep da fonti rinnovabili.

È doveroso evidenziare, inoltre, che gli impianti rinnovabili in esercizio hanno svolto un ruolo cardine all'interno della risposta europea e italiana alla crisi energetica dovuta al conflitto russo-ucraino. In particolare, è stato registrato un record di generazione di elettricità da fonte solare, con un aumento di 39 TWh (+24%) all'interno del territorio dell'Unione, quasi raddoppiando la produzione avuta sino ad ora. Ciò mostra le enormi potenzialità che gli impianti da fonti pulite hanno nel rendere indipendenti i Paesi europei. Tuttavia, è noto che non sia possibile puntare solo su una determinata fonte energetica e ciò per due ordini di ragioni: in primo luogo, le fonti rinnovabili sono caratterizzate dalla non programmabilità e dalla intermittenza, rendendo così necessaria l'integrazione di sistemi di accumulo dell'energia prodotta; in secondo luogo, l'energia solare fotovoltaica richiede l'utilizzo di molto spazio e, soprattutto, di suolo, che, di conseguenza, sarebbe sottratto ad altri usi parimenti importanti. Si tratta di caratteristiche che accomunano molti impianti di produzione energetica pulita e che, pertanto, rendono necessaria una strategia di decarbonizzazione che si basi sull'integrazione di molteplici tecnologie di produzione rinnovabile, anche alla luce delle peculiarità che caratterizzano il territorio italiano.

L'eolico offshore, in questo periodo storico, è una delle risposte più robuste alle necessità ed ai piani nazionali; come indicato infatti nel PNIEC, si è posto di raggiungere nel 2030 una produzione eolica offshore pari a 900 MW, apportando benefici in termini di decarbonizzazione della produzione di energia elettrica e creandone altri in termini di occupazione e crescita. Tuttavia, per conseguire tale obiettivo, il settore ha bisogno di un imponente cambiamento di scala in pochi anni, ad una velocità che non ha precedenti nello sviluppo di altre tecnologie energetiche.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
4 di 76

2. UBICAZIONE DEL PARCO EOLICO ED INQUADRAMENTI

La produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili (FER) è un *leitmotiv* nell'ambito di pianificazione energetica sia a livello comunitario che nazionale e regionale, strettamente connesso al concetto ormai fondamentale di transizione verde o ecologica, ovvero al processo di decarbonizzazione.

Nonostante le spinte a livello governativo nazionale, l'eolico offshore è poco sviluppato in Italia (l'unico impianto da 30 MW operativo è nella rada esterna del Porto di Taranto) a causa principalmente della vicinanza alla costa di buona parte dei progetti proposti, caratteristica che ha determinato reazioni negative da parte dell'opinione pubblica e degli enti competenti per il rilascio delle autorizzazioni necessarie. Tale vicinanza era inevitabile e giustificata dalla tecnologia delle fondazioni, che non permetteva l'installazione delle turbine in fondali profondi.

Tuttavia negli ultimi anni ha preso piede l'utilizzo di tecnologie con fondazioni galleggianti, che hanno catturato l'attenzione del mondo scientifico e dei maggiori "player" industriali del settore, permettendo lo sfruttamento della risorsa eolica anche al largo delle coste, in siti caratterizzati da batimetrie elevate e da maggiori producibilità. Pertanto l'introduzione di una piattaforma galleggiante come struttura di supporto è un elemento chiave che permette di realizzare un parco eolico a grande distanza dalla costa, anche al fine di evitare interferenze con il paesaggio, la pesca, l'ambiente ed ogni altra attività costiera.

In questo scenario ben si pone la volontà della società proponente di realizzare un parco eolico offshore nel Mar di Sardegna sud-occidentale costituito da 42 aerogeneratori aventi potenza nominale di 12 MW ciascuno, per una potenza da installare di 504 MW, che consentirà una produzione a regime fino a 1647 GWh/anno, corrispondenti al fabbisogno annuale di circa 610 mila famiglie, consentendo di evitare la produzione di oltre 500 mila ton/anno di emissioni di CO₂.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ubicazione impianto offshore su mappa batimetrica - Tracciati rete IAC ed elettrodotto Ofec

Elaborazione iLStudio su dati campagna geofisica FUGRO / NEXTGeo

LEGENDA

Strutture e impianti

— Rete inter-array IAC 66kV

— Elettrodotto di esportazione Ofec 220kV

• WTG

• FOS

Livello batimetrico, mMSL

-800 mMSL

0 mMSL

Figura 2.1 – Ubicazione impianto offshore su mappa batimetrica.

Elaborazione iLStudio su dati campagna geofisica FUGRO/NEXTGeo.

L'area individuata per la localizzazione del parco è stata selezionata escludendo zone protette e/o aree ritenute



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
5 di 76

di pregio naturalistico, ovvero ecosistemi ricchi di biodiversità e connotati da un'alta produttività biologica, di grande importanza per le attività legate alla conservazione delle specie e alla pesca.

L'utilizzo delle tecnologie di fondazione sopra menzionate ha permesso di posizionare il parco eolico in un'area marina con fondali profondi tra circa 300 e 700 m, laddove sui fondali si riscontra un decremento delle biocenosi legato ad una minore penetrazione della luce solare attraverso la colonna d'acqua.

Tabella 2.1 – Coordinate strutture offshore per la soluzione di layout proposta.

Coordinate secondo EPSG32632 UTM 32N.

ID struttura	Easting	Northing	ID struttura	Easting	Northing	ID struttura	Easting	Northing
WTG01	398152	4342533	WTG15	396063	4356466	WTG29	402048	4353683
WTG02	400137	4365178	WTG16	396895	4354301	WTG30	400164	4362816
WTG03	393181	4355443	WTG17	397726	4352147	WTG31	400275	4360409
WTG04	394013	4353278	WTG18	398557	4349997	WTG32	401825	4358513
WTG05	394844	4351124	WTG19	399389	4347839	WTG33	402658	4356356
WTG06	395674	4348973	WTG20	397504	4356973	WTG34	401604	4363324
WTG07	396505	4346815	WTG21	398337	4354808	WTG35	402436	4361171
WTG08	397334	4344660	WTG22	399169	4352654	WTG36	403266	4359021
WTG09	394623	4355950	WTG23	400000	4350504	WTG37	404099	4356864
WTG10	395455	4353784	WTG24	401424	4351049	WTG38	403036	4363878
WTG11	396287	4351630	WTG25	398946	4357488	WTG39	403868	4361725
WTG12	397117	4349480	WTG26	400606	4353175	WTG40	404699	4359575
WTG13	397949	4347322	WTG27	400387	4357995	WTG41	405113	4362160
WTG14	398778	4345167	WTG28	401219	4355838	WTG42	406140	4360083

L'opera in oggetto, così come mostrato nello schema in Figura 2.2, si sviluppa secondo una componente a mare (sezione offshore), dedicata prevalentemente alla produzione di energia, ed una a terra (sezione onshore) destinata al suo trasporto e immissione nella rete elettrica nazionale.

Ciascun aerogeneratore (*Wind Turbine Generator* – WTG) sarà costituito da un rotore tripala con diametro fino a 255 m calettato su torre ad una quota sul livello medio mare fino a 155 m. L'energia elettrica prodotta dalle turbine alla tensione di 66 kV sarà collettata attraverso una rete di cavi marini inter-array (*Inter-array cable* - lac) e convogliata verso due sottostazioni elettriche offshore galleggianti (*Floating Offshore Substation* - FOS) per l'elevazione di tensione al livello 220 kV. Il trasporto dell'energia verso la terraferma avverrà con un elettrodotto di esportazione sottomarino (*Offshore export cable* - Ofec) fino ad un punto di giunzione a terra (*Transition Junction Bay* - TJB). L'energia sarà quindi trasportata, mediante elettrodotto di esportazione interrato (*Onshore export cable* - Onec), presso una sottostazione elettrica di trasformazione e consegna in località Portovesme, ove sarà effettuata l'elevazione della tensione nominale da 220kV a 380kV. Da qui, un breve elettrodotto interrato di connessione (*Onshore connection cable* - Oncc), permetterà il collegamento alla nuova sezione a 380kV all'interno della esistente stazione TERNA Sulcis.

Il progetto comprende la sostituzione dell'esistente elettrodotto aereo a 220 kV "Sulcis-Villasor" attraverso la costruzione di un nuovo elettrodotto a 380 kV che, seguendo il tracciato della linea esistente, unirà le stazioni di "Sulcis" e la nuova stazione elettrica Villasor 380 e raccorderà questa alla dorsale regionale 380 kV Ittiri-Selargius. Gli interventi di riqualificazione e ammodernamento della linea, oltre a consentire l'immissione in rete dell'energia prodotta dal parco, costituiranno anche una opportunità per ulteriori iniziative di produzione di energia da fonte rinnovabile, nonché il miglioramento dei servizi elettrici al territorio del Sulcis aumentandone l'efficienza e la fruibilità.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
6 di 76

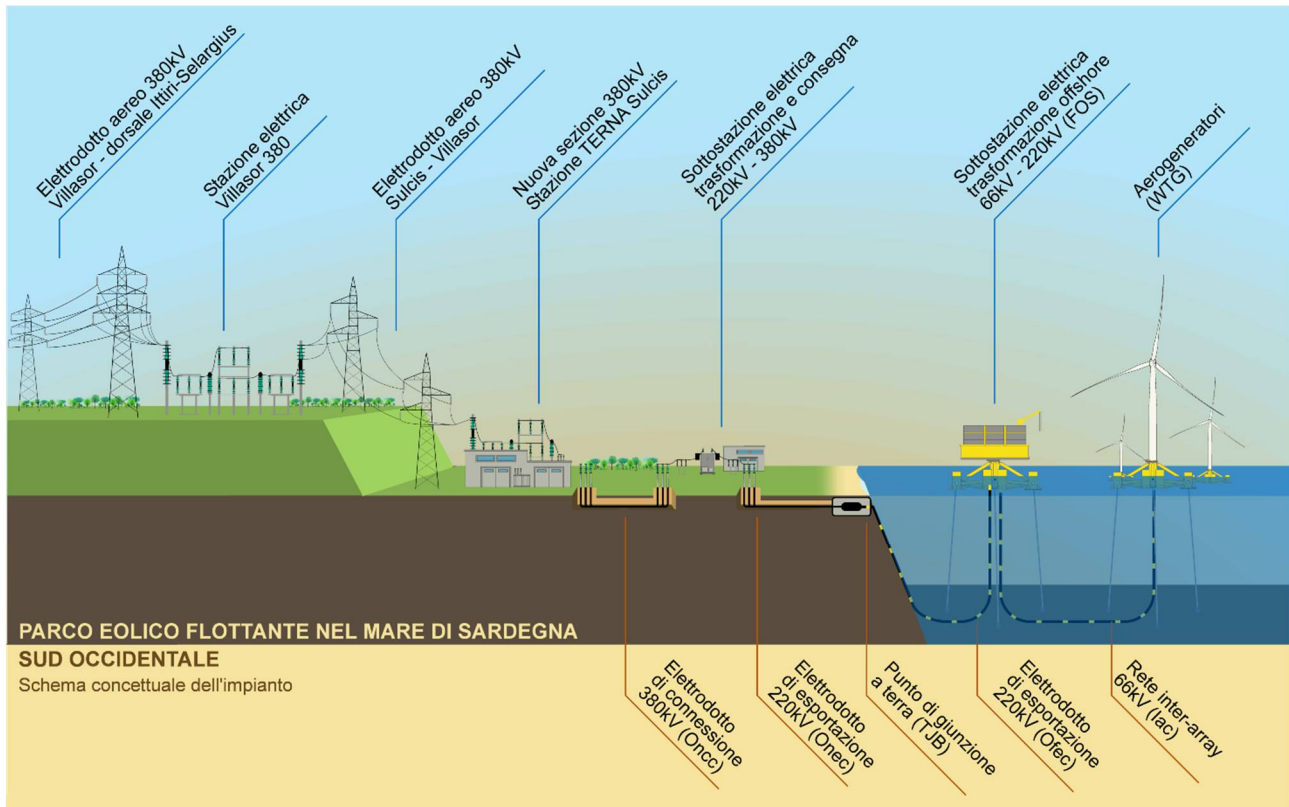


Figura 2.2 – Schema concettuale dell'impianto.

Elaborazione iLStudio.

Il progetto, nella sua completezza, prevede l'utilizzazione:

- della Piattaforma Continentale Italiana, ai fini dell'installazione delle turbine eoliche, delle sottostazioni di trasformazione offshore e dell'elettrodotto di esportazione marino;
- del mare territoriale, per il passaggio dell'elettrodotto di esportazione marino sino alla terraferma;
- di una porzione di territorio regionale sardo confinato all'interno della Provincia Sud Sardegna, per il passaggio dell'elettrodotto di esportazione terrestre, di quello di connessione, delle stazioni elettriche e degli elettrodotti aerei.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

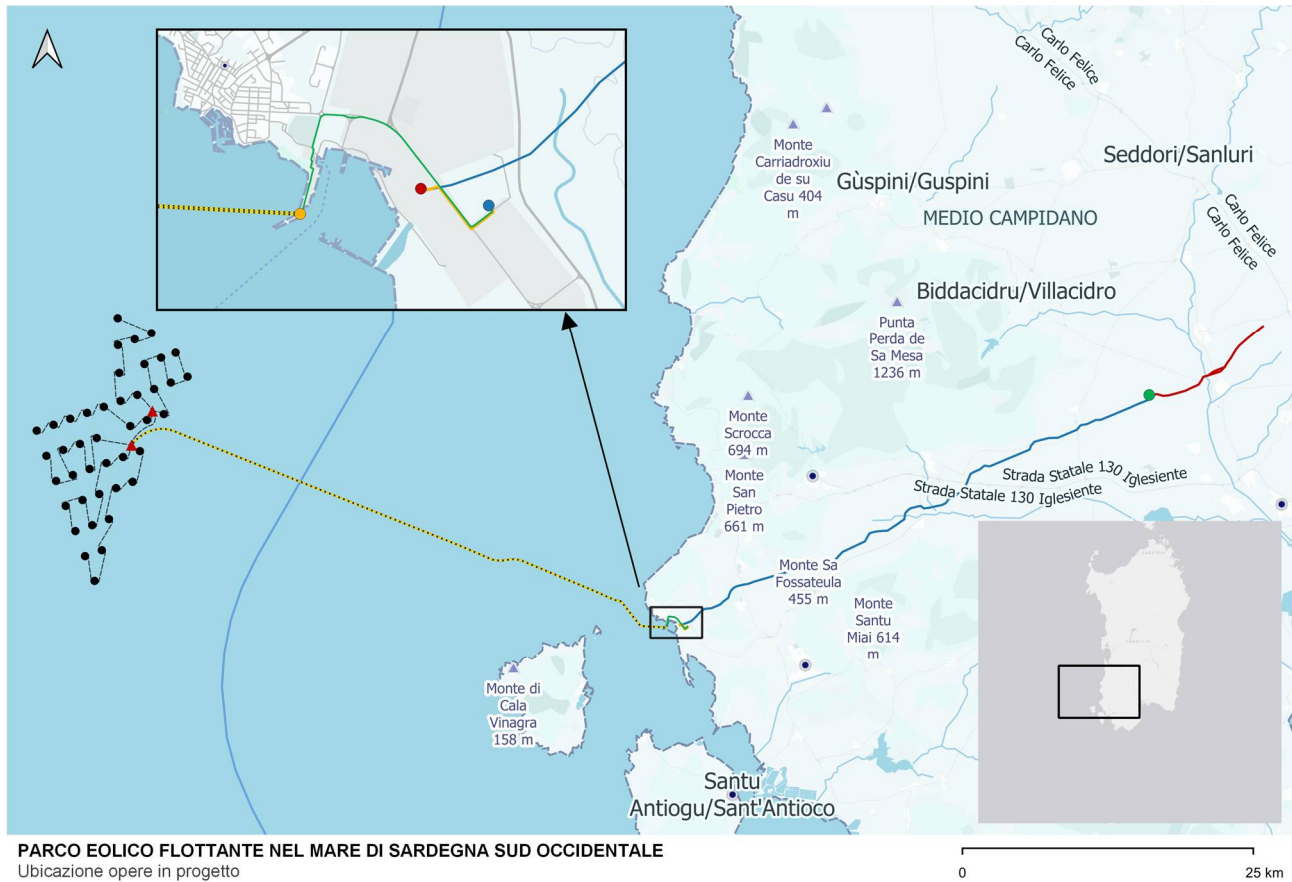
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
7 di 76



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ubicazione opere in progetto

LEGENDA

- Turbina eolica
- ▲ FOS
- Cavo inter-array
- Elettrodotto marino di esportazione
- TJB
- Elettrodotto terrestre di esportazione
- Elettrodotto terrestre di connessione
- Sottostazione di trasformazione e consegna
- Nuova sezione 380kV stazione TERNIA Sulcis
- Elettrodotto aereo 380kV ST
- Stazione Villasar 380
- Elettrodotto aereo 380kV DT

Figura 2.3 – Ubicazione opere in progetto.

Elaborazione iLStudio.

Nella tabella seguente si riportano alcune caratteristiche principali dell'impianto.

Tabella 2.2 – Principali caratteristiche delle opere in progetto.

Elaborazione iLStudio.

Elemento	Caratteristiche - Valore
Numero turbine	42
Numero sottostazioni elettriche offshore	2
Potenza nominale impianto	504 MW
Producibilità impianto	1647 GWh/anno (consumo 610 mila abitazioni)
Profondità fondale area parco	300 - 700 m
Lunghezza rete cavi inter-array (in pianta)	~ 98 km
Lunghezza elettrodotto di esportazione marino (in pianta)	~ 126 km (2x63km)
Lunghezza elettrodotto di esportazione terrestre (in pianta)	~ 3 km
Lunghezza elettrodotto di connessione terrestre (in pianta)	~ 0.9 km
Lunghezza elettrodotti aerei (in pianta)	~ 60 km
Ubicazione stazione di trasformazione e consegna	Portoscuso (SU)
Ubicazione stazione di smistamento Villasar 380	Villasor (SU)
Porto individuato per la costruzione	Oristano
Porto individuato per la manutenzione	Oristano/Portoscuso



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 8 di 76

2.1. Contesto amministrativo

La realizzazione e l'esercizio di un parco eolico offshore necessita del rilascio di molteplici titoli autorizzativi, che mirano a garantire la tutela ed il bilanciamento dei vari interessi coinvolti.

L'art. 12 del D.lgs. 387/2003 dispone che *"le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti"* e che *"per gli impianti off-shore, incluse le opere per la connessione alla rete, l'autorizzazione è rilasciata dal Ministero della transizione ecologica di concerto il Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili e sentito, per gli aspetti legati all'attività di pesca marittima, il Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali, nell'ambito del provvedimento adottato a seguito del procedimento unico di cui al comma 4, comprensivo del rilascio della concessione d'uso del demanio marittimo"*.

Infatti, il progetto prevede la necessità del rilascio della Concessione Demaniale Marittima di cui all'art. 36 del R.D. 327/1942, affinché sia garantito l'uso dello specchio acqueo interessato dall'installazione del parco eolico e dalla posa del cavo di esportazione.

Inoltre, con la recente emanazione del D.L. n. 13/2023, il comma 4 dell'art. 12 ad oggi dispone che *"l'autorizzazione di cui al comma 3 è rilasciata a seguito di un procedimento unico, al quale partecipano tutte le amministrazioni interessate, svolto nel rispetto dei principi di semplificazione"* e che *"il rilascio dell'autorizzazione comprende il provvedimento di VIA e, ove previsto, costituisce titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato [...]"*.

Il progetto rientra tra quelli sottoposti a Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) di competenza statale, in quanto il n. 7-bis) dell'Allegato II alla Parte Seconda del D.lgs. 152/2006 riporta gli *"Impianti eolici per la produzione di energia elettrica ubicati in mare"*. Peraltro, i sensi dell'art. 21 è possibile avviare una fase interlocutoria esplorativa ed antecedente alla presentazione dell'istanza di VIA (detta fase di Scoping), che permette di definire la portata delle informazioni, il relativo livello di dettaglio e le metodologie da adottare ai fini della predisposizione dello Studio di Impatto Ambientale.

Alla luce della normativa vigente, il progetto deve essere sottoposto alla procedura di Autorizzazione unica per la costruzione e l'esercizio dell'impianto, di competenza del Ministero dell'Ambiente e della sicurezza Energetica, che opera di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e sentito, per gli aspetti di competenza, il Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste.

Il presente procedimento di rilascio del Provvedimento Unico in materia Ambientale (art. 27 D.lgs. 152/2006) e quello di Concessione Demaniale Marittima (art. 36 R.D. 327/1942), pertanto, si incardinano all'interno del procedimento per il rilascio dell'Autorizzazione Unica di cui all'art. 12 D.lgs. 387/2003.

2.2. Inquadramento ambientale, urbanistico e normativo

Nel presente paragrafo si riporta una descrizione di massima dell'inquadramento ambientale, urbanistico e normativo delle aree interessate dalla realizzazione delle opere in progetto.

2.2.1. Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area indagata per il progetto del parco eolico offshore si sviluppa al largo delle coste di Portoscuso.

Ai fini di un inquadramento geologico e geomorfologico delle aree a mare interessate dal progetto sono stati utilizzati, in via preliminare, i dati forniti dalla campagna oceanografica MAGIC IAMC 0511 realizzata dal CNR e, in seguito è stato effettuato un confronto con i risultati della campagna oceanografica nelle aree marine di progetto.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 9 di 76

Dallo studio del contesto geologico è emerso che non vi sono 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. Inoltre, la caratterizzazione del sottosuolo risulta sostanzialmente univoca, con modeste differenze ininfluenti ai fini della definizione alle azioni progettuali da intraprendere.

L'area parco è stata inoltre oggetto della sopra citata campagna di indagine geofisica, geomorfologica e ambientale nel periodo tra ottobre 2021 a gennaio 2022, svolta su base 24 ore, durante la quale sono state identificate due aree nel corso del WP (Work Packages):

- WP1, suddiviso in WP1-A (area del parco principale) e WP1-B (Export Cable Corridor), nel quale il rilievo è stato effettuato utilizzando RV Kobi Ruegg dotato di DGPS, MBES, SSS, SBP, MAG, UHR;
- WP3, suddiviso in WP3-A per i campionamenti dei sedimenti e WP3-B per i rilievi archeologici e ambientali mediante ROV.

L'acquisizione dei dati è avvenuta con l'impiego di tutti i sistemi contemporaneamente, per un'acquisizione a passaggio singolo. L'indagine offshore ha coperto, per l'area lungo il corridoio CE, una batimetria dai 50 m ai 380 m circa e per l'area del sito principale FOWF una batimetria dai 330 m ai 720 m.

Per gli approfondimenti sulla tematica, si invita alla lettura del report specialistico del CNR "Monitoraggio e caratterizzazione ambientale dell'area costiera" cod. C0421UR30ENVMAR00 – Allegato 1.

2.2.2. Caratterizzazione batimetrica e morfologica

Il Mare di Sardegna Sud Occidentale è caratterizzato da un andamento batimetrico piuttosto regolare e variabile con buona continuità, entro i primi 40 km dalla costa. Ad una distanza di circa 35 km dalla costa nell'area di interesse si incontra la batimetria di -300 m e da questa si dispone di sufficiente spazio prima di giungere alla batimetria di -500 m; procedendo verso il largo, i fondali diventano ripidi raggiungendo entro pochi chilometri profondità molto elevate che possono superare in 1800 m quando si superano i 50 km dalla costa. Da un punto di vista bati-morfologico, i fondali antistanti la Sardegna possono essere distinti in quattro principali zone:

- costa occidentale: corrisponde al Mar di Sardegna e caratterizzata da una vasta estensione sia dei fondi di piattaforma che di scarpata. In quest'area la platea termina fra i 150 e i 200 m di profondità, con un pendio poco marcato seguito dalla scarpata continentale leggermente inclinata. I fondali sono perlopiù composti da sabbia grossolana, favorendo lo sviluppo della vegetazione, con estese praterie di fanerogame marine (*Posidonia oceanica*). Sono inoltre presenti biocenosi del Detritico Costiero e del Coralligeno;
- costa settentrionale: in questo tratto la piattaforma continentale è moderatamente estesa mentre la scarpata è ridotta e ripida;
- costa orientale: è caratterizzata da fondali ridotti e ripidi, con la batimetria dei 1000 m che decorre molto vicina alla costa. Nel tratto di mare tra Capo Carbonara e le Bocche di Bonifacio la piattaforma continentale è molto stretta e irregolare, con la presenza di valli sottomarine, sollevamenti e canyon come nel Golfo di Orosei;
- costa meridionale: in questo tratto la piattaforma è molto più ampia nella porzione occidentale piuttosto che in quella orientale, dove la sua estensione è molto limitata e ripida.

Area WP1A (Area parco)

La batimetria nell'area indagata varia da circa -330 m fino a circa -720 m con pendenze medie dei fondali generalmente inferiori a 2°. Le pendenze massime di circa 8° sono tutte riscontrabili su di un pendio allungato con direzione NW-SW sito nella parte settentrionale dell'area principale orientato NW-SE ed attribuibili ad una possibile inizio della scarpata nella parte occidentale. È stato inoltre individuato un altro versante allungato nella parte orientale, orientato N-S.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
10 di 76

L'area è caratterizzata generalmente da un basso *backscatter* che trova corrispondenza in prossimità dei sedimenti fangosi mentre le aree a maggior *backscatter*, nel settore centrale, trovano corrispondenza dove sono presenti i maggiori affioramenti rocciosi.

Nel settore centrale del fondale sono state osservate diverse creste allungate interpretate come affioramenti di possibili rocce biogenetiche/vulcaniche (Figura 2.4).

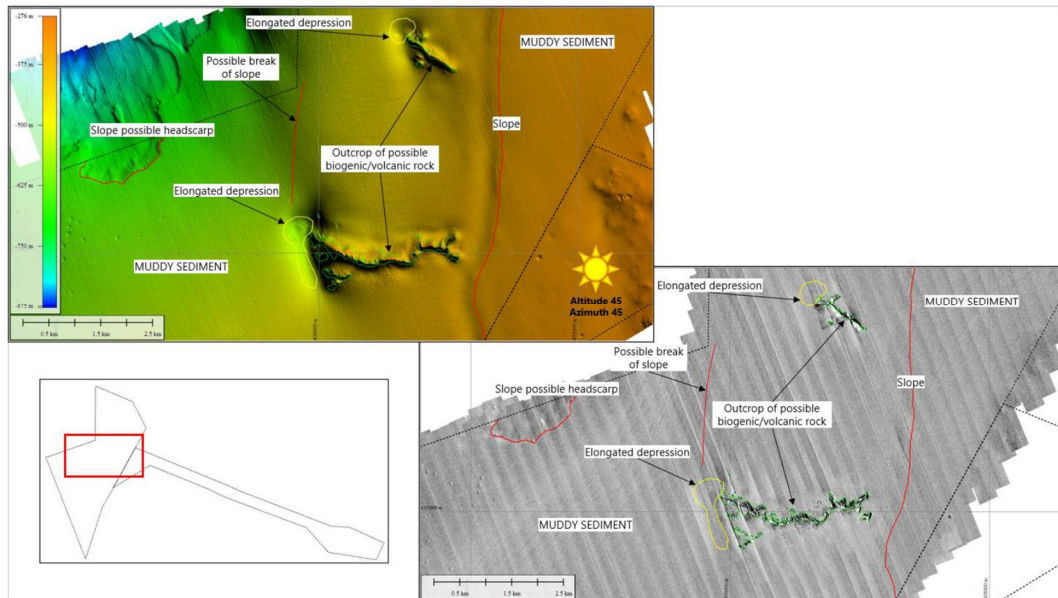


Figura 2.4 – Settore centrale dell'area WP1A indagata derivanti da MBES e SSS.

In alcuni casi, le zone circostanti ad alto *backscatter* potrebbero corrispondere anche a sedimenti più grossolani. Sono state identificate molte depressioni con *backscatter* alto e basso, per lo più concentrate densamente in alcune aree nella parte occidentale e centrale dell'area del sito indagato, aventi un diametro variabile mediamente inferiore a 21 m e profondità media di circa 1.3 m. Sono state identificate solamente due depressioni più ampie della media con un diametro di 165 m e 370 m. Nei settori settentrionale e centrale molti detriti antropici sono stati identificati dai transetti ROV ma non sono state invece rilevate anomalie MAG nelle vicinanze.

I fondali marini all'interno del sito indagato sono inoltre caratterizzati dalla presenza di numerosi solchi lasciati da reti a strascico, per lo più addensati nelle medesime aree, mentre solchi più profondi sono stati rinvenuti nella parte centrale dell'area, in direzione NW-SE e SW-NE. Durante la fase di interpretazione dei dati MAG acquisiti non è stata identificata alcuna anomalia magnetica significativa associata alle caratteristiche del fondale ma solo ondulazioni del campo magnetico relative alla fluttuazione verticale dello strumento nella colonna d'acqua.

Area WP1B (Area ECC)

La batimetria nell'area indagata varia da circa -57 m fino a circa -385 m con pendenze medie dei fondali di circa 1°. Le pendenze massime, di circa 8°, sono riscontrabili su di un pendio allungato con direzione NE-SW sito nel settore centrale dell'area ECC interpretabile come una scarpata continentale con orientamento NE-SW. È stato individuato un altro pendio allungato con direzione N-S nel settore occidentale dell'area ECC.

L'area ECC è caratterizzata da un *backscatter* variabile da moderato a basso in corrispondenza del passaggio fra sedimenti relativamente fangoso-argillosi, sabbioso argillosi e sabbiosi con aree a *backscatter* elevato in corrispondenza degli affioramenti rocciosi.

L'area è caratterizzata dalla presenza di un versante, orientato SE-NW, e da molte piccole depressioni con un diametro medio generalmente inferiore a 4.6 m ed una profondità media di circa 0.35 m. Inoltre, sono presenti



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
11 di 76

due strutture rocciose con organismi bentonici e detriti antropici, individuate dalle ispezioni ROV.

L'area nord-occidentale dell'ECC, è caratterizzata dall'affioramento di alcune porzioni del substrato roccioso ricoperto da sedimenti fangosi con bioturbazioni, organismi marini, esoscheletri e piccole depressioni.

In prossimità della scarpata continentale è presente un piccolo affioramento, identificato dal transetto ROV come un agglomerato di detriti biologici.

Lungo l'area ECC sono presenti molte piccole depressioni che si estendono fino alla scarpata continentale, aventi un diametro medio generalmente inferiore a 6.6 m ed una profondità media di circa 0.35 m. La parte meno profonda dell'area ECC è caratterizzata dall'affioramento di numerose zone sabbiose, talvolta increspate, identificate dai transetti ROV come fondali sabbiosi vulcanici con coralli e spugne, differenziate per dimensione e lunghezza d'onda in ripples, megaripples e dune.

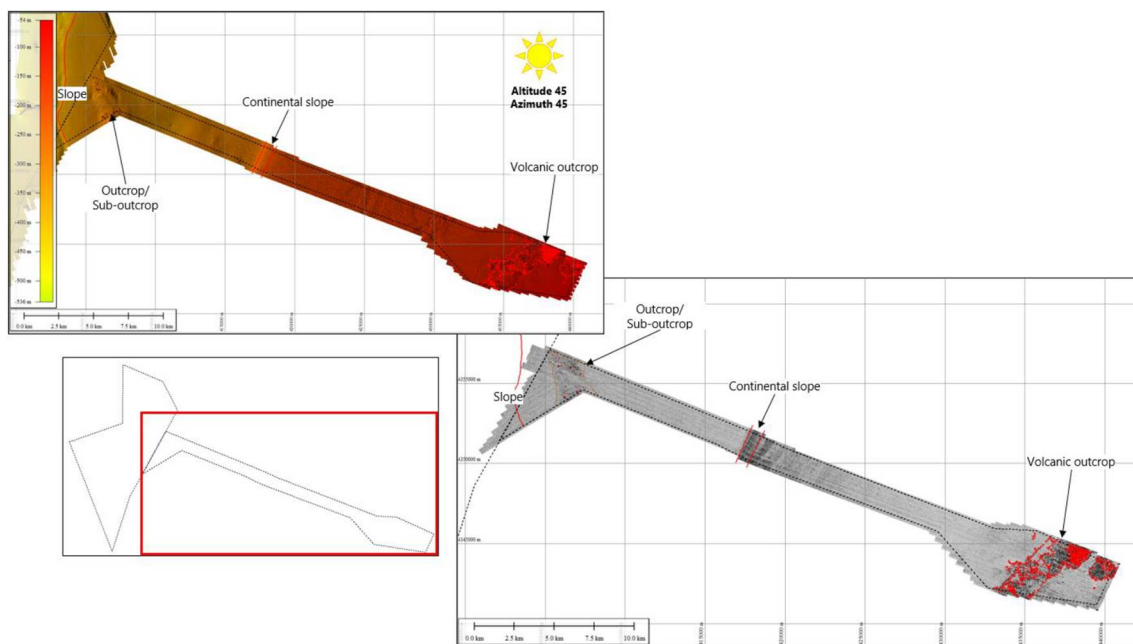


Figura 2.5 – Settore centrale dell'area ECC delle indagini WP1B derivanti da MBES e SSS.

La zona tra la scarpata continentale e gli affioramenti vulcanici nell'area ECC è caratterizzata dall'alternanza di strutture alte e basse caratterizzate da pendenze minori, e la presenza di diverse bioturbazioni, esoscheletri e la comparsa di coralli neri (Figura 2.5).

Il fondale lungo il settore E2 dell'area ECC è inoltre caratterizzato dalla presenza di numerosi solchi lasciati da reti da strascico, perlopiù addensati nelle medesime aree.

Durante la fase di interpretazione dei dati MAG acquisiti non è stata identificata alcuna anomalia magnetica significativa associata alle caratteristiche del fondale ma solo ondulazioni del campo magnetico relative alla fluttuazione verticale dello strumento nella colonna d'acqua.

2.2.3. Inquadramento sismico

Il rischio sismico è la misura dei danni attesi in un dato intervallo di tempo, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione del territorio. Il rischio sismico è determinato dalla combinazione tra dati di pericolosità (definizione delle strutture sismogenetiche e capacità di caratterizzazione dell'eccitazione sismica ad esse associata), di vulnerabilità (capacità degli oggetti esposti di resistere alle sollecitazioni) e di esposizione (presenza sul territorio di manufatti a rischio).

La pericolosità sismica sarà tanto più elevata quanto più probabile sarà il verificarsi di un terremoto di elevata



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
12 di 76

magnitudo a parità di intervallo di tempo considerato, le cui conseguenze dipendono anche dalle caratteristiche di resistenza delle costruzioni alle azioni di un'accelerazione sismica.

Per ridurre gli effetti del terremoto, gli studi si sono concentrati sulla classificazione del territorio, in base all'intensità e frequenza dei terremoti del passato, e sull'applicazione di speciali norme per le costruzioni nelle zone classificate sismiche. La legislazione antisismica italiana prescrive norme tecniche in base alle quali un edificio debba sopportare l'azione sismica senza collassare, salvaguardando prima di tutto le vite umane.

Detto criterio viene riportato nel D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" nelle quali vengono individuate 4 zone sismiche sulla base di 4 valori di accelerazioni orizzontali (a_g/g) di picco dello spettro di risposta elastico, riferite ai vertici sismici del reticolo nazionale (Tabella 2.3).

Tabella 2.3 – Classificazione sismica del territorio nazionale

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [ag/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15–0.25	0.25
3	0.05–0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

La caratterizzazione sismogenetica dell'area in studio è stata elaborata considerando la recente Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9, prodotta dall'INGV, desunta da modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone di ZS4 (Figura 2.6) e dall'introduzione di nuove zone. Questa zonazione è considerata, nella recente letteratura scientifica, il lavoro maggiormente completo e aggiornato a livello nazionale in quanto l'analisi dei risultati riportati evidenzia sia che il settore studiato non è caratterizzato da alcuna area sorgente di particolare rilievo e sia che l'accelerazione sismica potenziale di base è inferiore a 0.08 m/sec mentre l'intensità sismica ricade nel IV grado della scala MCS.

Pertanto, la Regione Sardegna ricade in zona 4 in quanto sia i dati storici che quelli strumentali non evidenziano criticità nella pericolosità sismica di base; dunque, si ritiene ragionevole assumere per l'intera isola un valore uniforme di accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (a_g), includendo anche il sito di progetto.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

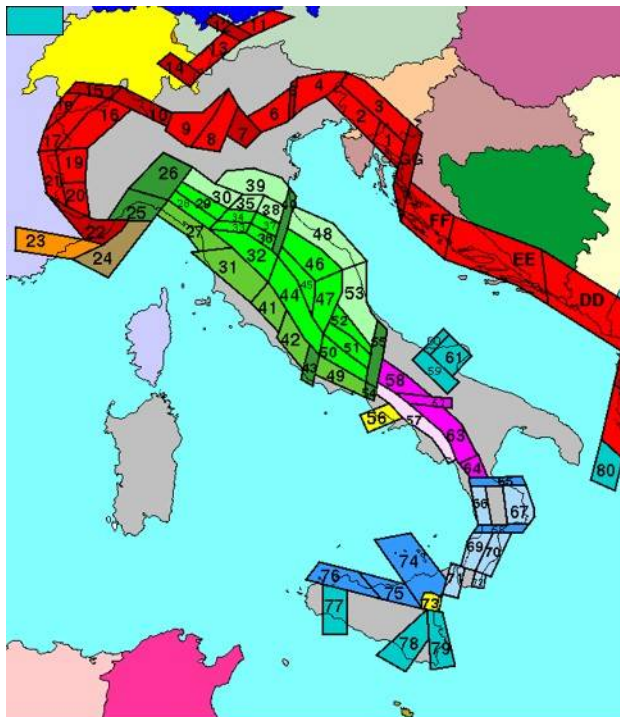
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
13 di 76



A. Zone di interazione tra piastra adriatica e piastra europea (Alpi e Sudalpino) e zone di interazione tra piastra adriatica e sistema dinarico (Dinaridi ed Ellenidi fino allo svincolo di Cefalonia). L'asse di compressione massima, suborizzontale segue i vettori di spostamento dell'indenter insubrico.

- 1.1. Aree con meccanismi di rottura attesi di tipo thrust e transpressivi
- 1.2. Aree di svincolo, con meccanismi di rottura attesi di tipo transpressivo o strike-slip

B. Zone legate al margine interno della piastra padano-adriatico-ionica in subduzione sotto la catena appenninica.

- 2.1. Fascia padano-adriatica in compressione. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip
- 2.2. Fascia intermedia. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip
- 2.3. Fascia tirrenica in distensione. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip
- 2.4. Zone di svincolo (transfer). Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di strike-slip.

Non è ancora definitivamente chiarito se l'Arco Calabro appartiene a questo gruppo o al gruppo 3. Nella prima ipotesi:

- 2.5.a. Fasce sismogenetiche longitudinali. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip
- 2.5.b. Zone di svincolo. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip

E. Zone di rottura all'interno della piastra di avampaese e lungo i suoi margini in flessione.

- 5. Belice, Iblei, Scarpatà Ibleo-Maltese, Gargano-Tremiti, Canale d'Otranto. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip nelle aree di flessura e lungo la scarpatà di Malta e di strike-slip nelle altre

F. Zone vulcaniche

- 6. Ischia-Flegrei, Vesuvio ed Etna, con terremoti molto superficiali. Meccanismi di rottura attesi per i terremoti meno superficiali: dip-slip per l'area campana e misti (dip-slip e strike-slip) per l'Etna

C. Zone legate al recente sollevamento della catena appenninica, successivo ad una lunga storia di migrazione spazio-temporale del sistema catena-avampaese.

- 3.1. Fascia appenninica principale. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip e subordinatamente strike-slip
- 3.2. Margine tirrenico. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip

D. Zone legate ad un regime compressivo giovane impostato su un precedente regime distensivo.

- 4.1. Mar Ligure. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip
- 4.2. Liguria occidentale. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip e transpressione

Figura 2.6 - Zonazione sismogenetica ZS.4 (aprile 1996).

Fonte: <https://emidius.mi.ingv.it/>

2.2.4. Inquadramento idrologico

2.2.4.1. Idrografia di dettaglio

Per quanto riguarda l'idrografia, i bacini idrografici principali di riferimento sono quelli appartenenti ai seguenti fiumi.

- Flumini Mannu, ovvero il quarto fiume della Sardegna per ampiezza di bacino con una lunghezza complessiva di circa 105 km, di cui circa 96 km classificati come asta principale. Dal punto di vista geomorfologico il riu Flumini Mannu presenta per tutto il tratto d'interesse (dall'abitato di Villasor alla foce) un tipo di alveo monocursale ad andamento rettilineo orientato N-S e si sviluppa interamente in pianura. L'asta è arginata sia in destra che in sinistra per tutta la sua lunghezza, mantenendo una larghezza stabile e uniforme della sezione di deflusso, con un profilo di fondo a bassa pendenza. La realizzazione delle arginature ha stabilizzato il tracciato planimetrico dell'alveo; al di fuori di esse il rilievo si individuano numerose evidenze delle piene storiche su entrambe le sponde, come pure le divagazioni storiche sono testimoniate dalle numerose tracce di modellamento fluviale ancora visibili;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

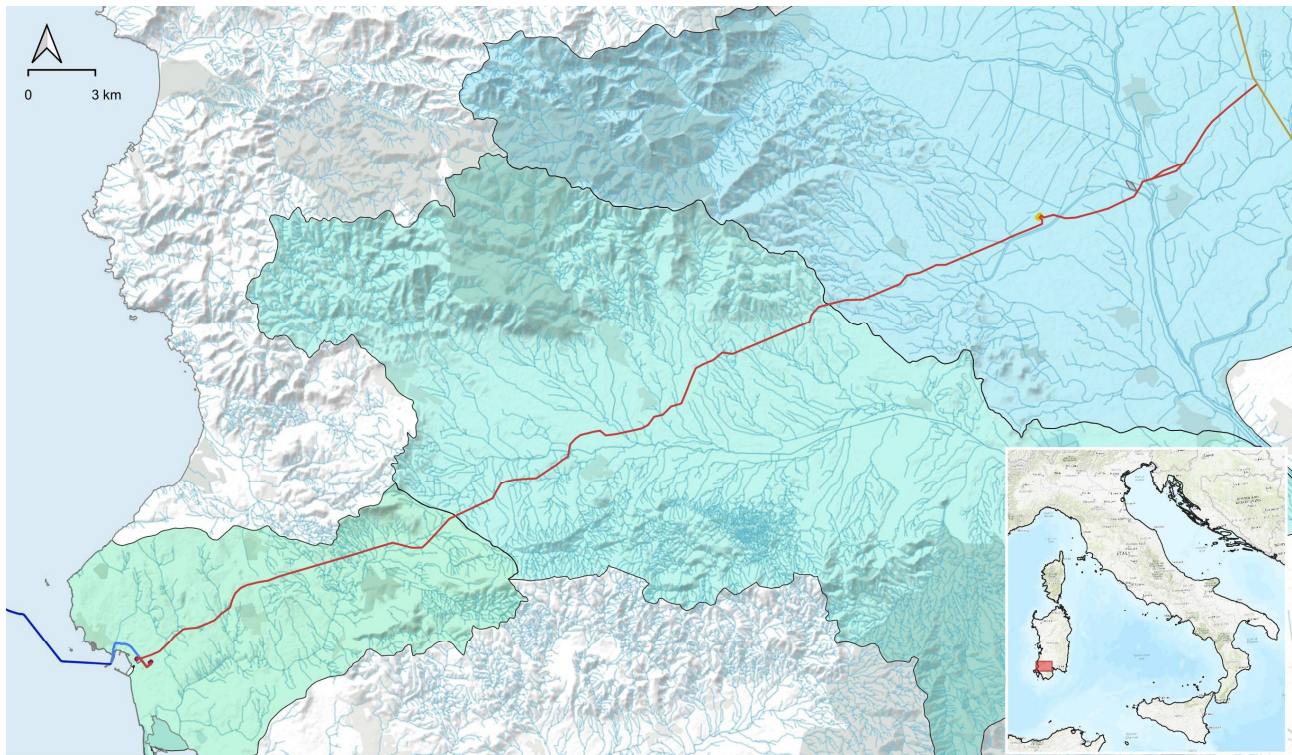
Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
14 di 76

- Riu Cixerri che trae origine dalle sorgenti settentrionali del massiccio del Sulcis, nel comune di Iglesias, e scorre per circa 46 km prevalentemente in direzione ovest–est sino al lago artificiale di Genna Is Abis. Esso possiede una lunghezza totale pari a circa 46 km, nasce poco a sud di Iglesias e percorre l’omonima valle in direzione W–E, con un andamento a tratti monocursale artificializzato; confluisce nella piana del Campidano dopo aver oltrepassato la soglia di Siliqua sfociando nello Stagno di Santa Gilla. L’asta del Cixerri si sviluppa all’interno di un dominio prevalentemente alluvionale in una valle ampia (depressione di origine tettonica), debolmente incisa, delimitata da bordi netti e ripidi con un alveo a debole pendenza caratterizzato da un ridotto trasporto solido.
- Rio Flumentepido la cui asta si sviluppa secondo la direttrice tettonica Nord–Est Sud–Ovest, conformazione imputabile alla complessa evoluzione geologica che ha subito il territorio sulcitano. Nel tratto di monte riceve alcuni affluenti secondari di modesta entità e durante il suo corso riceve le acque anche di alcuni scarichi significativi. In corrispondenza della confluenza con i tre affluenti secondari si riscontra un allargamento della piana alluvionale, fino a 300 m circa, dove ha avuto notevole sviluppo l’agricoltura. Verso valle, l’asta compie una doppia curva e la pianura alluvionale continua ad allargarsi fino a raggiungere un’ampiezza massima di circa 350 m, in corrispondenza della curva a monte del ponte della Ferrovia Carbonia–Villamassargia–Domusnovas.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Tracciato dell’elettrodotto terrestre su reticolo idrografico superficiale
Elaborazione iLStudio su dati (Geoportale Sardegna, 2023)

LEGENDA

Elettrodotti e stazioni

- Tracciato elettrodotto interrato
- Tracciato elettrodotto aereo
- Dorsale aerea 380 kV Ittiri - Selargius

Idrografia

- Bacino del Riu Flumini Mannu
- Bacino del Rio Flumentepido
- Bacino del Rio Cixerri
- Reticolo Idrografico

Figura 2.7 – Tracciato degli elettrodotti su reticolo idrografico superficiale.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 15 di 76

2.2.4.2. Idrogeologia di dettaglio

MACRO AREA A

Caratterizza l'area della nuova SE 380/220/150 KV SULCIS e quella dei sostegni a traliccio n° 1 – 3

Dal punto di vista idrogeologico, il territorio è caratterizzato dalla alta permeabilità sia della unità dalla formazione sedimentaria sabbiosa – ghiaiosa del Pleistocene che del deposito sedimentario sabbioso – ghiaioso. Quest'ultima formazione litologica caratterizza il settore interessato dal tracciato dell'elettrodotto di nuova realizzazione (parte iniziale) e l'area della futura SE 380/220/150 kV SULCIS. Inoltre è caratterizzata dalla media permeabilità delle formazioni ignimbriche del Cenozoico, dalla media permeabilità delle diverse formazioni vulcaniche presenti, e infine dalla alta permeabilità

In definitiva, sono stati riconosciuti due complessi idrogeologici principali facenti parte del complesso vulcanico del Cenozoico e del complesso sedimentario sabbioso – ghiaioso del Quaternario (Pleistocene). Il primo complesso, ospitante falde idriche in pressione profonde (vulcanico), probabilmente non verranno intercettati durante le fasi esecutive del progetto.

Per quanto concerne invece le falde idriche freatiche superficiali (Litofacies nel Sub sistema di Portoscuso), si rileva probabilmente la superficie piezometrica entro i primi 5 metri di profondità all'interno dei sedimenti sabbiosi – ghiaiosi – limosi.

MACRO AREA B

Caratterizza l'area dei sostegni a traliccio dal numero 4 al 40.

Dal punto di vista idrogeologico, il territorio è caratterizzato dalla media permeabilità delle formazioni ignimbriche del Cenozoico e dalla bassa permeabilità della successione sedimentaria paleogenica del Cixerri.

In definitiva, è stato riconosciuto un complesso idrogeologico principale, riferito al Cenozoico e facente parte del complesso vulcanico. Nel primo complesso, ospitante falde idriche in pressione profonde (vulcanico), probabilmente non verranno intercettate acque sotterranee durante le fasi esecutive del progetto. La formazione del Cixerri, invece, in linea generale si presenta con circolazione idrica scarsa o assente.

MACRO AREA C

Caratterizza l'area dei sostegni a traliccio dal numero 41 al 90.

Dal punto di vista idrogeologico, il territorio è caratterizzato dalla alta permeabilità della unità dalla formazione sedimentaria sabbiosa – ghiaiosa dell'Olocene – Pleistocene (alluvioni), dalla medio – bassa permeabilità della formazione vulcanica di tipo ignimbrico e dalla bassa permeabilità della successione sedimentaria paleogenica del Cixerri.

In definitiva, sono stati riconosciuti due complessi idrogeologici principali, riferiti al Quaternario (alluvioni) e al Cenozoico (depositi di flusso piroclastico).

Nel secondo complesso, ospitante falde idriche in pressione profonde (vulcanico), probabilmente non verranno intercettate acque sotterranee durante le fasi esecutive del progetto. La formazione del Cixerri, invece, in linea generale si presenta con circolazione idrica scarsa o assente.

Per quanto concerne invece le falde idriche freatiche superficiali, si rileva probabilmente la superficie piezometrica entro i primi 5 metri di profondità all'interno dei sedimenti alluvionali.

MACRO AREA D

Caratterizza l'area dei sostegni a traliccio dal numero 91 al 98.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
16 di 76

Dal punto di vista idrogeologico, il territorio è caratterizzato dalla alta permeabilità della unità dalla formazione sedimentaria sabbiosa – ghiaiosa dell'Olocene – Pleistocene (alluvioni), dalla bassa permeabilità della successione sedimentaria paleogenica del Cixerri e dalla medio – bassa permeabilità della formazione metamorfica del Paleozoico.

In definitiva, sono stati riconosciuti due complessi idrogeologici principali, riferiti al Quaternario (alluvioni) e al Paleozoico (metarenarie).

Nel secondo complesso, ospitante falde idriche in pressione profonde (metamorfico), probabilmente non verranno intercettate acque sotterranee durante le fasi esecutive del progetto. La formazione del Cixerri, invece, in linea generale si presenta con circolazione idrica scarsa o assente.

Per quanto concerne invece le falde idriche freatiche superficiali, si rileva probabilmente la superficie piezometrica entro i primi 5 metri di profondità all'interno dei sedimenti alluvionali.

MACRO AREA E

Caratterizza l'area della nuova SE 380 kV VILLASOR 2 e l'area dei sostegni a traliccio dal numero 99 al 118 e dal numero 1 bis – 29 bis

Dal punto di vista idrogeologico, il territorio è caratterizzato dalla alta permeabilità della unità dalla formazione sedimentaria sabbiosa – ghiaiosa dell'Olocene – Pleistocene (alluvioni).

In definitiva, è stato riconosciuto un solo complesso idrogeologico principale, riferito al Quaternario (alluvioni).

Per quanto concerne le falde idriche freatiche superficiali, si rileva probabilmente la superficie piezometrica entro i primi 5 metri di profondità all'interno dei sedimenti alluvionali.

2.2.5. Siti contaminati

I Siti di Interesse Nazionale (SIN) sono delle porzioni del territorio nazionale di grande estensione, di particolare pregio ambientale che riguardano diverse matrici ambientali inclusi i corpi idrici superficiali e i relativi sedimenti. Essi vengono identificati tramite legge, con la finalità di essere bonificati in base alle loro caratteristiche che possano comportare un elevato rischio sanitario ed ecologico in ragione della densità della popolazione o dell'estensione del sito stesso, nonché un rischio per i beni storico-culturali ed impatti socio-economici. Infatti, l'art. 252, comma 1 del D.lgs. 152/06, riferito ai siti di interesse nazionale, riporta che: *“i siti d'interesse nazionale, ai fini della bonifica, sono individuabili in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali”*.

Il progetto in esame ricade parzialmente all'interno del Sito di Interesse Nazionale (SIN) “Sulcis-Iglesiente-Guspinese” il cui perimetro è stato definito dal D.M. 28/10/2016 (G.U. 267 del 15/11/2016) “Ridefinizione della perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale “Sulcis - Iglesias - Guspinese” (Figura 2.8).

In particolare, il progetto interessa sia l'area SIN a terra (nel comune di Portoscuso) che l'area SIN a mare con le seguenti opere:

- l'elettrodotto di esportazione 220 kV a mare per c.a. 6 km;
- il punto di giunzione a terra (TJB);
- l'elettrodotto di esportazione 220 kV a terra;
- la sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220 kV – 380 kV;
- l'elettrodotto di connessione 380 kV;
- la nuova sezione 380 kV TERNA Sulcis;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

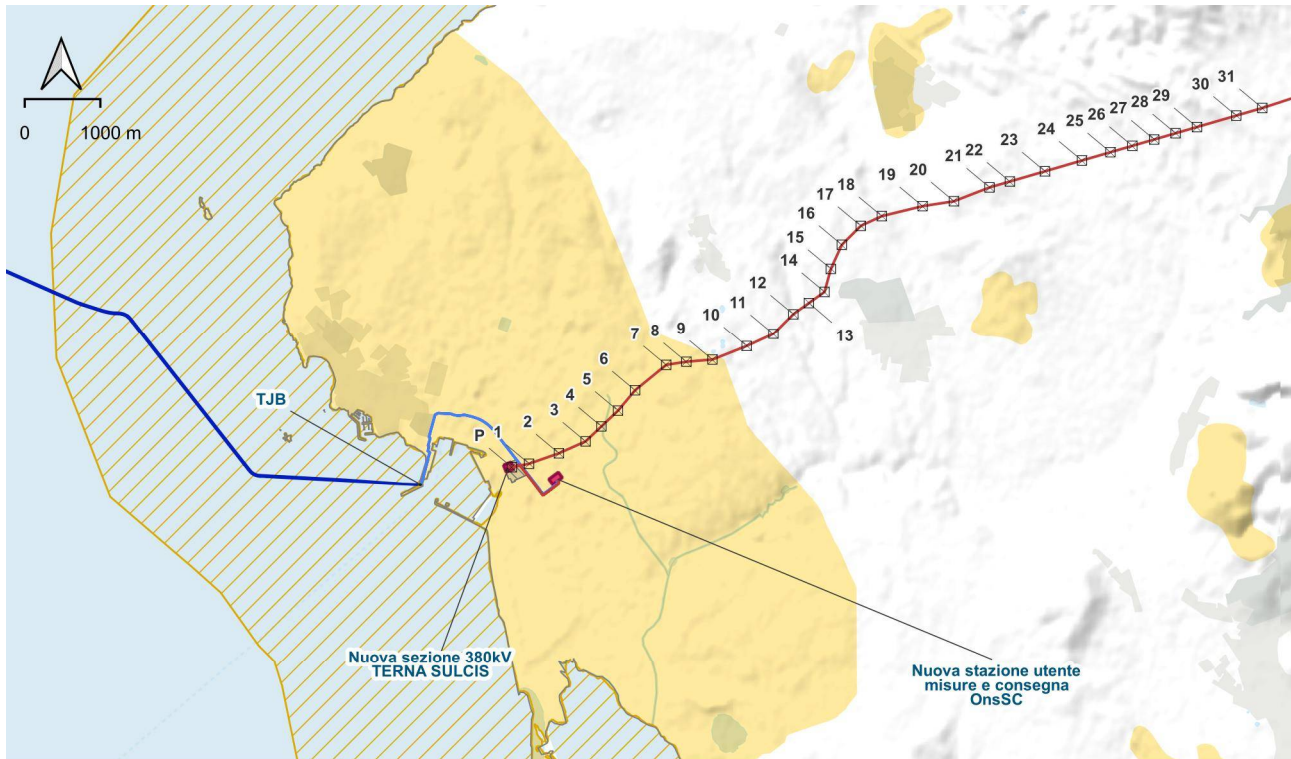
Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
17 di 76

- n. 9 tralci dell'elettrodotto aereo 380 kV "Sulcis-Villasor", da realizzarsi in sostituzione della già esistente linea 220 kV.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Inquadramento area SIN - Tracciato elettrodotto

Elaborazione iLStudio

LEGENDA

Perimetrazione SIN

Perimetrazione marina

Perimetrazione terrestre

Elettrodotti

Elettrodotto di esportazione marino 220kV

Elettrodotto terrestre interrato

Elettrodotto aereo 380kV

Tralci

Figura 2.8 – Inquadramento del SIN Sulcis–Iglesiente–Guspinese con dettaglio dell’area industriale di Portovesme.

Elaborazione iLStudio.

A corredo del progetto si è proposto un piano di caratterizzazione per la sezione a mare e per la sezione a terra dell’impianto, col fine di aggiornare i livelli di inquinamento nell’area di intervento e rendere ottimale la progettazione per l’installazione delle opere.

Per la parte a mare si sono analizzate anche le possibili soluzioni di mitigazione e compensazione ambientale nonché una proposta di capping attivo al fine di bonificare la sezione SIN interessata dal cavodotto marino con materassi reattivi e si ipotizza l'utilizzo di materassi costituiti da materiale naturale e muniti di rete metallica e geostuoia su cui si provvederà a ripiantumare le talee di *Posidonia oceanica*.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alle relazioni “SIN - Piano di caratterizzazione ambientale” cod. “C0421YR13SINCAR00” e “Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti” cod. “C0421YR12GESTRS00”.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 18 di 76

2.2.6. Inquadramento degli habitat e dei biotipi

L'identificazione e la cartografia degli habitat costituiscono un punto di partenza per poter procedere alla valutazione degli aspetti qualitativi di un territorio; pertanto il Sistema Carta della Natura, per determinare un quadro unitario e confrontabile, prevede la realizzazione della Carta degli habitat secondo linee guida metodologiche nazionali.

2.2.6.1. Aree Natura 2000

La Direttiva Habitat è uno dei principali strumenti normativi, che si prefigge di *“salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche del territorio europeo degli Stati membri al quale si applica il trattato”* (art. 2). A tal fine la Direttiva istituisce una rete ecologica europea di Zone Speciali di Conservazione (ZSC) chiamata Rete Natura 2000 e Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva Uccelli (79/409/CE). Le aree che compongono la Rete Natura 2000 non costituiscono riserve rigidamente protette dove le attività umane sono a priori escluse. La Direttiva Habitat, infatti, intende garantire la protezione della natura tenendo anche *“conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali”* (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, 2022).

La Rete Natura 2000 in Sardegna è attualmente formata da un totale di 128 siti, di cui 31 ZPS (siti di tipo “A”), 89 ZSC (siti di tipo “B”), 8 SIC in attesa dei Decreti Ministeriali di approvazione delle misure di conservazione (Regione Autonoma della Sardegna, 2023).

Come si evince dalla Figura 2.9, l'ubicazione delle turbine, il percorso del cavidotto di collegamento offshore, il percorso di collegamento interrato e quello aereo non interessano aree appartenenti alla Rete Natura 2000.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
19 di 76

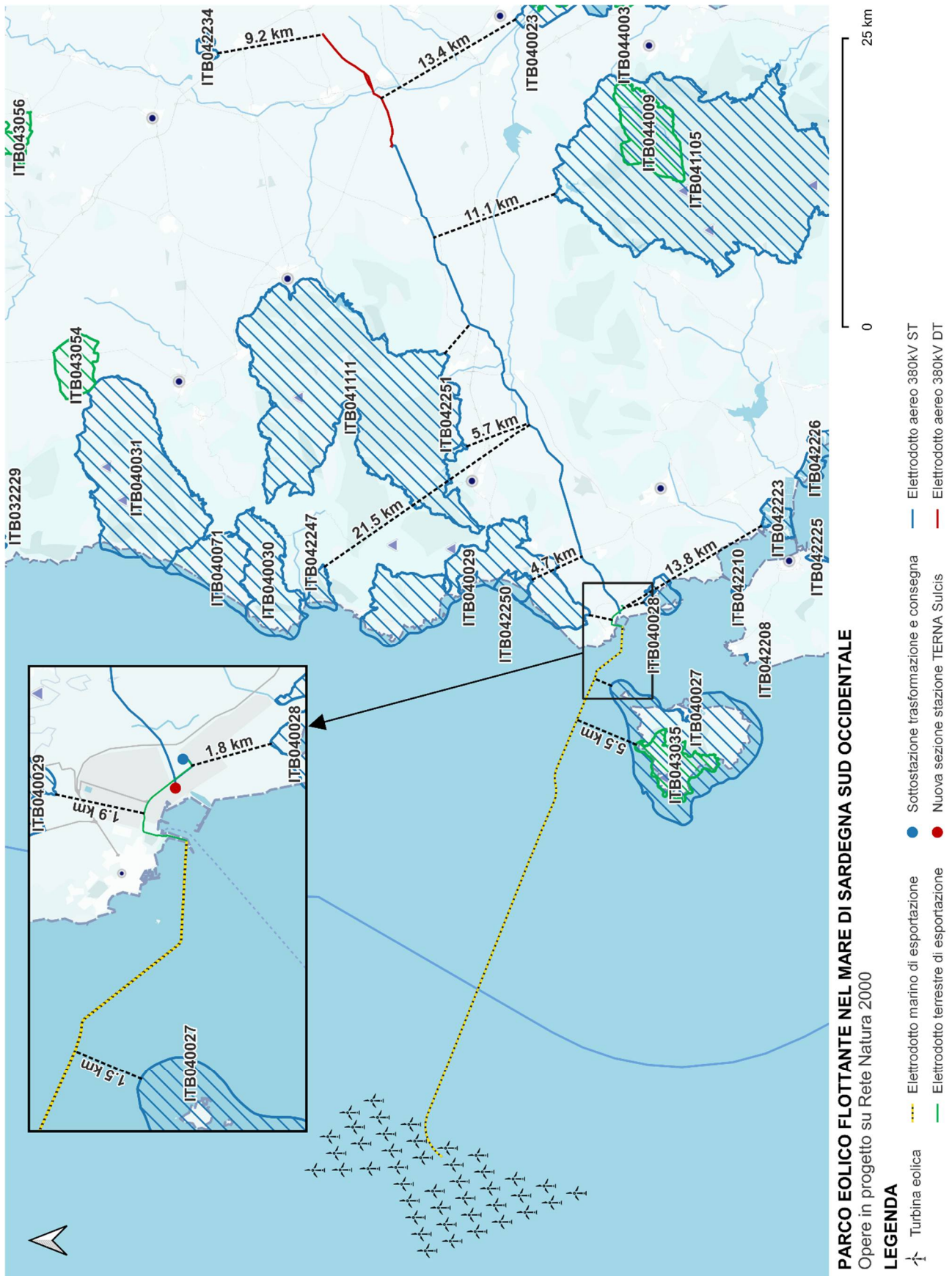


Figura 2.9 – Ubicazione delle opere a progetto rispetto ai siti Natura 2000.

Elaborazione ilStudio su dati territoriali Geoportale Sardegna.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 20 di 76

2.2.6.2. Carta della Natura

La realizzazione della Carta della Natura è un progetto nazionale che ha come finalità quello di “individuare lo stato dell’ambiente naturale in Italia, evidenziando i valori naturali e i profili di vulnerabilità territoriale” (art. 3, L. 394/91).

Nella regione Sardegna sono stati individuati 93 tipi di habitat, cartografati secondo la nomenclatura CORINE Biotopes. Rispetto a quanto detto, il punto di giunzione, l’elettrodoto interrato e la sottostazione di misura e consegna, la nuova sezione 380kV della stazione TERNA Sulcis e il primo tratto della linea aerea a 380 kV insistono nell’area industriale di Portovesme indentificata con il codice 86.36 “Siti industriali attivi”, la restante parte delle opere a terra di connessione alla RTN interessa invece i seguenti habitat:

- 24.225 greti dei torrenti mediterranei;
- 32.13 mattoral a ginepri;
- 32.211 macchia bassa a olivastro e lentisco;
- 32.3 garighe e macchie mesomediterranee silicole;
- 34.5 praterie aride mediterranee;
- 34.81 prati mediterranei subnitrofilo (incl. vegetazione mediterranea e submediterranea postcolturale);
- 53.1 canneti a Phragmites australis e altre eofile;
- 62.11 rupi carbonatiche mediterranee;
- 82.1 colture intensive;
- 82.3 colture estensive;
- 83.11 oliveti;
- 83.15 frutteti;
- 83.21 vigneti;
- 83.31 piantagioni di conifere;
- 83.322 piantagioni di eucalipti;
- 86.1 città, centri abitati;
- 86.3 siti industriali attivi;
- 89 lagune e canali artificiali.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
22 di 76

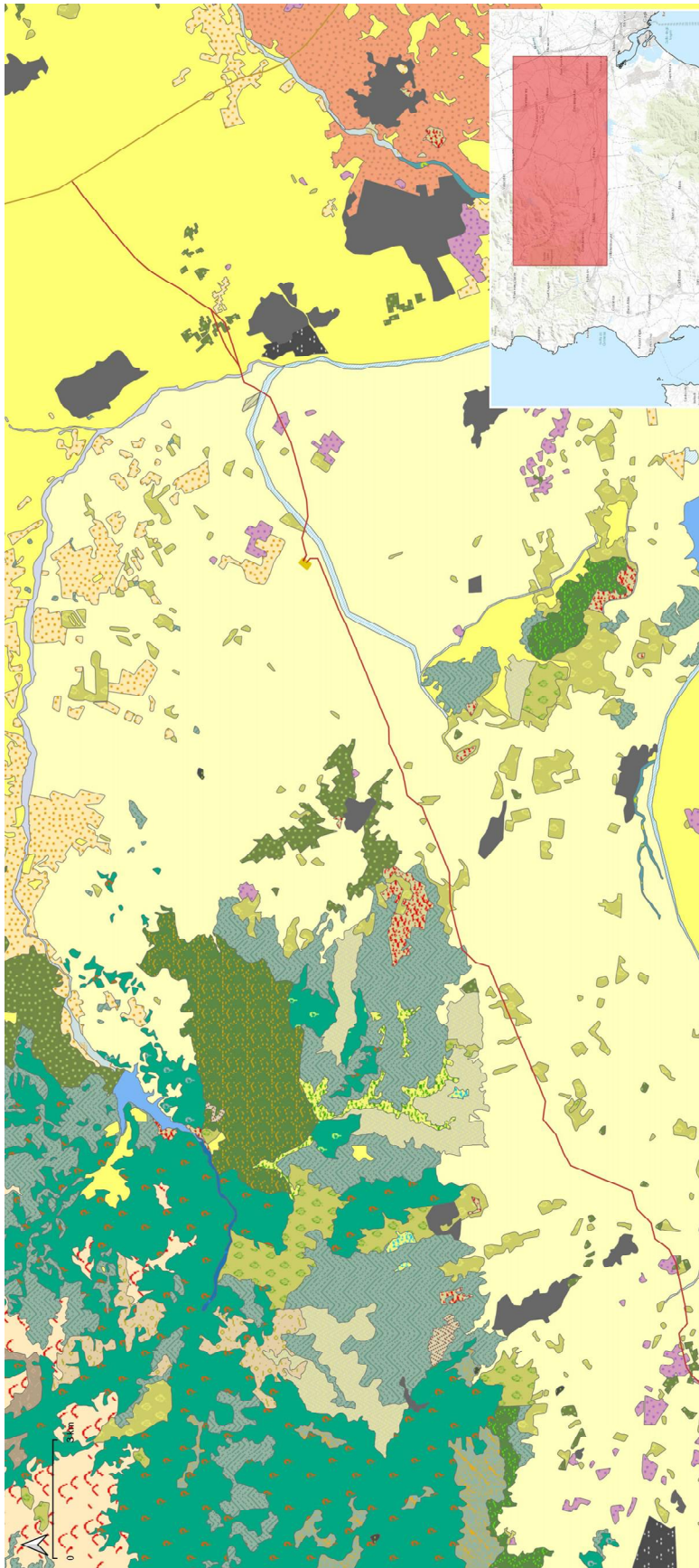


Figura 2.11 – Carta degli Habitat della Sardegna – Vista 2.
Elaborazione ilStudio su dati territoriali Geoportale Sardegna.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

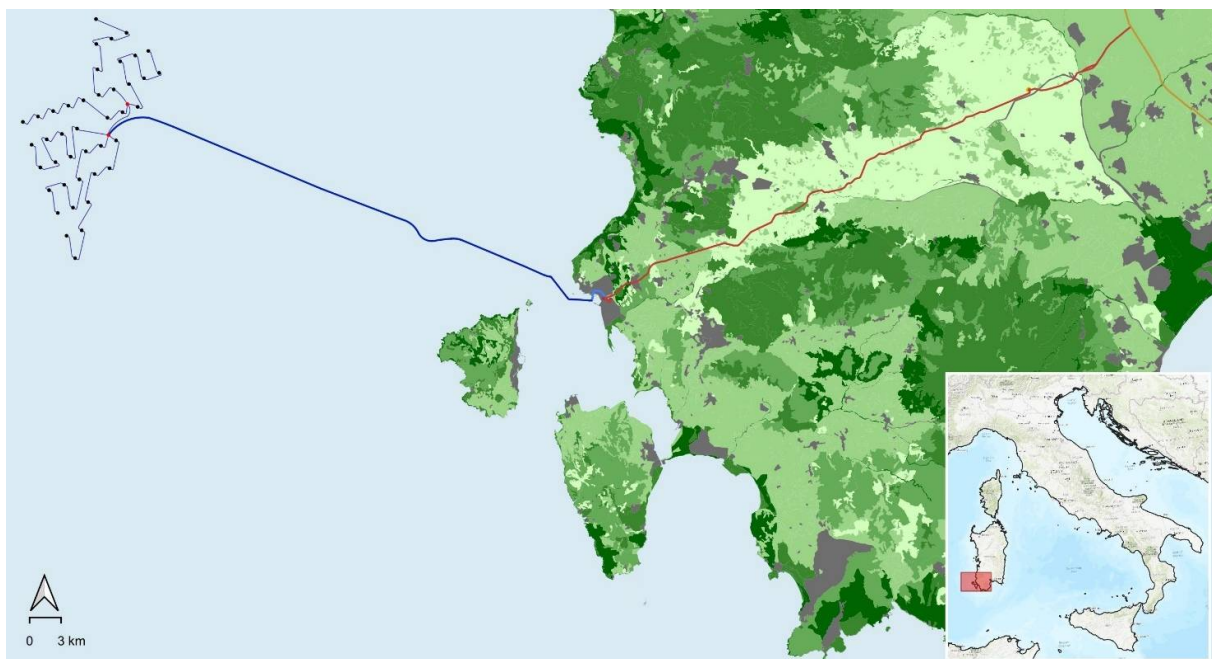
Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
23 di 76

Utilizzando come riferimento la Carta degli Habitat, sono stati stimati per ogni biotopo gli indici del Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica e Fragilità Ambientale.

Si rileva che le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini ecologici-ambientali. La restante parte delle opere di connessione alla Rete Nazionale, afferenti al riclassamento della linea elettrica esistente, insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da:

- Valore Ecologico basso e molto basso (con eccezione di alcune aree dal Valore Ecologico molto alto in prossimità del territorio di Portoscuso) (Figura 2.12);
- Sensibilità Ecologica bassa e molto bassa (Figura 2.13);
- Pressione Antropica da bassa a media con andamento crescente dalle coste verso l'entroterra (Figura 2.14);
- Fragilità Ambientale, l'elettrodotto aereo interressa aree caratterizzate da fragilità ambientale molto bassa, bassa e in minima parte media (Figura 2.15).



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
Tracciato dell'elettrodotto terrestre su perimetrazione Carta della Natura - Valore ecologico
Elaborazione iLStudio su dati (sinacloud.isprambiente.it, 2023)

LEGENDA		Elettrodotti e stazioni		Strutture offshore	
Valore Ecologico	Alto	— Rete inter-array IAC	— Elettrodotto terrestre interrato	• WTG	
Moito basso	Moito alto	— Elettrodotto di esportazione Ofec	— Tracciato elettrodotto aereo in progetto	• FOS	
Basso	Non valutato		— Dorsale aerea 380 kV Ittiri - Selargius		
Medio					

Figura 2.12 – Carta della Valore Ecologico della regione Sardegna.

Fonte: www.isprambiente.gov.it.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

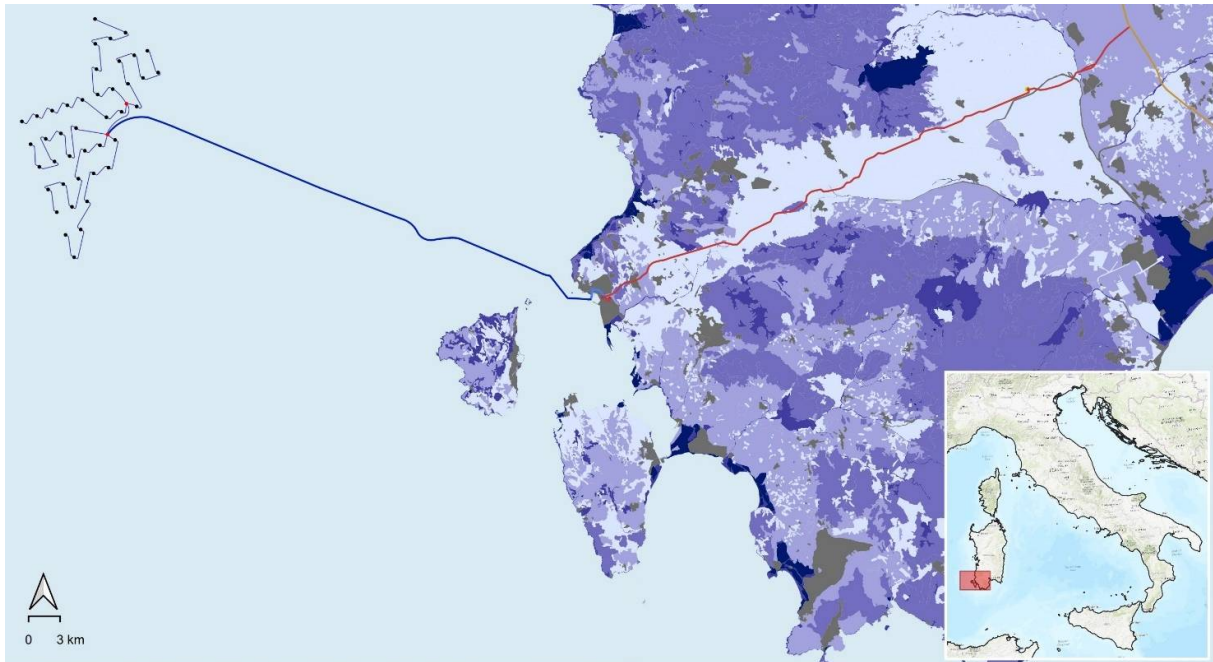
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
24 di 76

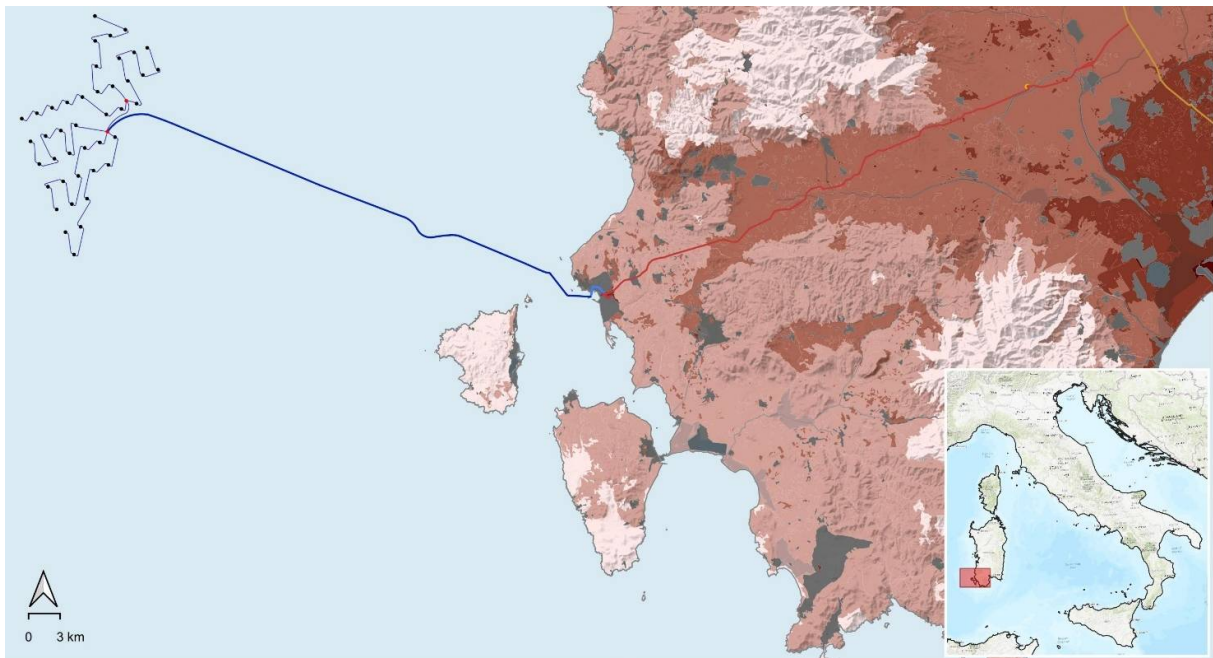


PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
Tracciato dell'elettrodotto terrestre su perimetrazione Carta della Natura - Sensibilità ecologica
Elaborazione iLStudio su dati (sinacloud.isprambiente.it, 2023)

- LEGENDA**
- | | | | | |
|------------------------------|--------------|-------------------------------------|--|---------------------------|
| Sensibilità Ecologica | Alta | Elettrodotti e stazioni | Elettrodotto terrestre interrato | Strutture offshore |
| Molto bassa | Molto alta | — Rete inter-array IAC | — Tracciato elettrodotto aereo in progetto | • WTG |
| Bassa | Non valutato | — Elettrodotto di esportazione Ofec | — Dorsale aerea 380 kV Ittiri - Selargius | • FOS |
| Media | | | | |

Figura 2.13 – Carta della Sensibilità Ecologica della regione Sardegna.

Fonte: www.isprambiente.gov.it.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
Tracciato dell'elettrodotto terrestre su perimetrazione Carta della Natura - Pressione antropica
Elaborazione iLStudio su dati (sinacloud.isprambiente.it, 2023)

- LEGENDA**
- | | | | | |
|----------------------------|--------------|-------------------------------------|--|---------------------------|
| Pressione Antropica | Alta | Elettrodotti e stazioni | Elettrodotto terrestre interrato | Strutture offshore |
| Molto bassa | Molto alta | — Rete inter-array IAC | — Tracciato elettrodotto aereo in progetto | • WTG |
| Bassa | Non valutato | — Elettrodotto di esportazione Ofec | — Dorsale aerea 380 kV Ittiri - Selargius | • FOS |
| Media | | | | |

Figura 2.14 – Carta della Pressione Antropica della regione Sardegna.

Fonte: www.isprambiente.gov.it.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

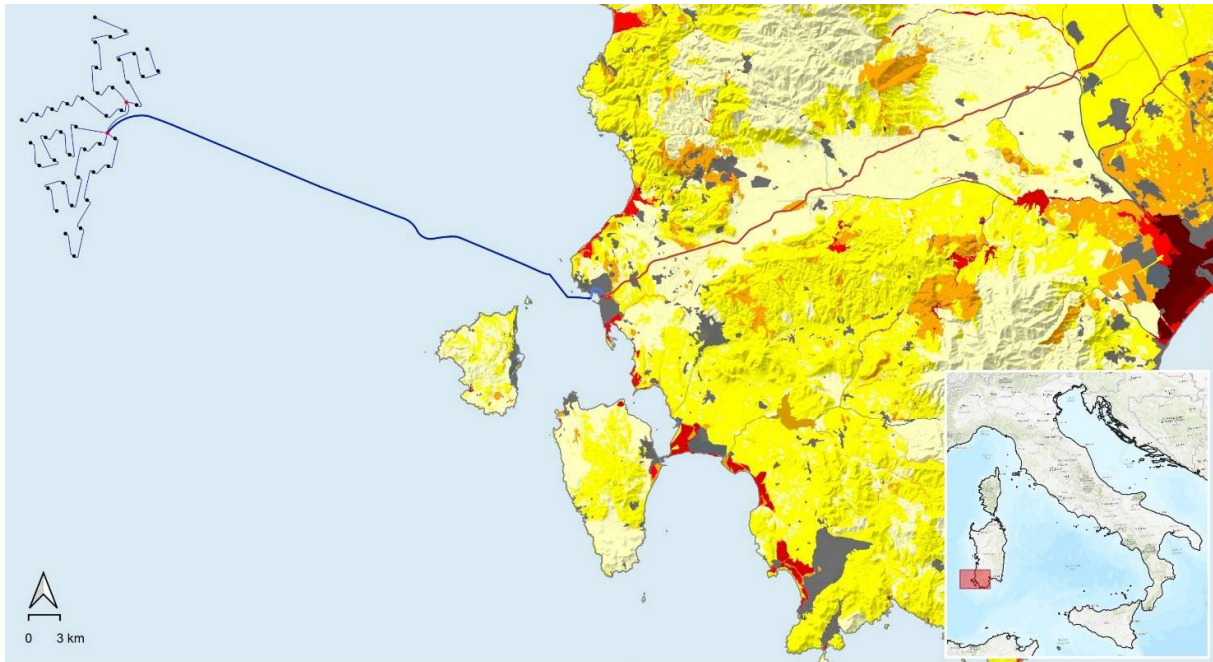
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
25 di 76



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
Tracciato dell'elettrodotto terrestre su perimetrazione Carta della Natura - Fragilità ambientale
Elaborazione iLStudio su dati (sinacloud.isprambiente.it, 2023)

LEGENDA

- | | | | | | |
|--|--|---|---|---|--|
| Fragilità Ambientale | ■ Alta | Elettrodotti e stazioni | — Elettrodotto terrestre interrato | Strutture offshore | • FOS |
| ■ Molto bassa | ■ Molto alta | — Rete inter-array IAC | — Tracciato elettrodotto aereo in progetto | • WTG | |
| ■ Media | ■ Non valutato | — Elettrodotto di esportazione Ofec | — Dorsale aerea 380 kV Ittiri - Selargius | | |

Figura 2.15 – Carta della Fragilità Ambientale della regione Sardegna.

Fonte: www.isprambiente.gov.it.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

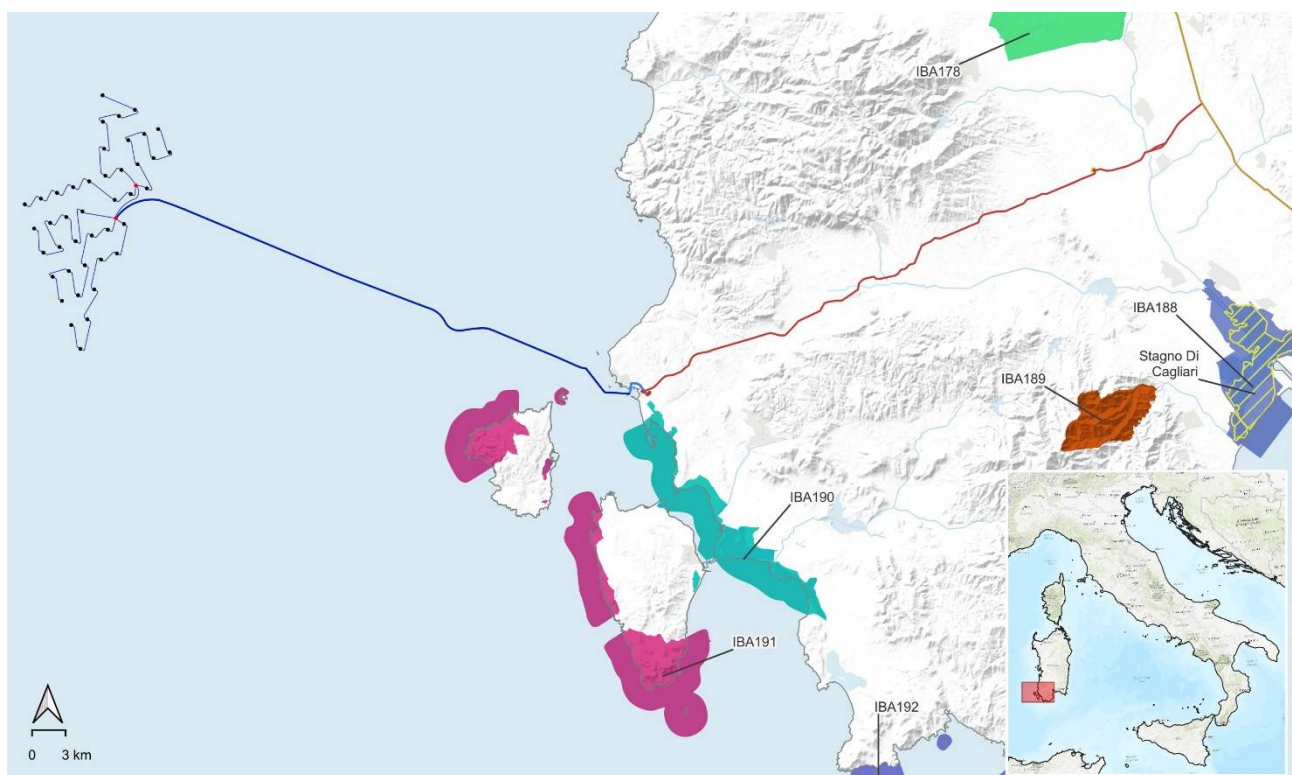
Pagina
26 di 76

2.2.6.3. Aree IBA e zone umide

Le Importanti Bird Areas o IBA sono aree che rivestono un ruolo chiave per la salvaguardia degli uccelli e della biodiversità; pertanto rappresentano uno strumento tecnico per poter individuare le aree prioritarie alle quali applicare gli obblighi di conservazione previsti dalle Direttive Habitat e Uccelli.

Per essere riconosciuto come IBA, un sito deve possedere almeno una delle seguenti caratteristiche: ospitare un numero significativo di individui di una o più specie minacciate a livello globale; fare parte di una tipologia di aree importanti per la conservazione di particolari specie (es. zone umide o scogliere); essere una zona in cui si concentra un numero particolarmente alto di uccelli in migrazione.

Come mostrato in Figura 2.16, le opere previste non interessano direttamente le IBA individuate nella Provincia Sud Sardegna.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
Tracciato dell'elettrodotto terrestre su perimetrazione IBA e RAMSAR
Elaborazione iLStudio su dati (Geoportale nazionale, 2023)

LEGENDA

Elettrodotti e stazioni	— Elettrodotto terrestre interrato	Strutture offshore	Aree IBA e RAMSAR
— Rete inter-array IAC	— Tracciato elettrodotto aereo in progetto	• WTG	■ IBA
— Elettrodotto di esportazione Ofec	— Dorsale aerea 380 kV Ittiri - Selargius	• FOS	▨ RAMSAR

Figura 2.16 – Inquadramento area di intervento su mappatura IBA e RAMSAR.

Elaborazione iLStudio.

2.2.7. Vincoli derivanti dalle attività economiche della pesca

Nel Mar di Sardegna sono presenti aree di *nursery* e di riproduzione di diverse specie di interesse commerciale (nasello, triglia di fango, gambero rosso, tonno ecc...), pertanto la presenza di un impianto eolico offshore può determinare, come da letteratura esistente, effetti positivi sulle attività connesse alla pesca. Di fatto si evince che possa comportare un naturale processo di ripristino ecosistemico del fondale, andando a ridurre le pressioni antropiche dovute all'azione dei metodi di pesca invasivi, in particolare le reti a strascico. Inoltre, l'introduzione di strutture e superfici dure fornisce un substrato per la colonizzazione degli organismi bentonici, generando l'effetto noto come *reef* artificiale. L'accrescimento di organismi sessili determina l'avvicinamento



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 27 di 76

e l'insediamento di diverse specie di pesci pelagici, attratti dalla nuova disponibilità di siti di foraggiamento e di riparo, che a loro volta implicano la presenza di organismi appartenenti a livelli trofici superiori.

Sebbene la realizzazione del parco determinerebbe lo spostamento dell'attività di pesca alle zone adiacenti, è evidente che diverse specie ittiche potranno riprodursi con un presumibile effetto di ripopolamento, incrementando la redditività in termini di pesca/valore economico nelle zone limitrofe.

2.2.8. Zone interdette alla pesca ed alla navigazione e ancoraggio

Dall'esame dell'area vasta interessata dal progetto non si evidenzia né la presenza di aree sottoposte a vincoli o restrizioni in riferimento alle attività di pesca né di aree interdette alla navigazione e all'ancoraggio.

2.2.9. Asservimenti derivanti dalla attività aeronautiche civili e militari

L'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC), ha individuato così come previsto dall'art. 707, comma 1 del Codice della Navigazione e dal Regolamento per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti, le zone da sottoporre a vincolo nelle aree limitrofe allo scalo aeroportuale di Cagliari ed all'aeroporto militare di Decimomannu, stabilendo le limitazioni relative agli ostacoli e ai potenziali pericoli, al fine di garantire la sicurezza della navigazione aerea, conformemente alla normativa tecnica internazionale.

Per la scelta circa l'ubicazione ottimale del parco eolico in esame, si è tenuto conto delle norme dell'aviazione civile in considerazione della vicinanza con l'aeroporto di Cagliari e di quelle del Ministero della Difesa in riferimento all'aeroporto di Decimomannu.

Tali norme, che disciplinano il volo nell'area scelta, prevedono già l'interdizione del volo dal livello del mare fino a 150 m di quota. La maggiore altezza prevista per le pale eoliche sarà pertanto disciplinata quale ostacolo per la navigazione aerea.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
28 di 76



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ubicazione parco eolico su stralcio carta VFR ENAV.

Elaborazione iLStudio.

Figura 2.17 – Carta VFR ENAV ENR 6.1–15.



Figura 2.18 – Parco eolico nel Mar di Sardegna. Individuazione aree regolamentate al volo militare.

Fonte: <https://airspace.xcontest.org/app/overview>.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 29 di 76

Inoltre, il Codice della Navigazione, all'Art. 709 – Ostacoli alla navigazione, spiega che:

“[...] Costituiscono ostacolo alla navigazione aerea le costruzioni, le piantagioni arboree, i rilievi orografici ed in genere le opere, anche in virtù delle loro destinazioni d'uso, che interferiscono con le superfici di rispetto, come definite dall'ENAC con proprio regolamento. [...]”

Aggiunge inoltre che:

“[...] La costituzione di ostacoli fissi o mobili alla navigazione aerea è subordinata all'autorizzazione dell'ENAC, previo coordinamento, ove necessario, con il Ministero della Difesa. [...]”

Gli enti preposti si sono già espressi sulla configurazione del parco eolico proposta in fase di scoping:

- ENAC: parere n. ENAC – TSU–14/09/2020–0087001–P del 14/09/2020: “[...] al fin dell’ottenimento del parere–nulla osta, è necessario che il proponente attivi la procedura descritta nel protocollo Tecnico pubblicato sul sito dell’Ente www.enac.gov.it alla sezione “Ostacoli e pericoli alla navigazione aerea”, inviando alla scrivente Direzione la documentazione necessaria e attivando, contestualmente, analoga procedura con ENAV”; ottemperato in data 21/09/2020 prot. MWEB_2020_1353 – Istanza di valutazione.
- ENAV: rif. ENAC, ottemperato in data 21/09/2020 prot. MWEB_2020_1353 – Istanza di valutazione – “[...] nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. [...]”

2.2.10. Aree sottoposte a restrizioni di natura militare

Lungo le coste italiane esistono alcune zone di mare nelle quali sono saltuariamente eseguite esercitazioni navali di unità di superficie e di sommergibili, di tiro, di bombardamento, di dragaggio ed anfibia. Dette zone sono pertanto soggette a particolari tipi di regolamentazioni dei quali viene data notizia a mezzo di apposito Avviso ai Naviganti. Di seguito è riportata l’indicazione delle zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali di tiro nonché delle zone dello spazio aereo soggette a restrizioni, relative all’area di progetto.

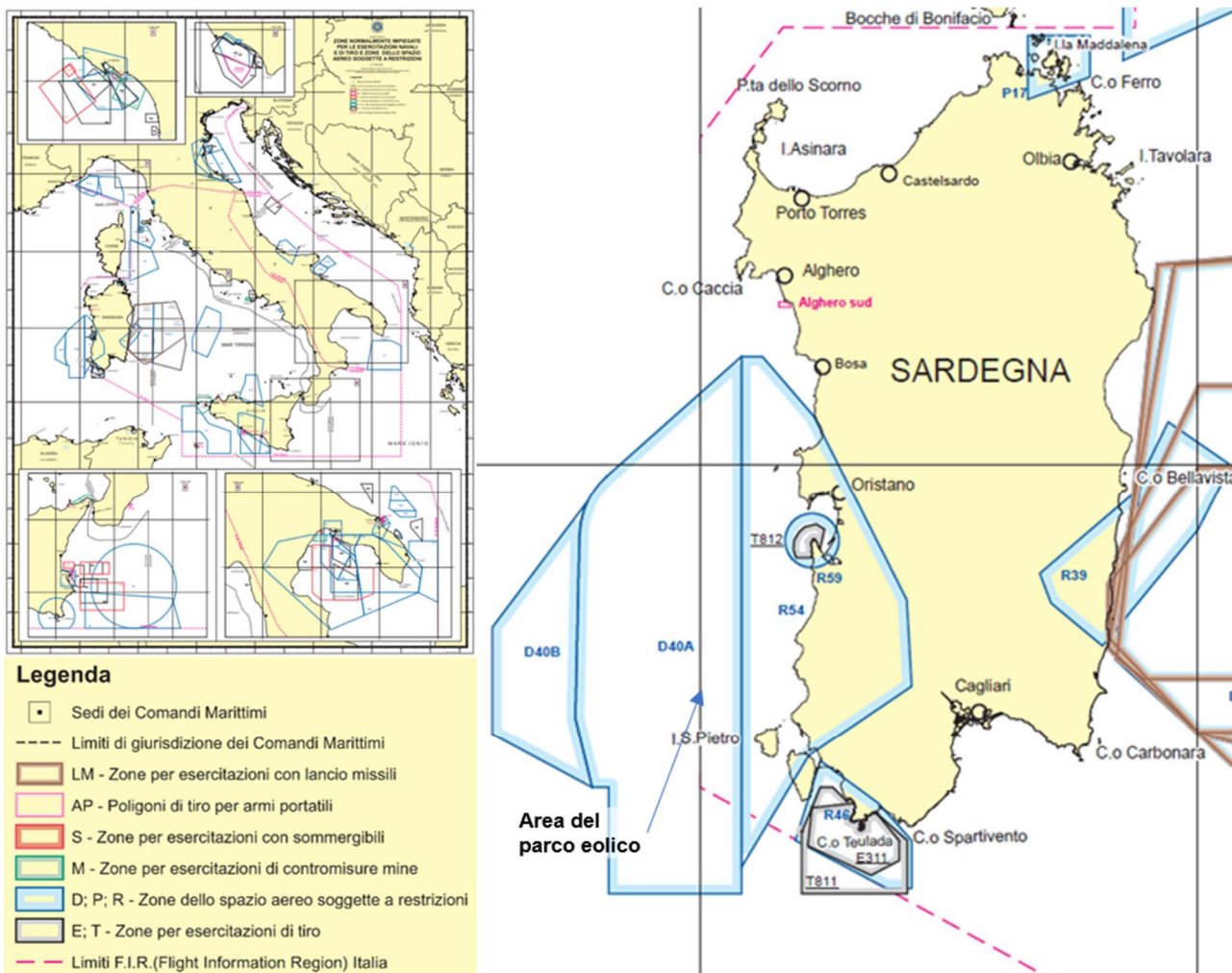


Figura 2.19 – Ubicazione parco eolico su stralcio carta delle aree normalmente dedicate ad esercitazioni navali di tiro e spazio aereo soggetto a restrizioni.

Si può pertanto concludere che l'area interessata dalla realizzazione del parco eolico offshore oggetto di questa relazione, non presenta particolari restrizioni per le esercitazioni navali militari e per le zone dello spazio aereo.

2.2.11. Asservimenti infrastrutturali

La presenza, in una specifica area, di gasdotti e di linee elettriche e di telecomunicazione, determina la presenza di asservimenti infrastrutturali.

Di seguito è riportata la localizzazione del progetto del parco eolico offshore in esame, comprensivo delle sue componenti a mare e a terra, in relazione al percorso delle linee di telecomunicazione tra l'Europa ed i paesi del Mediterraneo Sud-Orientale, di cui si è dovuto tenere necessariamente conto al fine di non generare interferenze con gli asservimenti infrastrutturali già presenti nell'area in esame.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

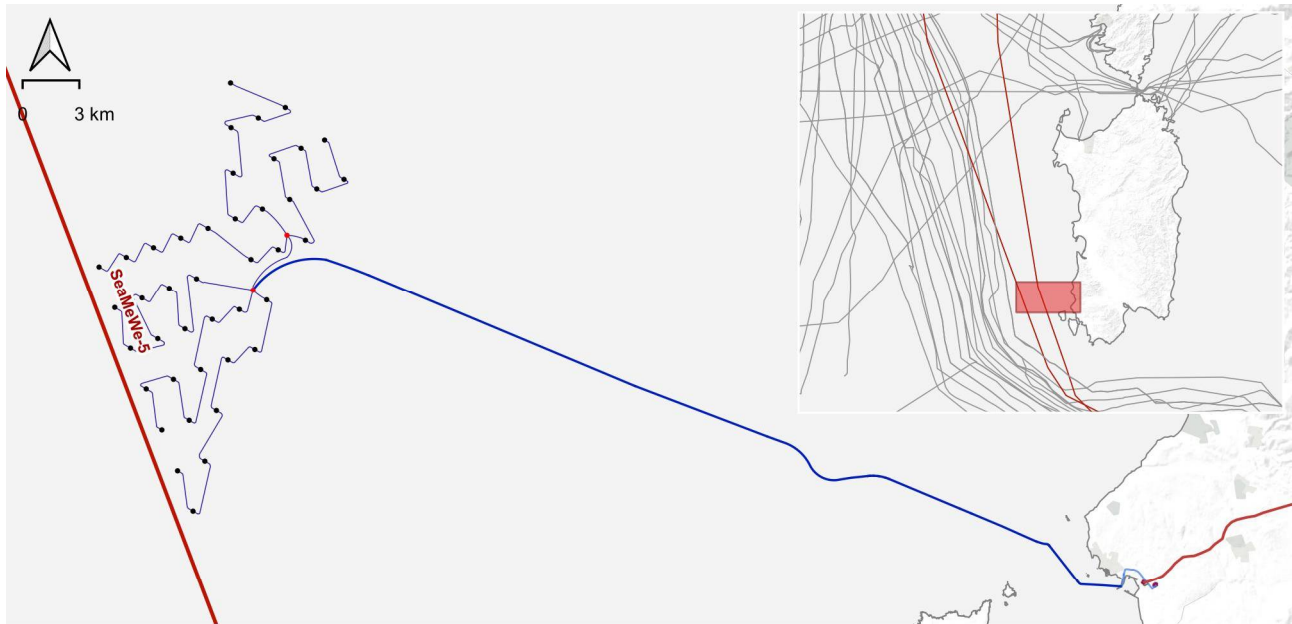
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
31 di 76



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ubicazione impianto offshore su tracciati infrastrutture di terze parti
Elaborazione iLStudio su dati EmodNET Human Activities

LEGENDA

Strutture e impianti

- Rete inter-array IAC 66kV
- Elettrodotto di esportazione Ofec 220kV
- WTG
- FOS

Figura 2.20 – Ubicazione parco eolico su planimetria gasdotti nell’area del Mar di Sardegna.

Elaborazione iLStudio.

Come si può dedurre dalla figura, le componenti a mare e le componenti a terra del progetto proposto non interferiscono con il percorso delle linee di telecomunicazione già presenti sul territorio esaminato.

Per quanto invece concerne le interferenze elettromagnetiche con le linee di telecomunicazione, il parco eolico ed il suo elettrodotto sono posti a distanza tale da non generare interferenze.

2.2.12. Zone marine aperte alla ricerca di idrocarburi

I titoli minerari per la ricerca e la coltivazione di idrocarburi in mare, vengono conferiti dal Ministero dello Sviluppo Economico in aree della piattaforma continentale italiana istituite con leggi e decreti ministeriali, denominate “Zone marine” e identificate con lettere dell’alfabeto. Finora sono state aperte le Zone marine da A ed E con la legge 613/67, e le zone F e G con decreti ministeriali.

Il Mar di Sardegna è interessato dalla Zona Marina E, istituita con Legge 21 luglio 1967, n. 613, e successivamente ampliata con Decreto Ministeriale 9 agosto 2013.


PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Zone marine aperte alla ricerca e coltiv. di idrocarburi
 Zone Marine C e G, rimodulate con D.M. 8/8/2013
 Fonte: mise.gov.it

Zone istituite

- Zona A
- Zona B
- Zona C
- Zona D
- Zona E
- Zona F
- Zona G

Zone rimodulate

- Zona A
- Zona B
- Zona C
- Zona D
- Zona E
- Zona F
- Zona G

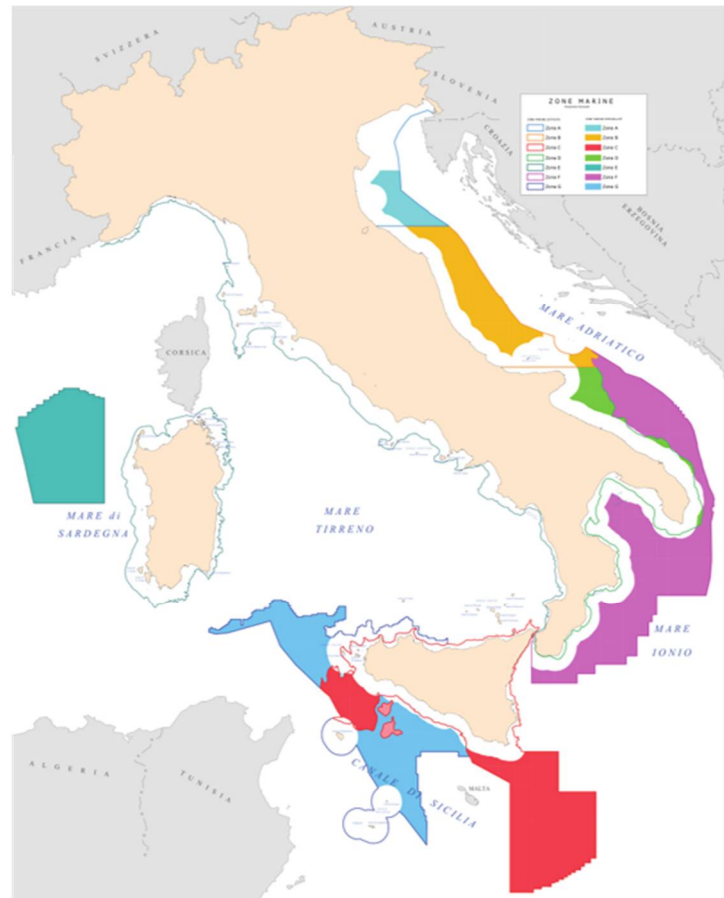


Figura 2.21 – Zone marine aperte alla ricerca e coltivazione di idrocarburi.

Zona Marina E, rimodulata con D.M. 08/08/2013. Mappa MiSE.

Come è possibile osservare dalla Figura 2.21, l'area individuata per la realizzazione del progetto non è classificata tra quelle di interesse rilevante ai fini della ricerca sottomarina di idrocarburi.

2.2.13. Piani di gestione dello spazio marittimo italiano

Il parco eolico offshore flottante qui presentato ricade in aree marittime oggetto dei Piani di Gestione dello Spazio Marittimo, attualmente in fase di Valutazione ambientale strategica. In particolare, viene in rilievo il Piano per l'Area Marittima "Tirreno-Mediterraneo occidentale".

I settori/usi definiti dai piani di gestione vengono associati a specifiche sub-aree, così da determinare in quali zone sia ammissibile il loro sviluppo. Il parco eolico in oggetto ricade parzialmente in più sub-aree e in particolare:

- MO/7 – Acque territoriali Sardegna, per quanto concerne il cavo marino di esportazione;
- MO/11 – Piattaforma continentale e ZPE Tirreno Occidentale e Sardegna Occidentale, per quanto riguarda l'installazione del parco eolico e parte del cavo marino di esportazione.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

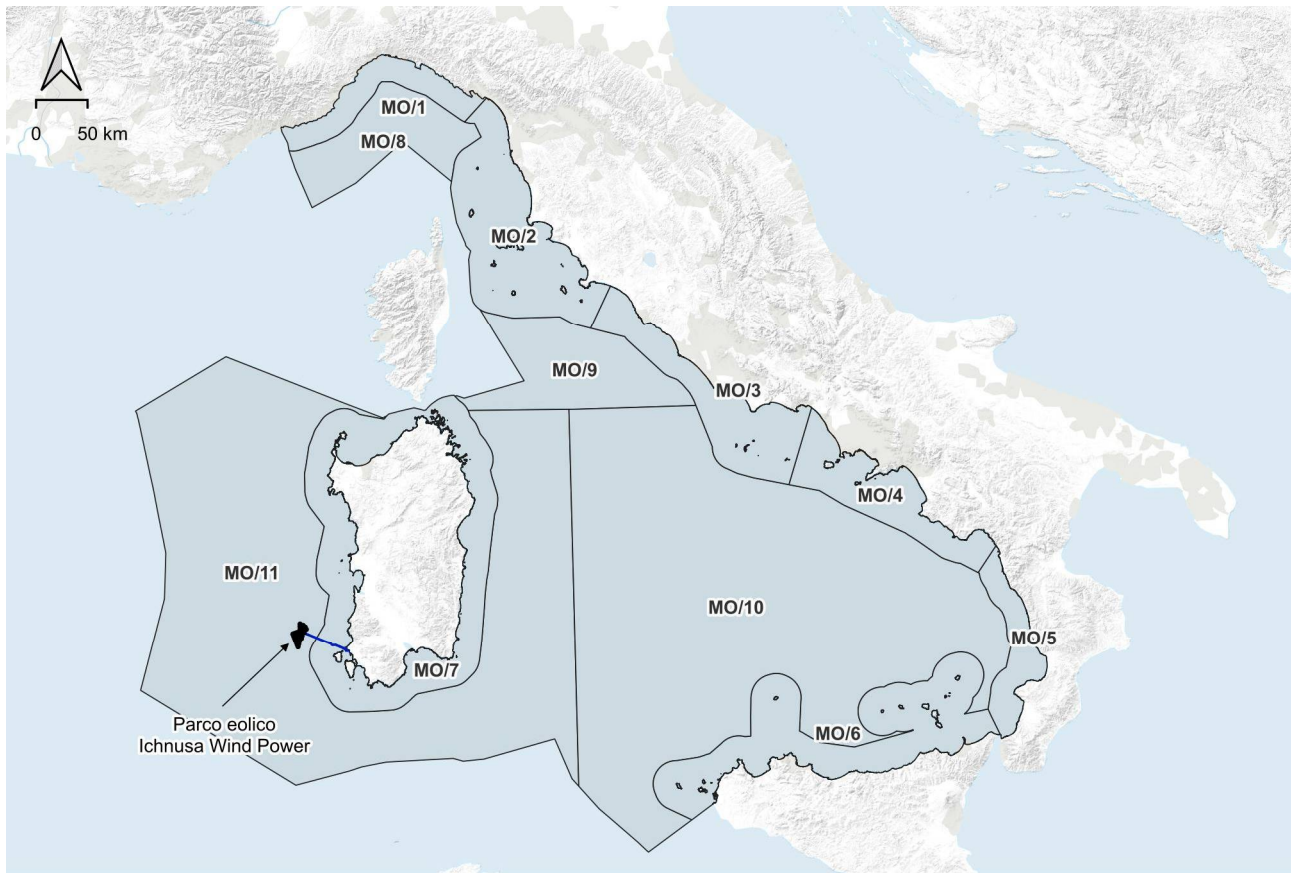
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
33 di 76



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ubicazione parco eolico su delimitazione e zonazione interna dell'Area "Tirreno-Mediterraneo Occidentale".
Elaborazione iLStudio su dati "Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Area Marittima Tirreno e Mediterraneo Occidentale".

Figura 2.22 – Parco eolico su delimitazione e zonazione interna dell'area "Tirreno-Mediterraneo Occidentale".

Elaborazione iLStudio su dati "Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Area Marittima Tirreno e Mediterraneo Occidentale".

Dall'analisi del Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Area "Tirreno – Mediterraneo occidentale" emerge che il progetto descritto dal presente SIA è perfettamente conforme agli obiettivi e agli usi previsti per quest'area marina. Infatti, il parco eolico si distanzia di ben 35 km dalla costa, eludendo ogni potenziale problematica concernente la visibilità dalla terraferma e, dunque, ogni ostacolo riguardante la tutela del paesaggio e delle attività ad esso correlate. Per quanto concerne la tutela dell'ambiente e delle risorse naturali, sono stati condotti studi atti a definire quali misure adottare per la protezione degli habitat marini.

Per quanto concerne gli impatti che il progetto possa avere sulle attività di pesca, si ritiene che tali impianti possano facilmente integrarsi all'interno dello sfruttamento degli spazi marittimi. È infatti plausibile che la presenza dell'impianto dia l'opportunità per i fondali marini di rigenerarsi rispetto al disturbo antropico provocato dalle modalità estremamente invasive utilizzate per la pesca, come la pesca a strascico.

2.2.14. Piano paesaggistico della Regione Sardegna

Con Decreto del Presidente della Regione n. 82 del 7 settembre 2006 è stato approvato in via definitiva il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) della Sardegna. Tale Piano è lo strumento di governo del territorio che persegue il fine di preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo, proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale con la relativa biodiversità, assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile al fine di migliorarne le qualità.

Parte del progetto in esame rientra negli ambiti:



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
34 di 76

- “Carbonia e Isole Sulcitane” (Ambito n.6) e
- “Bacino Metallifero” (Ambito n.7).



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ambito di paesaggio n.6 “Carbonia e Isole Sulcitane”.

Elaborazione iLStudio

Figura 2.23 – Ambito di paesaggio n.6 “Carbonia e Isole Sulcitane”.

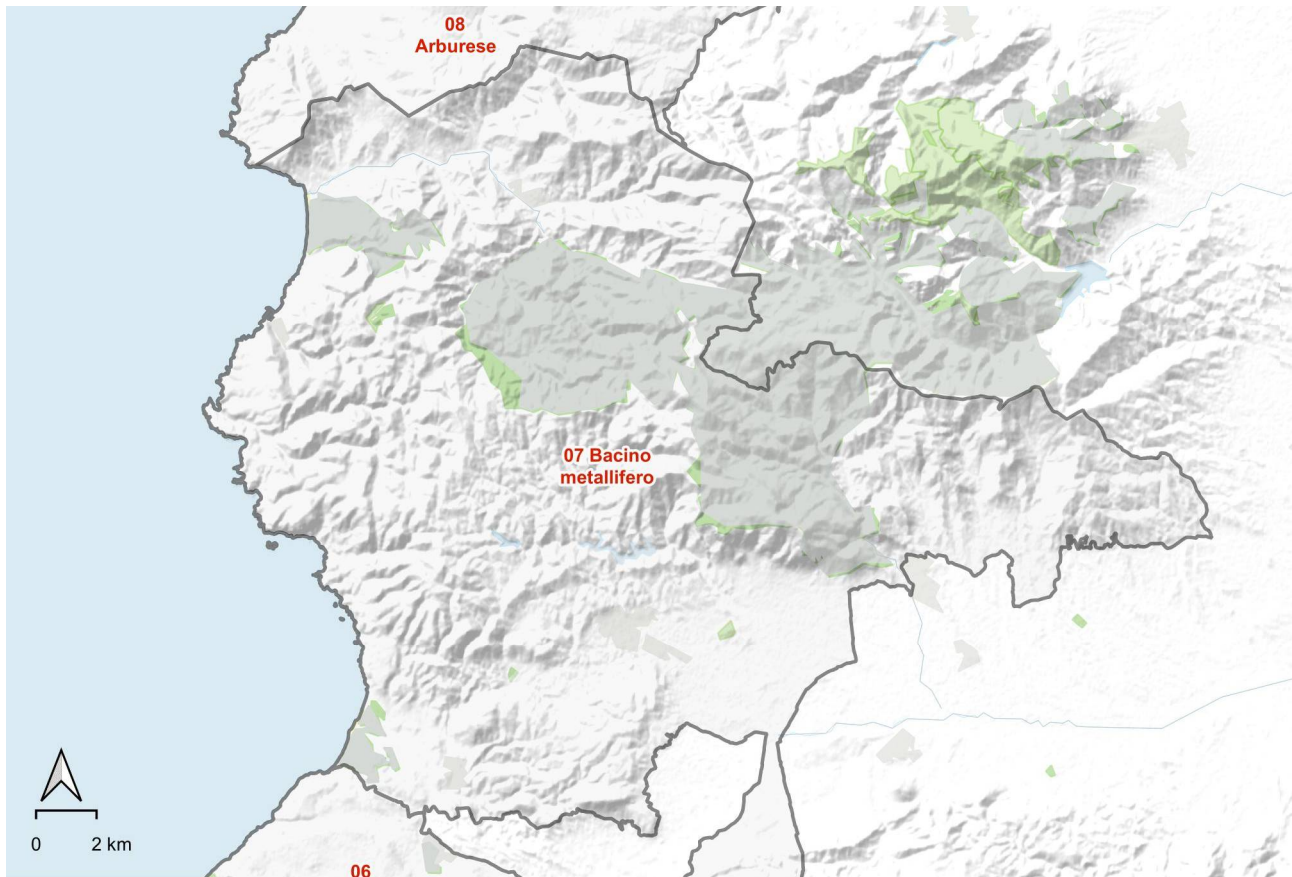
La struttura dell'Ambito di paesaggio n.6 (Figura 2.23) è definita dal “mare interno” formato dal sistema insulare del Sulcis, che comprende le Isole di Sant’Antioco e di San Pietro, e dalla fascia costiera antistante che si estende a nord dell’istmo di Sant’Antioco fino alla tonnara di Porto Paglia, oltre il promontorio di Capo Altano (Portoscuso); su questa fascia insiste il nucleo del bacino carbonifero del Sulcis. Si tratta di un Ambito caratterizzato da un ricchissimo insediamento antico e da una sequenza moderna di centri di fondazione.

La struttura dell'Ambito n.7 (Figura 2.24) si definisce per il sistema orografico che si estende dal settore costiero occidentale di Buggerru, Nebida, Masua e della spiaggia di Fontanamare, fino al fluminese, ai rilievi di Gonnese ed alla sinclinale di Iglesias, arrivando a comprendere il sistema orografico meridionale della dorsale del Linas-Marganai. Tali aree sono legate alle attività estrattive minerarie, che hanno coinvolto l'intero Ambito a partire dall'epoca protostorica sino ai giorni nostri e, tuttavia, ormai completamente cessate. Queste attività hanno segnato, pertanto, l'Ambito paesaggistico dell'anello metallifero e la struttura del sistema insediativo.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ambito di paesaggio n.7 "Bacino Metallifero".

Elaborazione iLStudio

Figura 2.24 – Ambito di paesaggio n.7 "Bacino Metallifero"

L'analisi dei vincoli paesaggistici dell'area, è stata svolta secondo i tre assetti paesaggistici dettati dal PPR:

- Assetto ambientale;
- Assetto storico-culturale;
- Assetto insediativo.

2.2.14.1. Assetto Ambientale

L'assetto ambientale è costituito dall'insieme degli elementi territoriali di carattere biotico (flora, fauna ed habitat) e abiotico (geologico e geomorfologico), con particolare riferimento alle aree naturali e seminaturali, alle emergenze geologiche di pregio e al paesaggio forestale e agrario, considerati in una visione ecosistemica correlata agli elementi dell'antropizzazione. Il progetto predilige aree con minor valore naturalistico e non contrasta con i circostanti valori paesaggistici. Le componenti dell'Assetto Ambientale interessate dal progetto sono (Figura 2.25) (per maggiori dettagli si rimanda alle tavole C0421CT14PPTBAA00, C0421CT15PPTBAA00, C0421CT16PPTBAA00, C0421CT17PPTBAA00):

- fascia costiera, per cui il progetto risulta conforme alle prescrizioni;
- riserva forestale "Nuraxi Figus" (Area di Gestione Ente Foreste), per cui l'intervento infrastrutturale previsto non genera ulteriore alterazione del paesaggio rispetto all'attuale situazione;
- aree di recupero ambientale (Sito Inquinato di Portovesme, Aree Minerarie Dismesse), per cui gli interventi del progetto rientrano nelle direttive del PPR cercando di non alterare il carattere della zona e non interferire negativamente sull'ambiente;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
36 di 76

- componenti ambientali (aree antropizzate, praterie e spiagge, macchie dune, aree umide, colture erbacee specializzate, colture arboree antropizzate, impianti boschivi artificiali, boschi) classificate in *Aree naturali e subnaturali, Aree seminaturali, Aree ad utilizzazione agro-forestale*, per cui è lecito affermare che gli interventi proposti sono stati sviluppati rispettando le prescrizioni;
- fiumi, torrenti, laghi, invasi, stagni, per cui gli interventi proposti non comprometteranno lo stato attuale degli alvei e delle sponde della zona né tantomeno la vegetazione riparia.

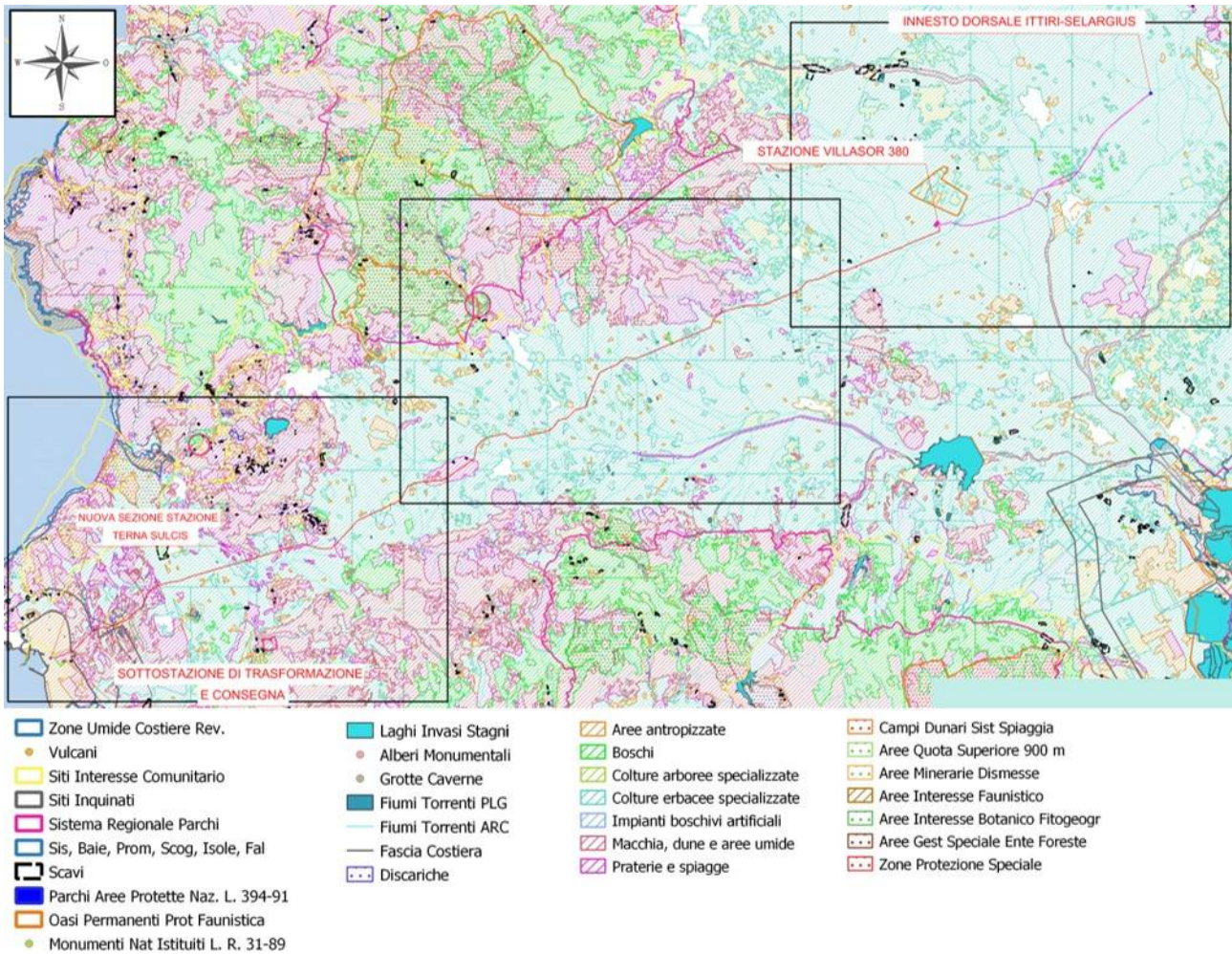


Figura 2.25 – Assetto Ambientale dell'area di intervento

Elaborazione iLStudio.

2.2.14.2. Assetto Storico culturale

L'assetto storico-culturale è formato dalle aree e dagli immobili che rappresentano il territorio a seconda dei processi storici e di antropizzazione che caratterizzano la zona. Le aree e gli immobili compresi nell'assetto storico-culturale rappresentano la caratterizzazione del paesaggio e ne completano la ricognizione e l'analisi con riferimento ai valori storico-culturali.

L'area di progetto interessa aree del vincolo di Assetto Storico Culturale, in particolare, l'Area dell'Organizzazione Mineraria e del Parco Geominerario Ambientale e Storico (Figura 2.26) (per maggiori dettagli si rimanda alle tavole C0421CT22PPTBAS00, C0421CT23PPTBAS00, C0421CT24PPTBAS00, C0421CT25PPTBAS00).

Le componenti del Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna appartenente alla categoria dei "sistemi identitari di aree di insediamento produttivo di interesse storico-culturale", i quali ricomprendono



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
37 di 76

anche le aree dell'organizzazione Mineraria, come definito dai commi 1, 2 e 3 dell'art. 53 delle NTA del PPR riportati in seguito:

"[...] 1. Le aree d'insediamento produttivo di interesse storico culturale sono sistemi identitari, individuati e rappresentati nelle tavole del PPR, caratterizzati da forte identità, in relazione fondamentali processi produttivi di rilevanza storica.

2. Tali aree costituiscono elementi distintivi dell'organizzazione territoriale. Esse rappresentano permanenze significative riconoscibili dell'assetto territoriale storico consolidato, e comprendono le aree di bonifica, le aree delle saline storiche nonché le aree dell'organizzazione mineraria ricomprese nel Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna limitatamente alle aree di caratterizzazione paesaggistica b), c), d) di cui al seguente comma 3.

3. Le aree dell'organizzazione mineraria ricomprese nel Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna sono suddivise, sulla base del riconoscimento delle loro peculiarità, nelle seguenti aree di caratterizzazione paesaggistica: a) Aree di rilevanza non geomineraria attualmente ricomprese nel territorio del Parco; b) Aree di contesto del Parco con monumentalità paesaggistica, geomorfologica e cromatica; c) Aree minerarie a forte valenza di archeologia industriale; d) Aree minerarie a prevalenza geomorfologica con eventuali modifiche derivanti da discariche [...]"

Le opere in progetto non ricadono in aree delimitate dal comma 3.

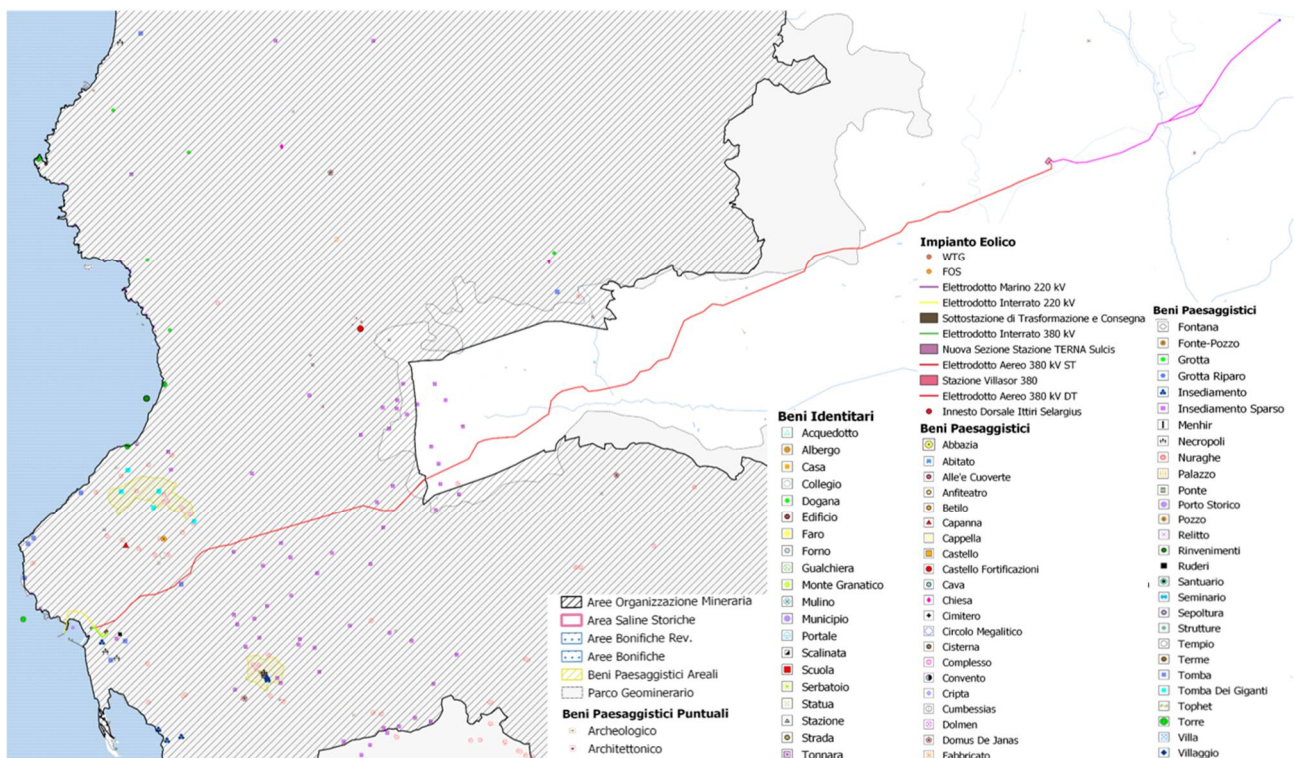


Figura 2.26 – Assetto Storico Culturale dell'area di intervento.

Elaborazione iLStudio.

2.2.14.3. Assetto insediativo

L'assetto insediativo rappresenta l'insieme degli elementi risultanti dai processi di organizzazione del territorio funzionali all'insediamento degli uomini e delle loro attività. Le NTA suggeriscono in merito indirizzi volti ad orientare l'azione di programmazione, progettazione e controllo degli interventi prioritariamente sugli obiettivi di qualità urbanistico-architettonica e di sostenibilità ambientale.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
38 di 76

Il progetto in esame risulta conforme agli indirizzi normativi in considerazione del fatto che:

- parte dell'energia trasmessa dalla nuova infrastruttura di rete deriverà da fonte eolica rinnovabile capace di ridurre le emissioni di inquinanti atmosferici;
- gli interventi di ammodernamento consentiranno una migliore integrazione delle nuove iniziative di produzione rinnovabile migliorando nel contempo l'efficienza della rete.

Il progetto ricade nella perimetrazione delle “Grandi aree industriali”, ai sensi del DGR n.16/24 del 28/03/2017, e nelle “aree delle infrastrutture”, ovvero aree che comprendono i nodi dei trasporti, la rete della viabilità, il ciclo dei rifiuti, il ciclo delle acque, il ciclo dell'energia elettrica e della telefonia (centrali, stazioni, linee elettriche e telefoniche), gli impianti eolici e i bacini artificiali (Figura 2.27) (per maggiori dettagli si rimanda alle tavole C0421CT18PPTBAI00, C0421CT19PPTBAI00, C0421CT20PPTBAI00, C0421CT21PPTBAI00) .

L'art. 67 delle NTA sottolinea che gli ampliamenti delle infrastrutture esistenti e la localizzazione di nuove infrastrutture possono essere effettuate scegliendo le nuove ubicazioni preferibilmente nelle aree di minore pregio paesaggistico, secondo valutazioni orientate alla mitigazione degli impatti visivi e ambientali.

Inoltre, la pianificazione settoriale si conforma all'indirizzo di prevedere corridoi energetici, intesi come porzioni di territorio regionale in cui individuare i tracciati delle reti energetiche e delle telecomunicazioni, in modo da minimizzare gli impatti paesaggistici e ambientali.

Pertanto, il progetto risulta conforme agli indirizzi risultanti dalle NTA del PPR.

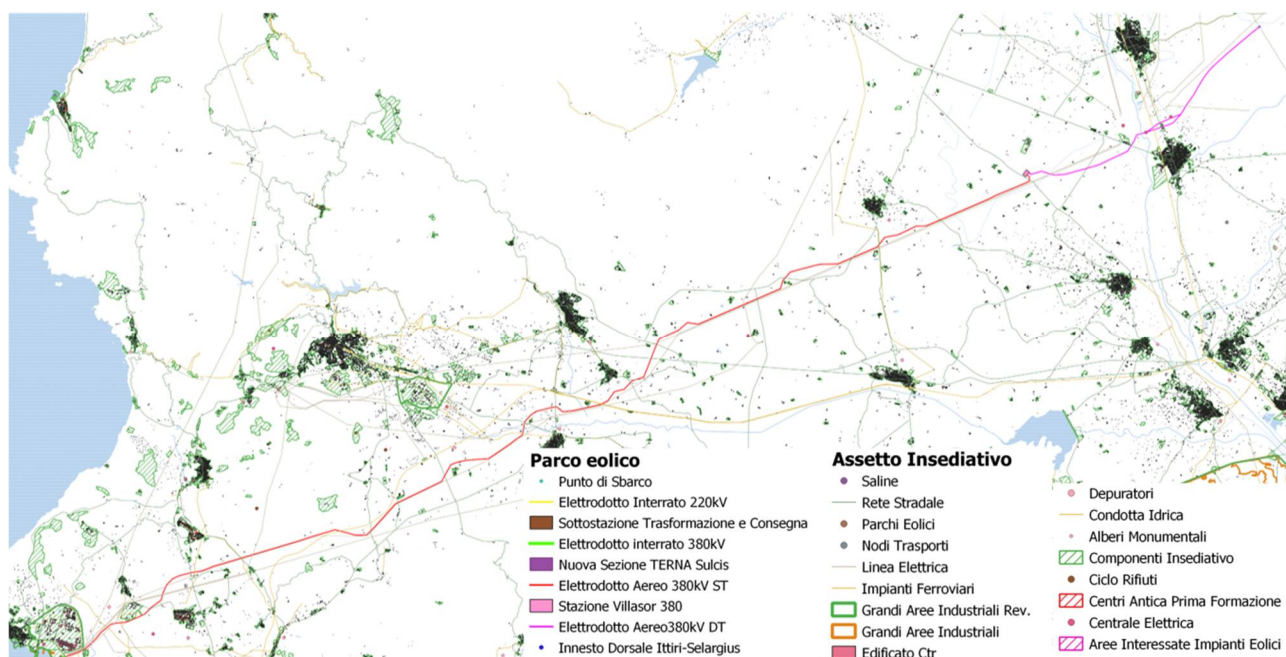


Figura 2.27 – Assetto insediativo dell'area di intervento.

Elaborazione iLStudio.

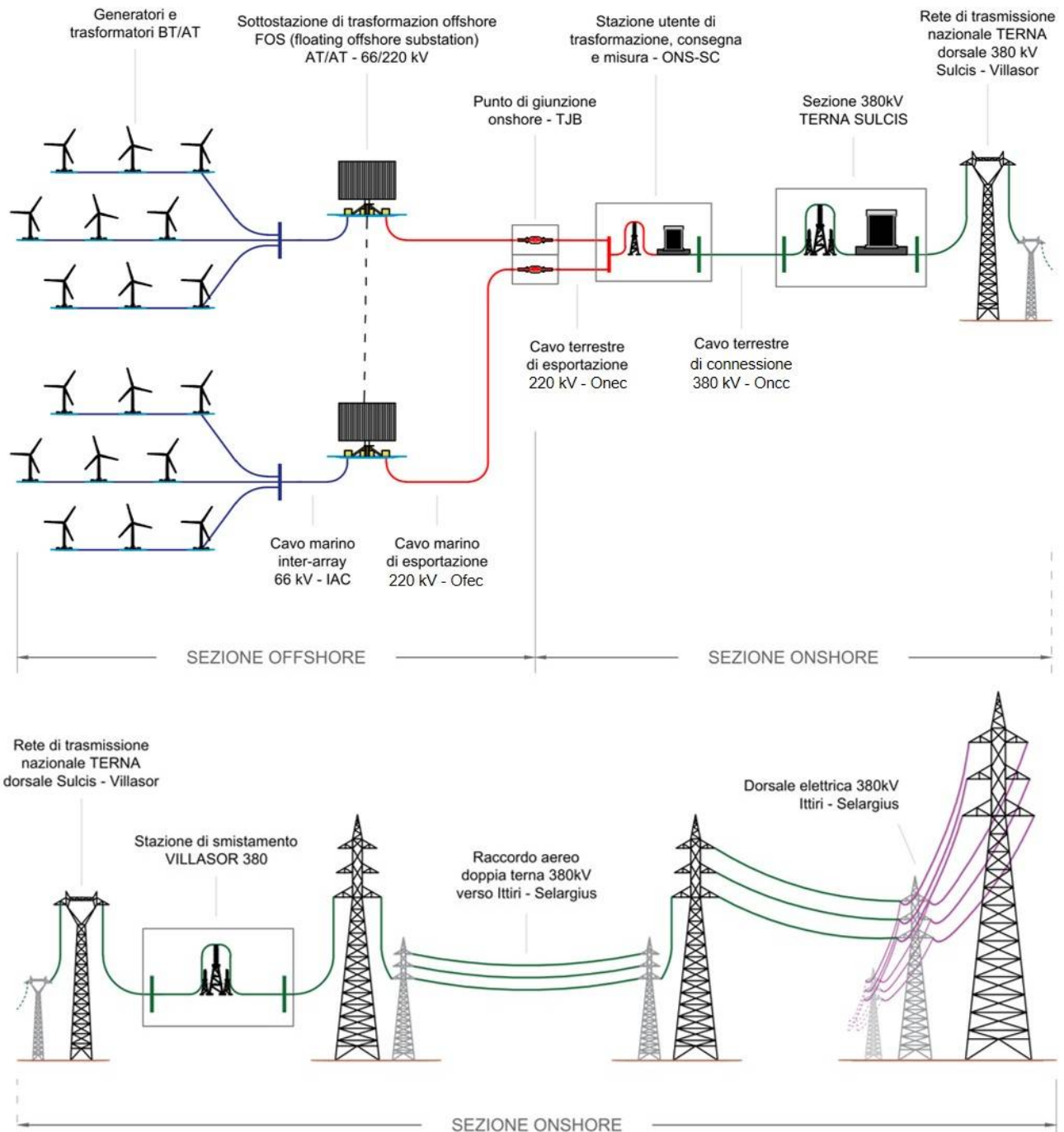


Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

3. ARCHITETTURA ED ELEMENTI COSTITUTIVI DEL PROGETTO

L'architettura elettrica per la trasmissione dell'energia prodotta dal sito di generazione fino al punto di consegna e immissione nella rete di trasmissione nazionale, mostrata in Figura 2.1, può essere divisa in una sezione marittima (*offshore*), costituita dalle opere di produzione e trasporto dell'energia, ed una terrestre (*onshore*), composta dalle opere disposte per la consegna ed il trasporto dell'energia prodotto nella RTN.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Caratteristiche fisiche del progetto – Schema concettuale elettrico della proposta progettuale.
Elaborazione iLStudio

Figura 3.1 – Architettura elettrica del progetto.

Schema elettrico concettuale dal punto di generazione fino al punto di immissione in rete sulla dorsale 380kV Ittiri – Selargius.
Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
40 di 76

3.1. Sezione marittima

La sezione marittima dell'impianto comprenderà 42 turbine eoliche galleggianti WTG elettricamente ripartiti in 6 stringhe di produzione afferenti a due sottoparchi di 21 aerogeneratori ciascuno. Il collegamento elettrico tra gli aerogeneratori sarà realizzato mediante una rete di cavi inter-array tripolari a 66 kV del tipo dinamico per uso marino con conduttori in rame a sezione elettrica variabile e ottimizzata in ragione della corrente massima trasportata. Le tre stringhe di sottoparco saranno connesse in parallelo sulla sezione di ingresso della relativa sottostazione offshore di trasformazione FOS nella quale si realizzeranno l'elevazione della tensione dal valore di generazione (66 kV) al valore di esportazione (220 kV) e la prima compensazione della potenza reattiva mediante un reattore shunt sul lato in alta tensione. Da ciascuna sottostazione offshore partirà quindi un cavo elettrico tripolare ibrido dinamico – statico AT al livello di tensione 220 kV per il trasporto di energia elettrica verso la terraferma (fino al punto di giunzione), andando a costituire l'elettrodotto marino di esportazione.

3.1.1. Turbina eolica

Le turbine eoliche di cui si prevede l'utilizzo sono del tipo tripala ad asse orizzontale con rotore in configurazione *upwind* (sopravento) e con potenza nominale pari a 12MW.

Il rotore (assieme pale + mozzo) è l'organo motore primo che estrae l'energia cinetica del vento convertendola in energia meccanica rotazionale disponibile all'albero primario della turbina.

L'estrazione di potenza dal vento è garantita in un intervallo specifico di velocità generalmente compreso tra un valore minimo attorno a 3 m/s necessario all'avviamento del rotore (velocità di cut-in) e un valore massimo attorno a 25 m/s oltre il quale l'aerogeneratore viene arrestato, in condizioni di sicurezza, per l'azione di un freno aerodinamico mediante il sistema di *pitch regulation* della turbina gestito dal WTG controller, e un freno meccanico qualora fosse necessario bloccare il rotore per esigenze di manutenzione.


La navicella, ovvero la struttura collegata sulla testa della torre eolica, contiene al suo interno elementi strutturali (telaio, giunto rotore, cuscinetti), componenti elettromeccanici (generatore, blocco convertitore, il sistema di orientamento del vento, il sistema di regolazione della lama, il sistema di raffreddamento) ed elementi di sicurezza (illuminazione, estintori, freni).

Le pale sono generalmente in fibra di vetro e resina epossidica con rinforzi in materiali compositi. La torre eolica è troncoconica, realizzata in acciaio e divisa in tre o più sezioni. 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, la quota al tip della pala sarà fino 285 m mentre quella del mozzo sarà fino a 155 m sul livello del mare.

Tabella 3.1 – Caratteristiche generali della turbina eolica.

Elaborazione iLStudio.

	Potenza nominale	12 MW
	Velocità di Cut-in	3.0 m/s
	Velocità media	12.0 m/s
	Velocità di Cut-off	25.0 m/s
	Classe di ventosità (IEC)	Ib
	Diametro di rotore	fino a 255 m
	Area spazzata	fino a 51071m ²
	Numero di pale	3
	Quota al mozzo (<i>hub</i>)	155 m.s.l.m.m.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 41 di 76

3.1.1.1. Misure di sicurezza ambientale

Per quanto concerne le misure di protezione ambientale, la progettazione di dettaglio degli aerogeneratori prevederà il ricorso alle migliori tecniche e tecnologie finalizzate alla sicurezza e alla tutela ambientale; tali misure di protezione saranno di tipo attivo e passivo riguardando sia accorgimenti impiantistici e/o strutturali sia il ricorso a sostanze a basso impatto e pericolosità.

I fluidi operativi tipicamente richiesti nel funzionamento degli aerogeneratori sono riconducibili alle funzioni di lubrificazione, dissipazione termica, isolamento elettrico e trasmissione di potenza. Nella selezione dei fluidi di lavoro si prediligerà l'impiego di sostanze sicure per l'uomo e per l'ambiente così da minimizzare l'impatto sull'ecosistema (in caso di sversamento accidentale) e aumentare la sicurezza degli operatori (ad esempio in caso di incendio).

Per quanto riguarda, ad esempio, gli oli diatermici dei trasformatori elettrici, in tempi recenti si stanno diffondendo unità isolate ad olii esteri naturali che presentano una elevatissima biodegradabilità e un miglior comportamento al fuoco. Tali sostanze, il cui utilizzo è previsto per l'opera in oggetto, trovano oggi anche una precisa collocazione normativa come testimoniato dalla recente pubblicazione della Norma IEC e CENELEC EN 62770 "Esteri naturali nuovi per trasformatori e apparecchiature elettriche similari".

Infine, dal punto di vista della sicurezza passiva, gli aerogeneratori saranno dotati di sistemi di raccolta fluidi atti a impedirne il rilascio accidentale in ambiente in caso di perdita. Sistemi di questo tipo, comprensivi di canali di convogliamento e bacini di raccolta, saranno previsti, ad esempio, per il cuscinetto principale e il raffreddatore olio di ciascun aerogeneratore. I fluidi eventualmente raccolti saranno quindi convogliati in idoneo bacino centrale per la raccolta e il successivo smaltimento in sicurezza durante le normali operazioni di manutenzione.

3.1.1.2. Verniciatura e rivestimento

La protezione delle turbine eoliche dalla corrosione dovuta all'ambiente marino è assicurata dall'applicazione di vernici anticorrosive sui vari componenti della struttura.

Vi sono diverse categorie di vernici, che dipendono dal tipo di struttura e dall'area di applicazione. Le vernici utilizzate rispetteranno la serie di standard ISO 12944.

Non saranno utilizzate vernici contenenti elementi organostannici secondo la Normativa Europea (COMMISSION REGULATION (EC) No 552/2009 of 22 June 2009 amending Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards Annex XVII).

3.1.1.3. Sistemi di segnalazione aerea

Per ogni turbina si prevede un equipaggiamento luci di segnalazione per la navigazione aerea, in accordo con le disposizioni dell'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC).

Ogni turbina eolica sarà di colore bianco e, nel rispetto delle prescrizioni espresse dall'ENAC, al fine di garantire un'adeguata segnalazione diurna, le pale dovranno essere verniciate con n° 3 bande bianche e rosse di 6 m l'una di larghezza, in modo da impegnare solo gli ultimi 18 m delle pale stesse.

Il passaggio dall'illuminazione diurna all'illuminazione notturna verrà effettuato automaticamente non appena la luminosità sarà inferiore a 50 cd/m² e, in caso di guasto, l'alimentazione elettrica al servizio del sistema di illuminazione verrà automaticamente sostituita entro 15 secondi da un sistema di backup autonomo con immediata segnalazione all'autorità competente per l'aviazione civile.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
42 di 76

3.1.2. Sottostazione elettrica di trasformazione offshore (FOS)

La sottostazione elettrica offshore FOS costituisce il punto di connessione centrale della rete di cavi inter-array di sottoparco e alloggia le apparecchiature elettriche primarie necessarie per la compensazione della potenza reattiva e l'elevazione della tensione elettrica dal livello di generazione (66 kV AC) al valore di trasporto e consegna in rete (220 kV AC).

L'equipaggiamento di potenza è affiancato da un articolato sistema di componenti ausiliari di gestione, comunicazione e controllo che consentono il funzionamento della sottostazione e dell'intero parco eolico in conformità alla normativa vigente in materia di sicurezza e comunque in linea con i requisiti di qualità previsti da TERNA. Infatti, oltre alle apparecchiature elettriche, la FOS include le protezioni antincendio, i generatori di emergenza e altri sistemi ausiliari, quali:

- sistemi di ventilazione;
- sistemi di sicurezza;
- sistemi di comunicazione;
- 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.

Da un punto di vista costruttivo, la FOS si configura come una classica piattaforma a sviluppo multilivello con struttura portante a telaio reticolare o a pannelli portanti.

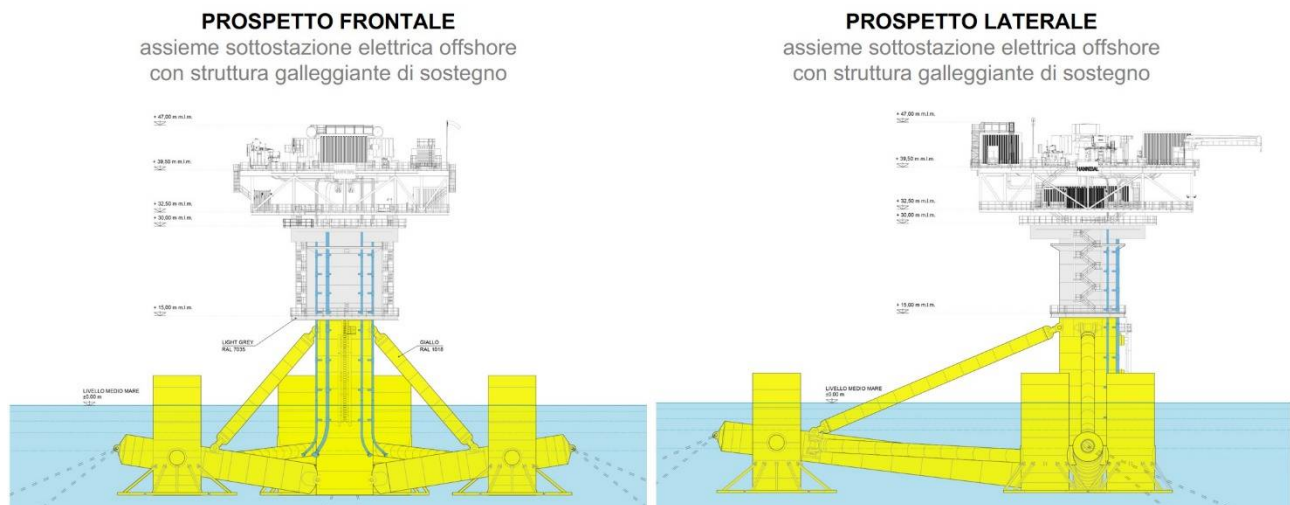


Figura 3.2 – Sottostazione elettrica galleggiante FOS. Concept costruttivo.

Elaborazione iLStudio su dati Siemens.

La parte superiore (*topside*) è supportata da una struttura di fondazione galleggiante del tipo semi-submersibile (sostanzialmente analoga a quella impiegata per le turbine eoliche) idoneamente mantenuta in posizione per l'azione di un sistema di ormeggi taut a linee tese ancorati al fondale marino mediante ancoraggi a punti fissi del tipo a pali metallici installati mediante battitura, vibro-infissione o avvitemento nel fondale.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

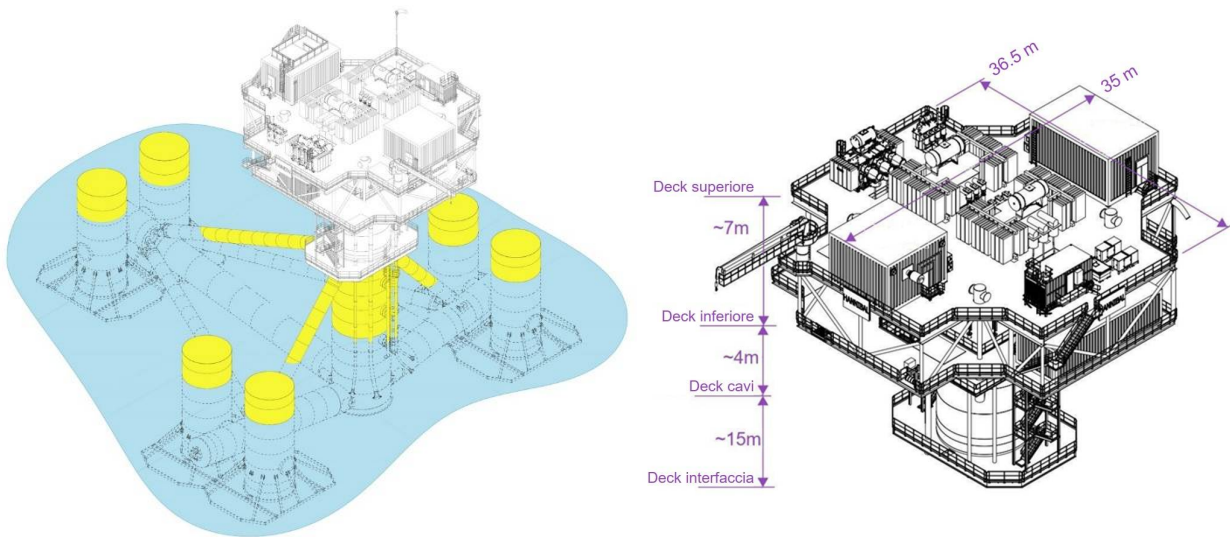
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
43 di 76



VISTA PROSPETTICA

Assieme sottostazione elettrica offshore
con struttura galleggiante di sostegno

VISTA PROSPETTICA

Assieme sottostazione elettrica offshore
quote e ingombri topside

Figura 3.3 – Sottostazione elettrica galleggiante FOS. Concept costruttivo, principali componenti elettrici.

Elaborazione iLStudio su dati Siemens.

L'ingresso dei cavi elettrici in arrivo dal parco e l'uscita dell'export cable verso la terraferma sono assicurati da un sistema di I-tubes (3 sul lato 66 kV, 1 sul lato 220 kV) che guida il passaggio del cavo elettrico dall'esterno verso l'interno della sottostazione e viceversa. In corrispondenza degli I-tubes sono opportunamente predisposti *bend stiffener* per l'irrigidimento locale del cavo e la sua protezione rispetto all'eccessiva curvatura in relazione ai naturali movimenti indotti dalle sollecitazioni ambientali (vento, correnti e onde).

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.

3.1.2.1. Misure di sicurezza ambientale

Anche per la sottostazione FOS le misure di protezione ambientale saranno orientate, in fase di progettazione esecutiva, all'utilizzo delle migliori tecniche e tecnologie di tipo attivo e passivo per garantire la sicurezza e la tutela ambientale. Ad esempio, la struttura del ponte superiore, che alloggia le apparecchiature elettriche primarie quali trasformatori, reattori shunt e relativi scambiatori termici per il raffreddamento, prevederà un sistema di raccolta reflui che possa consentire, nell'eventualità di perdita, l'immediato convogliamento e la raccolta dei liquidi dispersi all'interno di un apposito serbatoio (*sump tank*) collocato sulla FOS dal quale sarà possibile procedere al trasferimento su nave per il successivo idoneo smaltimento a terra secondo norma.

In ogni caso le attrezzature e gli equipaggiamenti elettrici critici saranno installati in idonei contenitori di tipo "ambientale" con specifici accorgimenti tecnici quali, ad esempio, l'utilizzo di contenitori in doppia camera per i serbatoi carburante dei generatori ausiliari. I contenitori "ambientali" saranno inoltre dotati di sistemi di ventilazione controllata in sovrappressione per garantire bassa salinità e umidità per la efficace protezione dalla corrosione della componentistica.

3.1.3. Fondazione galleggiante

L'azione di supporto per l'aerogeneratore e per le FOS è assicurata da innovative strutture galleggianti ancorate al fondale tramite opportune linee di ormeggio. La scelta di non ricorrere a soluzioni fisse è dettata dagli evidenti limiti imposti dalle profondità dei fondali all'interno dell'area individuata per la realizzazione



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
44 di 76

dell'opera. Ai fini del progetto si propone l'utilizzo di una fondazione semi-immersa (*semi-submersible*) derivante dal modello TetraSub® e sviluppata dalla Stiesdal Offshore (SO). Tale fondazione è progettata per sostenere turbine fino a 15MW di potenza.

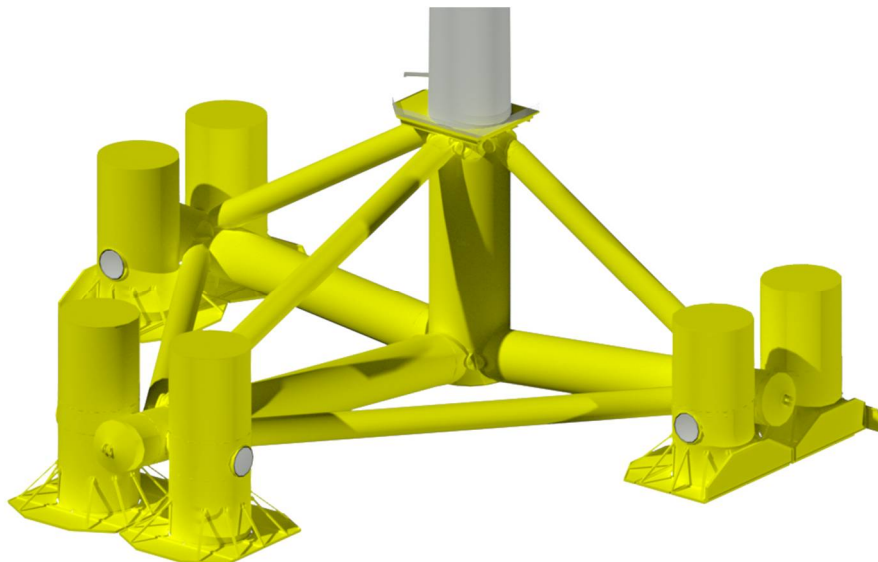


Figura 3.4 – Fondazione galleggiante TetraSub®.

Elaborazione SO.

Il modello, realizzato in acciaio, è composto da strutture tubolari opportunamente disposte a comporre un tetraedro asimmetrico, corredate da tre coppie di casse di zavorra nei vertici del triangolo di base.

Le linee di ormeggio, connesse a tali vertici, consentono alla struttura di conservare la propria posizione in fase operativa.

La fondazione è progettata per essere assemblata in banchina ed in seguito per essere agevolmente rimorchiata in mare fino al sito di installazione, in cui viene ormeggiata e zavorrata opportunamente fino al raggiungimento della condizione di galleggiamento di progetto.

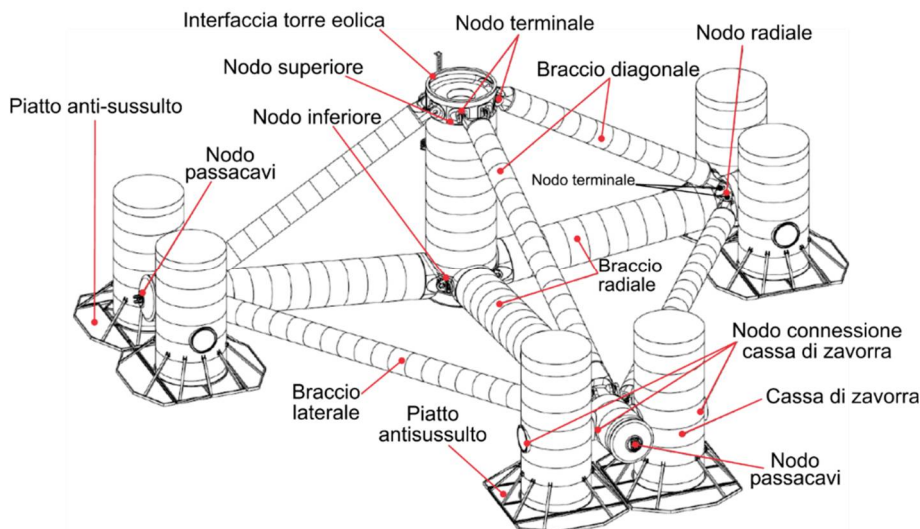


Figura 3.5 – Elementi della fondazione TetraSub®.

Elaborazione SO.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 45 di 76

3.1.3.1. 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 o anodi sacrificali, che garantisce la protezione catodica della struttura.

Le vernici utilizzate saranno conformi alla Direttiva 2004/42/CE 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 sono tenuti in conto nella progettazione delle fondazioni galleggianti.

In generale, per ulteriori dettagli si rimanda alla "Relazione tecnica – Dimensionamento della fondazione galleggiante" cod. C0421SR14RELFON00.

3.1.3.2. Sistemi di segnalamento marittimo

Per la fondazione galleggiante si prevedono idonei sistemi di segnalamento marittimo, secondo le raccomandazioni dell'Associazione Internazionale delle Autorità per i Fari (IALA), organizzazione internazionale non-profit che riunisce gli enti preposti alla gestione dei fari e degli ausili alla navigazione. In dettaglio 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.

Tali raccomandazioni definiscono, le dimensioni, le forme, il colore e il tipo (intermittente, fisso, ecc.) di segnali luminosi o elettromagnetici da predisporre. Il piano di 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 m sopra il livello delle più alte maree astronomiche.

Infine, ogni turbina eolica sarà dotata di un tag AIS (in inglese, Automatic Identification System) in modo da permettere alle navi con i ricevitori AIS di vederle e localizzarle con precisione.

3.1.4. Sistema di ormeggio e ancoraggio

Le turbine eoliche e le sottostazioni elettriche saranno ormeggiate utilizzando un sistema teso (*taut mooring*) costituito da sei linee di ormeggio, due per ogni vertice della fondazione galleggiante, a loro volta connesse a sei ancoraggi fissi e puntuali costituiti da pali in acciaio.

Tale scelta è stata effettuata con l'intenzione da parte del proponente di adottare una soluzione a ridotto impatto ambientale. Infatti sono state escluse tecnologie di ancoraggio mediante catenarie ed ancore a trascinamento che, sebbene ampiamente utilizzate nella pratica applicativa, determinano impatti sul fondale notevoli con effetti negativi a lungo termine.

La fase di studio e dimensionamento ha portato ad affermare che, in relazione ai carichi previsti ed alle inerzie dei sistemi, risultano sufficienti quattro linee di ormeggio costituite da cavi tesi in poliestere da 2500 Te (MBL – Minimum Breaking Load) aventi delle porzioni di catena tesa sia nel punto di connessione con la fondazione galleggiante sia nel punto di connessione con l'ancoraggio.

Parallelamente al dimensionamento dei sistemi di ormeggio è stato effettuato il dimensionamento degli ancoraggi. La scelta del più idoneo sistema di ancoraggio è stata determinata da accurate analisi delle possibili soluzioni tecnologiche e tecniche unitamente alle caratteristiche ambientali del sito e alle specifiche dimensionali del sistema accoppiato turbina-fondazione.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
46 di 76

A valle di queste analisi sono stati scelti sistemi di ancoraggio costituiti da pali in acciaio installati nel fondale mediante battitura/vibroinfissione/spinta/avvitamento. Questa scelta progettuale risulta la più idonea dal punto di vista ambientale in quanto determinerà degli impatti molto contenuti e limitati nel tempo, essendo ancoraggi fissi e puntuali.

Tabella 3.2 – Caratteristiche generali del sistema di ormeggio e ancoraggio.

Elaborazione iLStudio.

Tipo di ormeggio	Linea tesa
Materiale ormeggio	Poliestere + Catene in acciaio
Numero di ormeggi/ancore	6
Tipo di ancora	Pali cilindrici
Materiale ancora	Acciaio

Per ogni dettaglio relativo all'intero processo di selezione e dimensionamento di tali componenti strutturali si rimanda alla relazione specialistica allegata al presente progetto ("Relazione tecnica – Dimensionamento delle strutture di ancoraggio e ormeggio" cod. C0421SR15RELOM00).

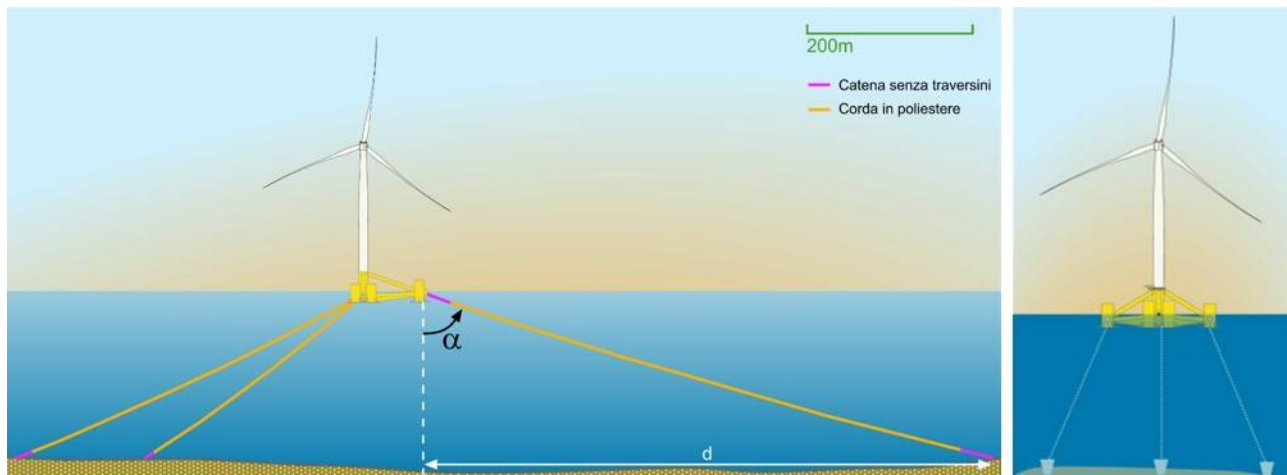


Figura 3.6 – Sistema di ormeggio e schematizzazione del sistema di ancoraggio a pali.

Elaborazione iLStudio.

3.1.5. Cavo marino inter-array

L'energia prodotta dai singoli aerogeneratori è collettata verso le sottostazioni elettriche FOS mediante una rete di cavi inter-array a 66 kV AC. Rispetto allo standard 33 kV, di tipico impiego nella prima generazione di parchi eolici offshore, l'utilizzo di cavi a 66 kV introduce una serie di vantaggi tra cui l'incremento della portata elettrica della singola stringa; l'aumento della portata, ovvero della capacità di trasporto dell'energia, si traduce nella possibilità di aumentare il numero di generatori connessi su una singola linea con il beneficio di una minor lunghezza complessiva dei cavi e di un minor numero di baie di commutazione sulla sottostazione elettrica offshore (minor complessità impiantistica, maggiore affidabilità, minore impatto ambientale). Ciò configura l'utilizzo di cavi inter-array a 66 kV come BAT (Best Available Technology) nello scenario dei futuri impianti eolici offshore.

La costruzione tipica del cavo dinamico prevede, tra gli altri, i seguenti elementi eventualmente variabili in relazione al costruttore o ai requisiti specifici di progettazione:

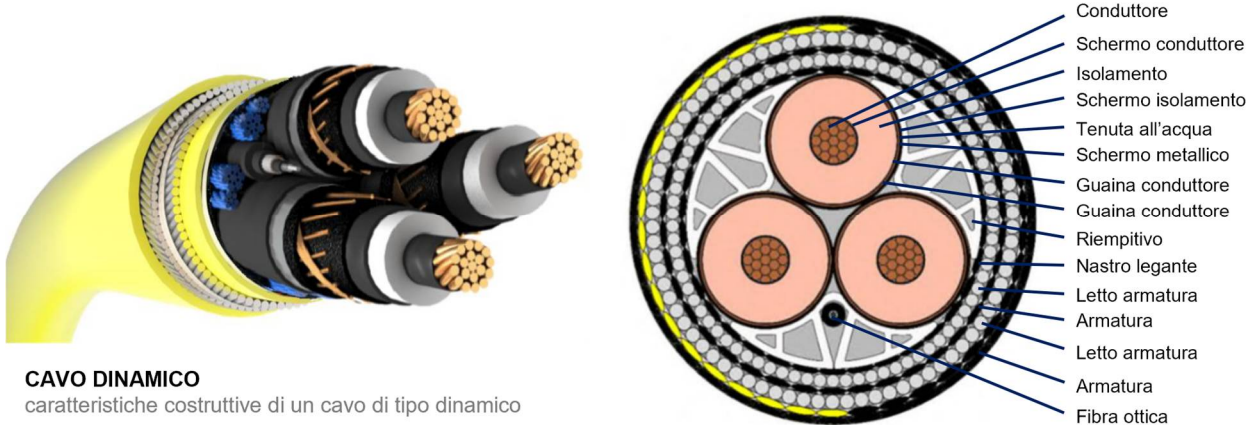
- conduttori elettrici (3 per sistemi trifase, tipicamente in rame o alluminio);
- rivestimento per l'isolamento elettrico dei conduttori;
- guaine dei conduttori;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

- riempimento;
- fibre ottiche,
- guaina interna;
- armatura;
- guaina esterna.



CAVO DINAMICO
caratteristiche costruttive di un cavo di tipo dinamico

Figura 3.7 – Costruzione tipica di un cavo dinamico.
Elaborazione iLStudio.

Il design dei fasci di armatura deve garantire la resistenza ai carichi di installazione (derivanti ad esempio dal tiro) e quelli di esercizio (carichi dinamici indotti sulla campata libera tra l'aerogeneratore e il punto di contatto sul fondale). In presenza di carichi assiali elevati l'azione di torsione indotta dallo sviluppo elicoidale dei fili d'armatura può indurre un significativo trasferimento di carico al nucleo interno del cavo; in tal caso è preferibile l'impiego di soluzioni con doppio ordine di armature ad eliche contrapposte.

I conduttori elettrici della rete inter-array sono dimensionati in relazione alla portata elettrica nei diversi tratti di stringa; in generale, la corrente trasportata aumenta muovendosi dall'aerogeneratore terminale verso la sottostazione elettrica FOS. Le sezioni sono dunque ottimizzate e variabili tra un minimo di 240 e un massimo di 630 mm² nell'ipotesi di utilizzo di conduttori in rame. La tabella seguente riporta il consuntivo delle caratteristiche elettriche delle linee inter-array.

Tabella 3.3 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali della rete inter-array.

RETE CAVI INTER-ARRAY	
Numero di tratte inter-array	42 + 1 FOS Interlink
Tensione elettrica operativa	66 kV AC
Sezione elettrica	tra 240 e 630 mm ² (conduttori in rame)
Lunghezza totale della rete inter-array	~ 150 km

3.1.6. Elettrodotto marino di esportazione

L'elettrodotto di esportazione congiunge il lato AT 220 kV di ciascuna sottostazione elettrica FOS al relativo punto di giunzione onshore TJB. Il progetto prevede, in uscita da ciascuna FOS, l'impiego di un singolo cavo tripolare con struttura ibrida statica-dinamica, ottenuto mediante giunzione di una sezione dinamica e di una sezione statica; la prima interessa il tratto discendente dalla FOS fino al relativo touchdown point, la seconda corrisponde invece al tratto orizzontale in contatto col fondale e non soggetto a carichi di tipo dinamico (se non di piccola entità).

Il tracciato dell'elettrodotto marino di esportazione, con una lunghezza totale di circa 52 km, è stato studiato



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
48 di 76

per non interferire con aree protette o di interesse naturalistico, aree militari, aree riservate alla pesca o aree archeologiche. Il tracciato sintetizza la profonda conoscenza delle caratteristiche dell'area di intervento sviluppata attraverso ricerche documentali nonché sulla scorta di approfondite campagne oceanografiche per la completa caratterizzazione dell'ambiente marino lungo tutta l'area di interesse.

La costruzione di un cavo statico può ritenersi consolidata sulla scorta delle molteplici esperienze maturate in diversi progetti offshore internazionali. Il progetto prevede tuttavia una soluzione tecnica all'avanguardia che utilizza cavi a 220 kV con elevata capacità in corrente. La struttura del cavo è simile a quella analizzata per i cavi dinamici, sono quindi previsti in generale:

- conduttori elettrici (3 per sistemi trifase, tipicamente in rame o alluminio);
- rivestimento per l'isolamento elettrico dei conduttori;
- guaine dei conduttori;
- riempimento;
- fibre ottiche,
- guaina interna;
- armatura;
- guaina esterna.

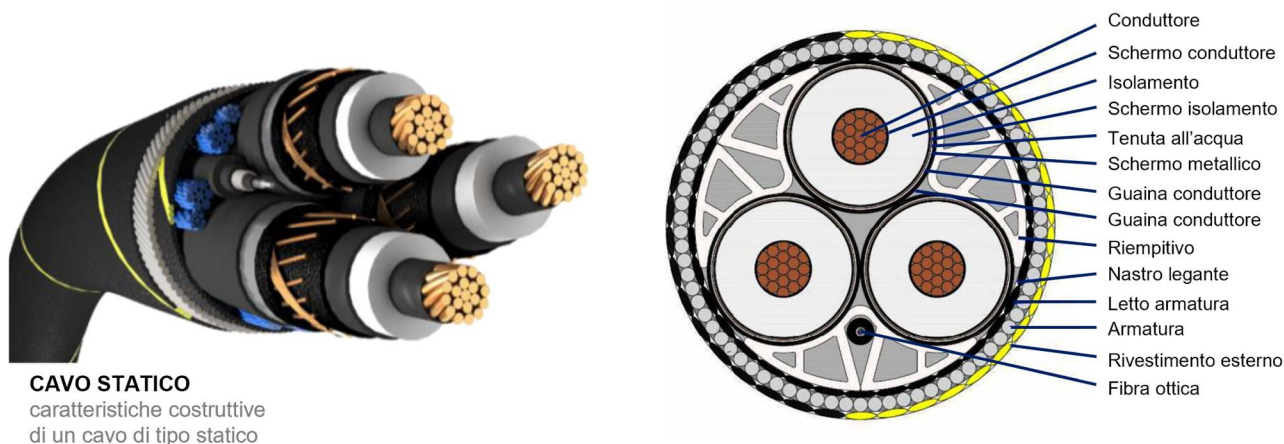


Figura 3.8 – Costruzione tipica di un cavo statico.

Elaborazione iLStudio.

I conduttori elettrici dei cavi di esportazione sono dimensionati in relazione alla portata elettrica determinata al livello operativo di tensione (220 kV) e alla potenza nominale dell'impianto (252 MW per sottoparco); le sezioni elettriche, il tipo e la lunghezza stimata della tratta dalla FOS al TJB sono riportate in tabella.

Tabella 3.4 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto marino di esportazione.

CAVO MARINO DI ESPORTAZIONE	
Tensione elettrica operativa	220 kV AC
Sezione elettrica	630 mm ² (conduttori in rame)
Lunghezza totale (per cavo fino al TJB)	~52 km (incl. ~1 km in cavo dinamico dalla FOS al touchdown)

3.1.6.1. Posa e protezione dei cavi marini

La posa dell'elettrodotto marino di esportazione verrà effettuata mediante una apposita imbarcazione posa dotate di tutte le attrezzature necessarie alla movimentazione ed al controllo dei cavi sia durante le fasi di imbarco che durante quelle di posa.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
49 di 76

La protezione dei cavi marini dalle perturbazioni antropogeniche (es. pesca, ancoraggio delle imbarcazioni) e naturali (es. azione delle correnti) richiederà l'applicazione di idonei sistemi nelle aree a maggiore rischio, soprattutto sottocosta. All'uopo è già stata predisposta un'analisi preliminare (CBRA, Cable Burial Risk Assessment) con lo scopo di valutare i potenziali rischi connessi alla posa dei cavi e fornire raccomandazioni sulle strategie di mitigazione più idonee.

A seguire si riportano tutte le tipologie di posa eventualmente previste per l'opera in oggetto.

3.1.6.1.1. Posa in trincea

La posa del cavo in trincea prevede la realizzazione di uno scavo mediante una scava-trincee sottomarina. Le ultime innovazioni del settore hanno portato allo sviluppo di dispositivi che permettono simultaneamente lo scavo della trincea, la posa del cavo e il suo ricoprimento con lo stesso materiale *in situ* (co-trenching).

In generale l'interramento del cavo determina un modesto impatto sull'ambiente e sulla fauna, limitato al solo periodo dei lavori, terminati i quali è possibile la ricolonizzazione naturale della zona interessata.

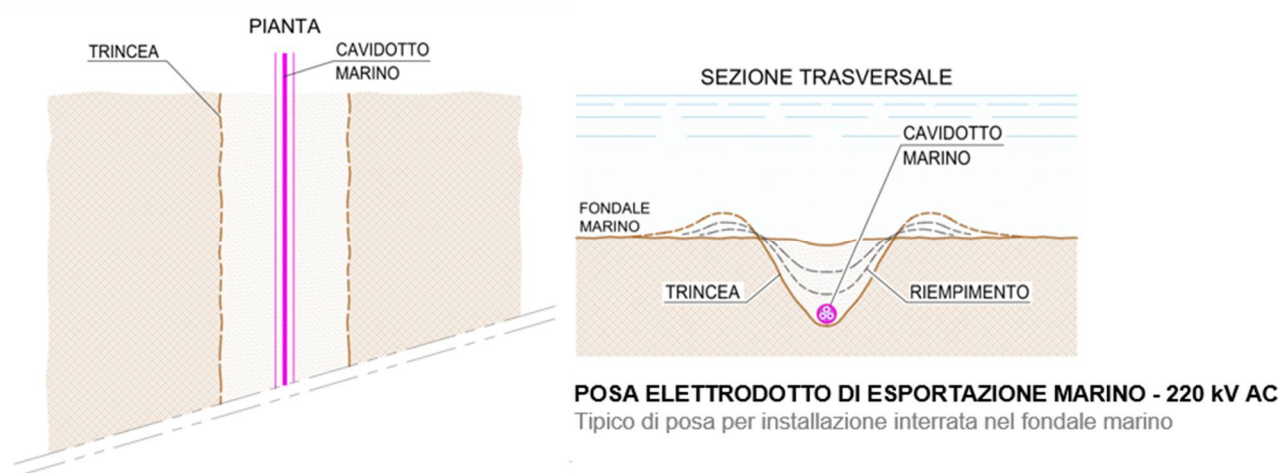


Figura 3.9 – Tipico di posa interrata dell'elettrodotto marino.

Elaborazione iLStudio.

In base alle modalità di scavo, si distingue tra sistemi a getto pressurizzato (*jet trenching*), sistemi taglia roccia meccanici o con escavatori a catena (*mechanical trenching*), sistemi a trascinamento (*cable ploughs*) o una combinazione di essi. Le profondità di scavo raggiungibili sono comprese tra 1 e 2 m per i sistemi a trascinamento e a getto e 3 – 4 metri per gli escavatori di tipo meccanico. La profondità di scavo dipende comunque dalle caratteristiche del fondale.

3.1.6.1.2. Protezione con massi naturali – rockdumping

La protezione con rocce naturali (rockdumping) prevede il ricoprimento del cavo mediante pietrame al fine di proteggerlo dall'azione di reti, ancore e correnti marine di fondo. Questo metodo è generalmente utilizzato come protezione in corrispondenza di intersezioni tra infrastrutture o dove non sia possibile raggiungere una minima profondità di sepoltura del cavo.

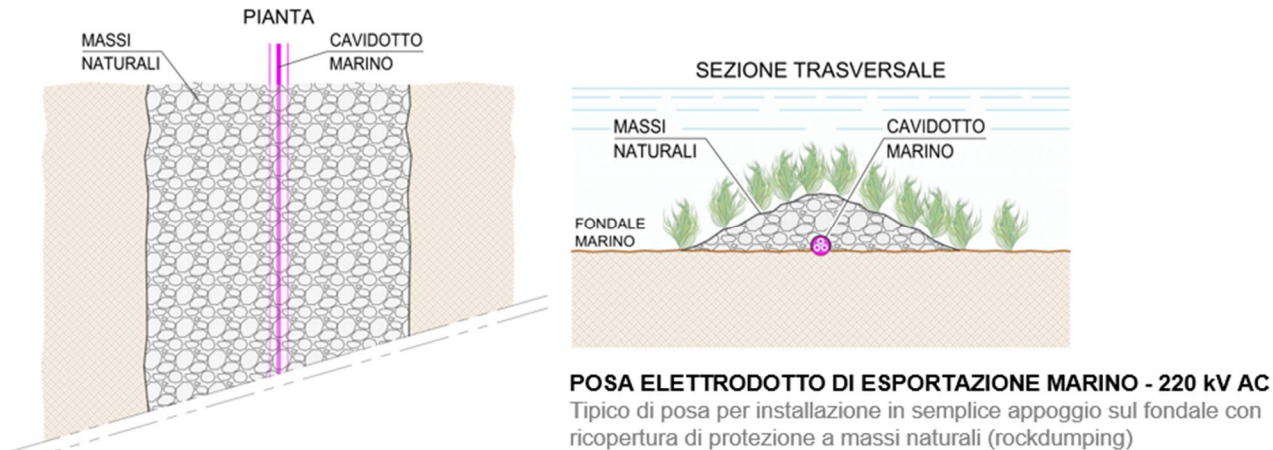


Figura 3.10 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in massi naturali.

Elaborazione iLStudio.

Le condizioni mareografiche locali hanno un effetto significativo sul tipo, le dimensioni e il design delle protezioni in roccia. Ad esempio, in acque poco profonde, dove il movimento dell'acqua, ovvero il suo livello di energia, è maggiore potrebbe essere necessario scegliere rocce con granulometria maggiore per garantire una maggiore stabilità della protezione.

3.1.6.1.3. Protezione con materassi in calcestruzzo

I materassi in calcestruzzo sono strutture costituite da blocchi di calcestruzzo collegati da corde non degradabili generalmente in polipropilene. La struttura, assimilabile ad una maglia (materassi articolati), può quindi essere posata sul cavo per stabilizzarlo e proteggerlo.

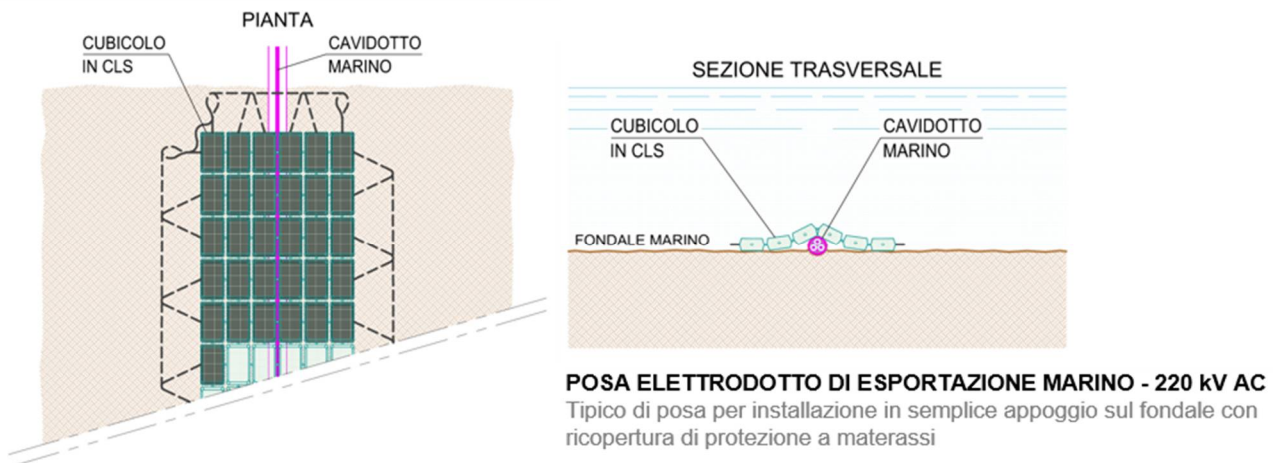


Figura 3.11 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione a materassi in cls.

Elaborazione iLStudio.

Questo tipo di protezione offre i seguenti vantaggi:

- possibilità di protezione simultanea di più cavi;
- buona capacità di adattamento al fondale;
- maggiore facilità di posa mediante gru e imbarcazioni più piccole.

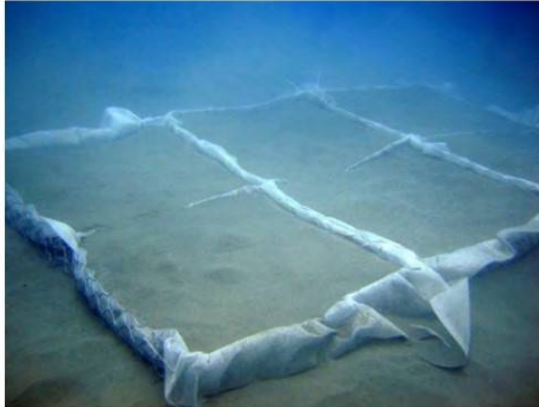
La tecnica può essere utilizzata in combinazione con speciali elementi reattivi per interventi di *remediation* localizzati in aree contaminate ed offre inoltre la possibilità di creare substrato per il reimpianto di biocenosi di pregio (*Posidonia oceanica*).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

Materasso riempito con sabbia



Materasso con coperchio in polipropilene

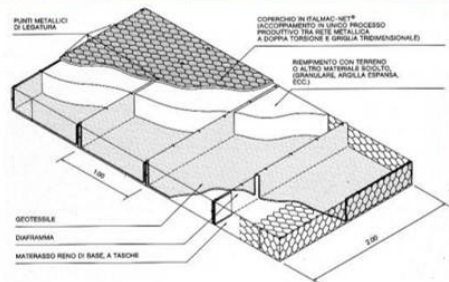


Figura 3.12 – Esempio di utilizzo di materassi zavorrati per interventi di reimpianto di Posidonia oceanica.

Fonte: Maccaferri e ISPRA.

3.1.6.1.4. Protezione con elementi tubolari modulari

La protezione con elementi tubolari modulari si realizza mediante applicazione di manicotti protettivi spesso in ghisa. L'accoppiamento tra i moduli garantisce una certa flessibilità al cavo anche dopo la protezione.



POSA ELETTRODOTTO DI ESPORTAZIONE MARINO - 220 kV AC

Tipico di posa per installazione in appoggio sul fondale con copertura di protezione modulare in ghisa

Figura 3.13 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in elementi tubolari modulari.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 52 di 76

Nelle aree in cui sono presenti biocenosi di particolare interesse naturalistico (ad esempio praterie di Posidonia Oceanica), l'utilizzo di conchiglie protettive in ghisa può essere una soluzione di protezione ammissibile ove sia impossibile l'interramento mediante TOC (es. (Figura 3.14).



Figura 3.14 – Esempio di posa con protezione in elementi modulari tubolari.

Fonte: <https://www.farinia.com>.

3.1.6.1.5. Protezione con materassi reattivi

L'area nearshore su cui si sviluppa l'elettrodotto marino vede la presenza di habitat a coralligeno e praterie di Posidonia che, seppur degradate, sono di grande rilievo naturalistico e rappresentano un elemento di tutela. In aggiunta la fascia costiera entro 3 km dalla linea di battigia rientra inoltre nella perimetrazione del sito di interesse nazionale SIN del Sulcis-Iglesiente. Al fine della salvaguardia delle biocenosi presenti, con l'ulteriore obiettivo di ridurre al minimo la dispersione di inquinanti nella colonna d'acqua, favorire la decontaminazione delle aree e non impedire interventi di bonifica futuri, la posa e la protezione dei cavi in prossimità dell'approdo e comunque all'interno della perimetrazione SIN saranno effettuati senza scavo, adottando soluzioni di posa in semplice appoggio e prevedendo, ove necessario, una protezione con coppi in ghisa o altro zavorramento idoneo.

In tale scenario si ritiene idonea come soluzione l'adozione di tecniche di posa e protezione cavi con speciali materassi reattivi, del tipo in Figura 3.15, in grado di:

- garantire la minima dispersione di contaminanti e intorbidimento delle acque durante le operazioni di posa;
- consentire una azione di bonifica selettiva dei sedimenti all'interno dell'area di posa mediante l'utilizzo di reattivi *tailor made* selezionati in base alla natura dei contaminanti rilevati;
- garantire il livello di protezione richiesto per il buon funzionamento dei cavi elettrici;
- consentire il reimpianto in loco delle praterie di Posidonia.

La tecnica così proposta costituisce a tutti gli effetti una BAT per installazioni in aree che presentano elementi di pregio naturalistico e contaminazione.

Nei pressi del punto di sbarco verso il TJB la posa dei cavi sarà invece operata in controtubo mediante:

- accurata rimozione della massicciata posta a protezione del molo,
- posa dei controtubi in HDPE per il passaggio e la protezione dei cavi,
- ricoprimento dei controtubi e ricostituzione della massicciata frangiflutti.

A maggiore distanza dalla costa, e comunque all'esterno della perimetrazione SIN, la protezione del cavo sarà invece effettuata mediante l'impiego di tecniche molteplici, come l'interramento (co-trenching), l'applicazione materassi in cls o rockdumping (pietrame), in base alle caratteristiche geofisiche e all'eventuale presenza di biocenosi sul fondale.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
53 di 76

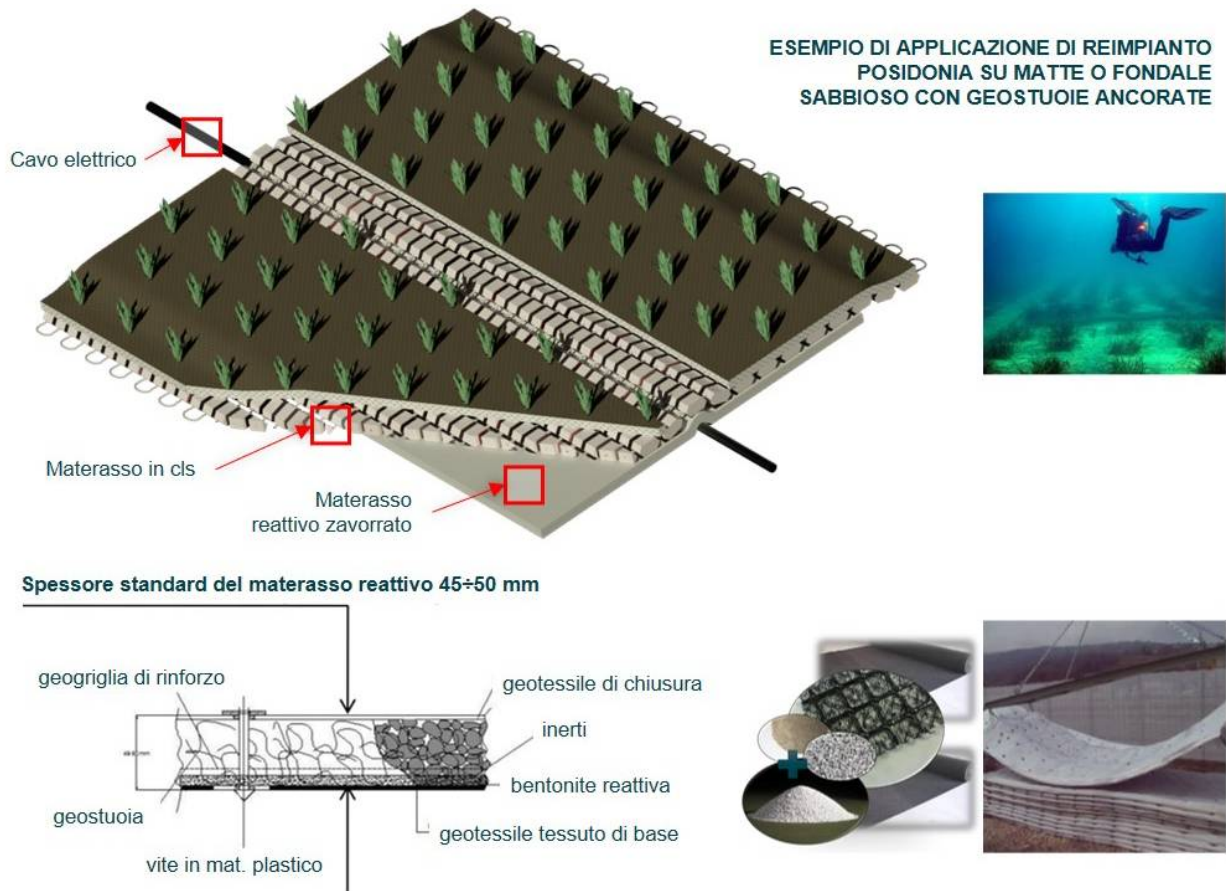


Figura 3.15 – Esempio di materassi reattivi per applicazioni in aree contaminate e reimpianto di Posidonia Oceanica.

Elaborazione iLStudio, immagini Maccaferri, Officine Maccaferri Italia S.r.l.

3.2. Sezione terrestre

La sezione terrestre dell'impianto si sviluppa a partire dal punto di sbarco, in cui è prevista la realizzazione di apposita baia di giunzione TJB (*transition joint bay*), dotata di due junction box, per realizzare la transizione elettrica tra il cavo di tipo marino e quello di tipo terrestre. Da qui, il percorso dell'elettrodotto terrestre di esportazione si estenderà per circa 3 km fino alla nuova sottostazione elettrica di consegna e misura a farsi in prossimità della esistente stazione elettrica TERNA SULCIS. All'interno della stazione di consegna utente sarà effettuata anche la trasformazione di tensione da 220 a 380 kV per la successiva immissione in RTN in corrispondenza della nuova sezione 380kV del nodo elettrico RTN TERNA Sulcis. Il collegamento sarà effettuato mediante un elettrodotto interrato di connessione in singola terna ridondata, posata anch'essa a trifoglio. Raggiunta la stazione RTN TERNA Sulcis, da qui partirà una nuova dorsale aerea 380kV in singola terna in sostituzione della esistente tratta 220 kV diretta a Villasor; quest'ultima, al termine dei lavori di costruzione della nuova linea, sarà dismessa senza interruzione di servizio alle utenze. Una nuova stazione di smistamento denominata "Villasor 380" sarà dunque realizzata in prossimità della esistente stazione elettrica RTN TERNA Villasor per consentire il raccordo aereo in entra-esci a doppia terna alla esistente dorsale 380kV Ittiri – Selargius, favorire l'inserimento in rete di nuove iniziative di produzione rinnovabile e migliorare la fruibilità e stabilità dell'attuale rete elettrica regionale.

3.2.1. Punto di giunzione

La transizione elettrica tra le sezioni offshore e onshore del progetto si effettua in corrispondenza del punto di sbarco (o punto di giunzione) nel quale si prevede la realizzazione di una Transition Joint Bay (TJB). Questa,



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
54 di 76

assimilabile ad un pozzetto tecnico in calcestruzzo, ospita i giunti tra i cavi di esportazione marini (tripolari) e quelli terrestri (doppia terna di conduttori unipolari). Il punto di giunzione sarà realizzato in corrispondenza delle superfici di camminamento della diga a gravità posta a protezione dell'area portuale di Portovesme e insisterà su un'area di circa 5 m di larghezza, 16 m di lunghezza e circa 3 m di profondità, con pavimento e pareti in calcestruzzo. Il layout generale della TJB è mostrato nella successiva Figura 3.16.

Il collegamento tra la TJB e la parte near-shore dell'elettrodotto marino sarà effettuato mediante applicazione di controtubi in HDPE al di sotto della massicciata della diga previa rimozione dei massi e successivo riposizionamento in loco. Non sono previste attività di scavo in mare e l'eventuale sospensione/dispersione di sedimento nella colonna d'acqua sarà impedita mediante la realizzazione di una barriera a protezione dell'area di lavoro e confinamento dello specchio d'acqua interessato dalle attività mediante barriera antinquinamento galleggiante dotata di telo verticale anti-contaminazione esteso dalla superficie al fondale marino. Tali accorgimenti garantiranno le migliori condizioni di tutela dell'habitat marino circostante.

TRANSITION JOINT BAY (PUNTO DI GIUNZIONE)

Caratteristiche dimensionali, layout e condizioni di posa del punto di giunzione per la transizione elettrica mare – terra

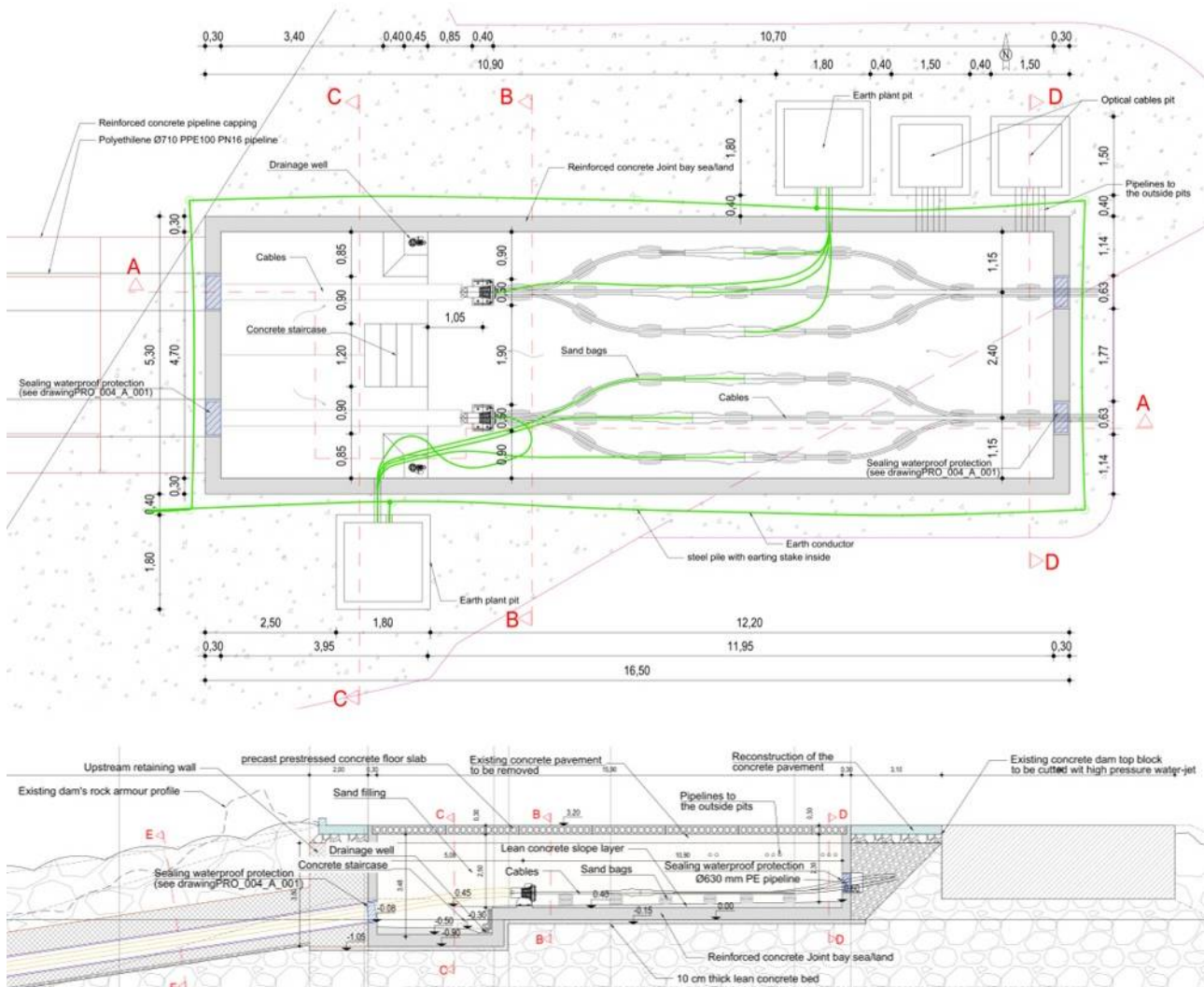


Figura 3.16 – Punto di giunzione.

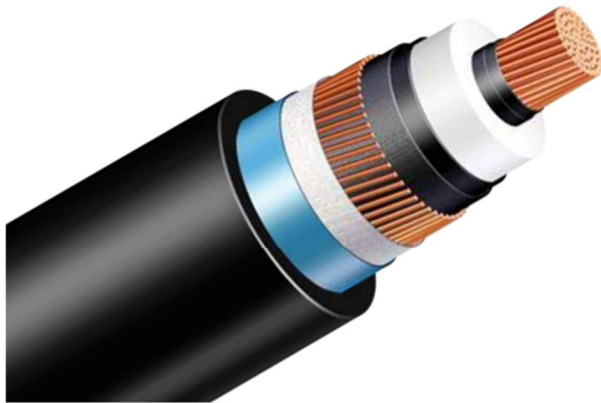
Caratteristiche dimensionali, layout e tipici di posa della Transition Joint Bay (TJB) per la transizione dall'elettrodotto marino a quello terrestre. Elaborazione iLStudio su dati CEBAT.



3.2.2. Elettrodotto terrestre di esportazione

L'elettrodotto terrestre di esportazione corre tra il TJB e la sottostazione di trasformazione e consegna ed è costituito da due terne di cavi unipolari a 220kV risposti a trifoglio. Il percorso si sviluppa secondo un tracciato in cavo di circa 3 km, prediligendo sedi stradali esistenti. La struttura del generico cavo unipolare prevede:

- conduttore elettrico (in rame o alluminio);
- isolamento elettrico;
- guaina del conduttore;
- schermo metallico;
- guaina esterna.



CAVO ELETTRICO TERRESTRE
caratteristiche costruttive
di un cavo elettrico terrestre

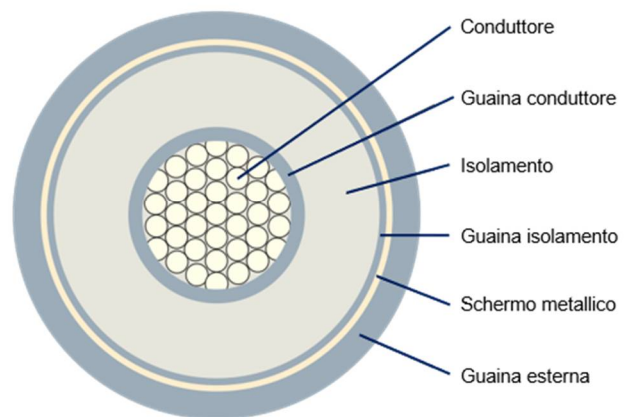


Figura 3.17 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.

Elaborazione iLStudio.

I conduttori elettrici della terna di esportazione terrestre sono dimensionati alla portata elettrica determinata al livello operativo di tensione (220 kV) e alla potenza nominale dell'impianto (252 MW per sottoparco); le sezioni elettriche, il tipo e la lunghezza stimata della tratta tra la TJB e la stazione di misure e consegna sono riportate in tabella.

Tabella 3.5 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto di esportazione terrestre.

CAVO DI ESPORTAZIONE	
Tensione elettrica operativa	220 kV AC
Frequenza operativa	50 Hz
Sezione elettrica	1200 mm ² (conduttori in alluminio)
Lunghezza totale (fino alla stazione di misure e consegna)	~ 3 km

3.2.2.1. Posa e protezione dei cavi terrestri

L'elettrodotto terrestre sarà installato in modo da garantire adeguata protezione da aggressioni meccaniche sia durante le fasi di installazione sia durante la successiva fase di esercizio. Sarà inoltre garantita idonea protezione e segnalamento dei cavi per evitare danneggiamenti durante le operazioni di manutenzione, costruzione e scavo ragionevolmente prevedibili sulle sedi interessate dall'elettrodotto.

Il progetto prevede sostanzialmente due tipologie di posa, in trincea o interrata in controtubo con metodologia TOC, opportunamente progettate in riferimento alle caratteristiche locali di posa (es. posa interrata su sede stradale, posa interrata su terreno, etc.). I tipici di posa più comuni e le caratteristiche dei sistemi di protezione sono indicati nelle successive figure.

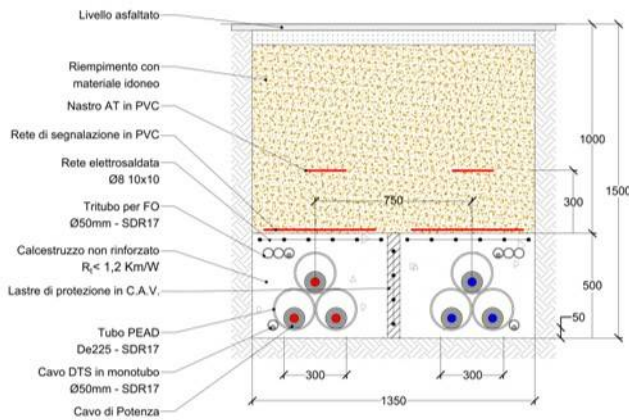


Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

SEZIONE TIPICA IN TRINCEA SU STRADA ASFALTATA

Terna doppia - Cavo di potenza 1 + Cavo di potenza 2



SEZIONE TIPICA IN TRINCEA SU SEDE GENERICA

Terna doppia - Cavo di potenza 1 + Cavo di potenza 2

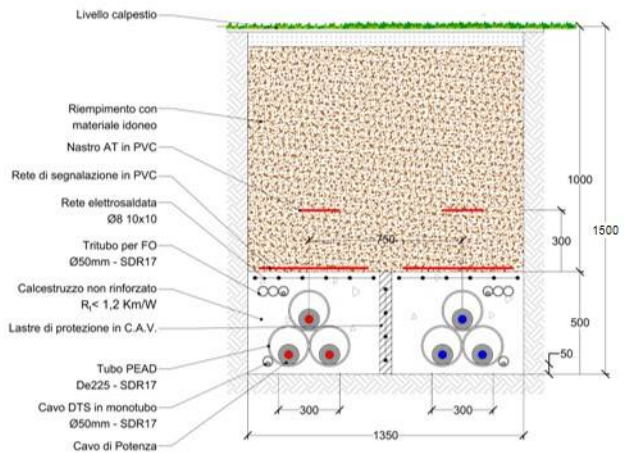


Figura 3.18 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in trincea con terne accoppiate.

Elaborazione ilStudio.

SEZIONE TIPICA IN TRINCEA SU STRADA ASFALTATA

Terna singola - Cavo di potenza 1 / Cavo di potenza 2

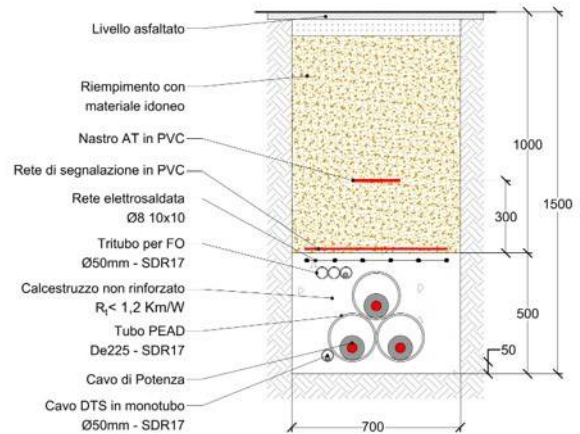
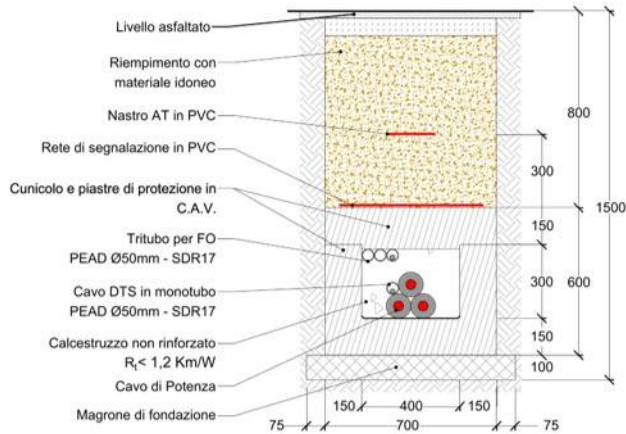


Figura 3.19 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in trincea con terna singola.

Elaborazione ilStudio.

SEZIONE TIPICA MEDIANTE TOC (TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA)

Terna doppia - Cavo di potenza 1 + Cavo di potenza 2

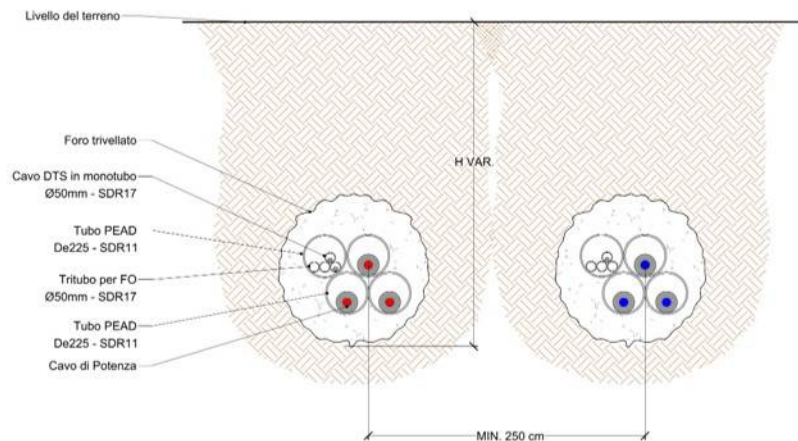


Figura 3.20 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in controtubo con metodologia TOC.

Elaborazione ilStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

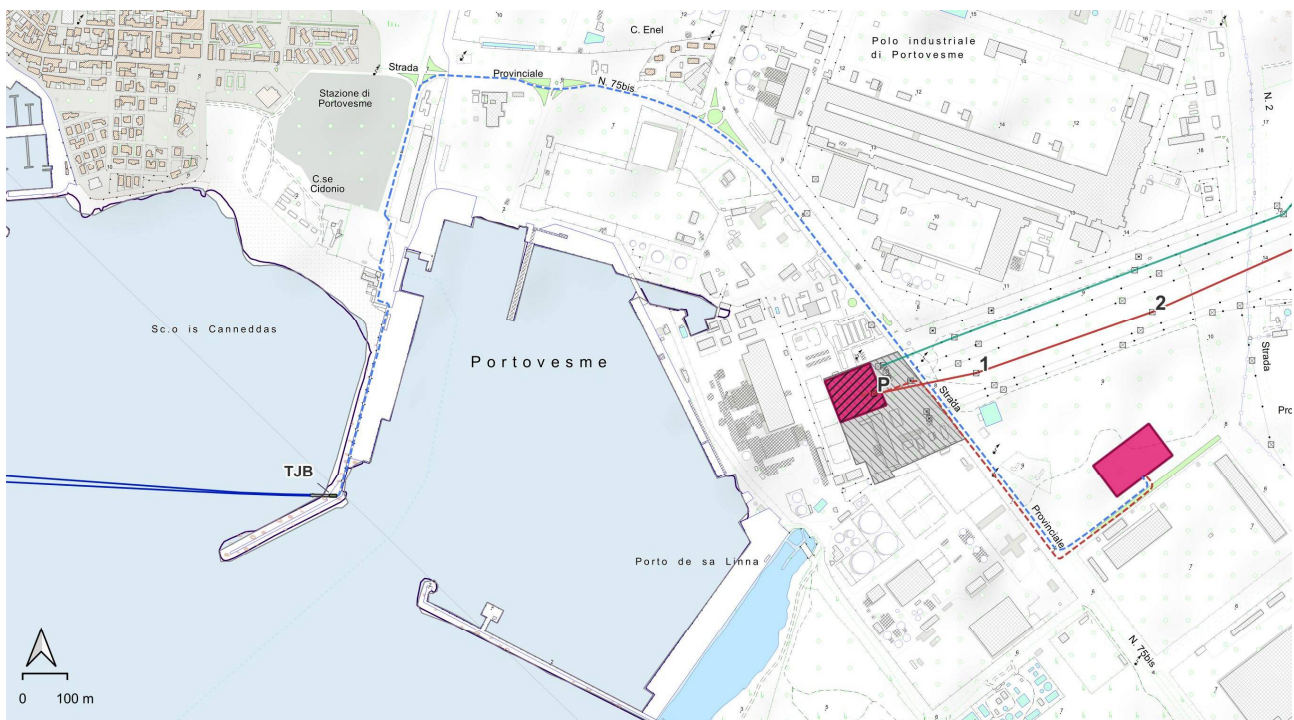
Pagina
57 di 76

3.2.3. Sottostazione elettrica di trasformazione, misura e consegna

Per la connessione dell'impianto eolico alla rete RTN TERNA si rende necessaria la realizzazione di una nuova sottostazione di trasformazione e consegna che permetta l'elevazione dalla tensione di impianto (220 kV) a quella di rete (380 kV). La sottostazione si comporrà di tutte le apparecchiature necessarie all'interfaccia con la RTN e quelle per la compensazione della potenza reattiva così da mantenere l'impianto in ogni condizione di funzionamento coerente con le prescrizioni del codice di rete.

La sottostazione trasformazione e consegna, ubicata nei pressi della esistente stazione RTN TERNA Sulcis nell'area industriale di Portovesme (Figura 3.21), comprenderà quindi:

- trasformatori 380/220 kV con potenza di 275 MVA;
- trasformatori 220/33 kV con potenza di 90 MVA;
- sistemi STATCOM (Static Synchronous Compensator);
- reattori di compensazione;
- edificio GIS (Gas-Insulated Switchgear) - supervisione e controllo.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
 Sviluppo dell'elettrodotto terrestre dal punto di giunzione TJB fino al raccordo con la dorsale 380kV Ittiri - Selargius
 Dettaglio 1: fino alla stazione RTN TERNA Sulcis
 Elaborazione iLStudio su Carta Tecnica Regionale Sardegna

LEGENDA

Elettrodotti interrati	Elettrodotti aerei	Stazioni elettriche
- - - Elettrodotto Interrato 380kV, Oncc	— Vecchia dorsale aerea 220kV Sulcis - Villasor	■ Sottostazione di trasformazione, misura e consegna ONS-SC
- - - Elettrodotto Interrato 220kV, Oncc	— Nuova dorsale aerea 380kV Sulcis - Villasor (singola tema)	■ Stazione RTN TERNA Sulcis
	□ Traliccio	■ Nuova Sezione 380kV RTN TERNA Sulcis

Figura 3.21 – Sottostazione di trasformazione e consegna e nuova sezione 380 kV della stazione RTN “Sulcis”.

3.2.4. Elettrodotto terrestre di connessione

L'energia prodotta dal parco sarà definitivamente distribuita nella rete di trasmissione in corrispondenza del nodo elettrico della stazione RTN TERNA Sulcis. Gli interventi di progetto prevedono la realizzazione di una nuova sezione 380kV all'interno dell'attuale perimetrazione della stazione RTN in un'area finora adibita a deposito, la quale costituirà il punto di interconnessione con la rete elettrica regionale. Come detto, il collegamento con la stazione di trasformazione misura e consegna avverrà mediante una connessione in cavo



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
58 di 76

interrato 380 kV in doppia terna (ridondata) su una tratta, parallela al tracciato dell'Onec, di circa 1 km.

L'elettrodotto di connessione sarà costituito da una doppia terna di cavi unipolari realizzati con conduttore in rame, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione elettrica di 1200 mm². La struttura del cavo unipolare è composta da:

- conduttore elettrico;
- strato semiconduttivo;
- isolamento in polietilene reticolato;
- strato semiconduttivo;
- nastro igroscopico;
- schermo in alluminio;
- guaina in polietilene.

La singola terna di collegamento è dimensionata alla portata elettrica determinata al livello operativo di tensione 380 kV e alla potenza nominale dell'impianto 504 MW. In questo modo la seconda terna risulta normalmente fuori servizio e di riserva in caso di guasto della prima linea. Le principali caratteristiche elettriche del cavo sono riportate in tabella.

Tabella 3.6 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto terrestre di connessione.

CAVO DI CONNESSIONE	
Tensione elettrica operativa	380 kV AC
Frequenza operativa	50 Hz
Sezione elettrica	1200 mm ² (rame)
Lunghezza	~1 km

3.2.5. Nuova sezione 380kV della stazione RTN TERNA Sulcis

La nuova sezione a 380 kV della esistente stazione RTN TERNA Sulcis è prevista all'interno del sedime occupato dalla stazione esistente medesima, in un'area di circa 115x100m al momento adibita a piazzale per il deposito materiali. Le opere comprenderanno due sezioni, 380 e 150 kV secondo gli standard di unificazione Terna oltre alle seguenti apparecchiature esterne (in aria):

- trasformatori 380/150 kV con potenza di 250 MVA,
- scaricatori 380 kV e 150 kV,
- sostegno a traliccio portale linea aerea 380 kV,

collegate con l'edificio GIS tramite condotti metallici isolati in SF₆. La sezione a 380 kV è del tipo unificato TERNA con isolamento in SF₆. La nuova sezione sarà elettricamente connessa con il nuovo elettrodotto 380kV, in sostituzione dell'esistente tratta 220kV Sulcis – Villasor, mediante apposito portale.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
59 di 76

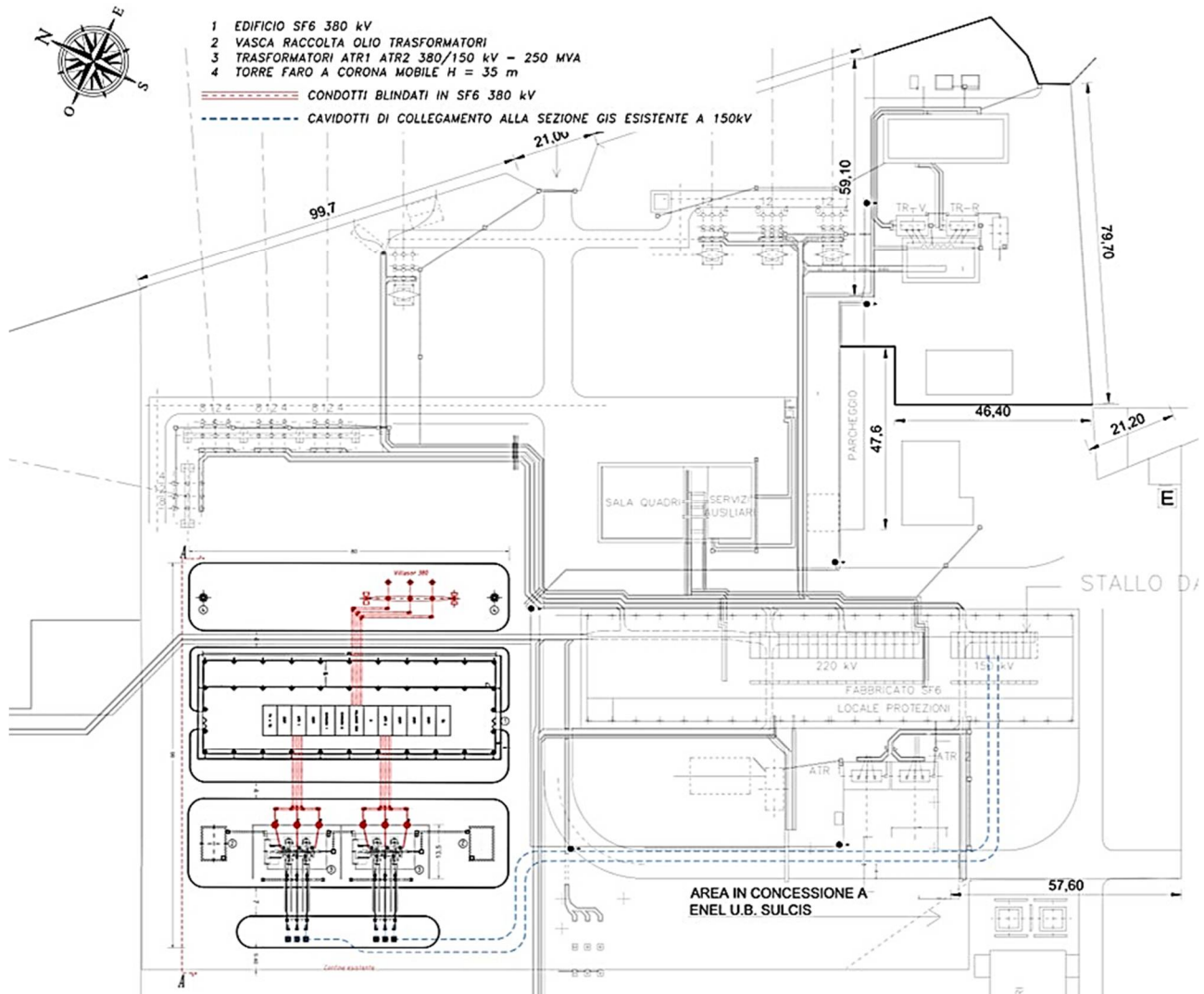


Figura 3.22 – Planimetria elettromeccanica della nuova sezione 380 kV della stazione elettrica RTN TERNA Sulcis.

3.2.6. Elettrodotto aereo 380 kV, sostituzione della tratta 220 kV Sulcis – Villasor

Il progetto prevede la sostituzione dell'esistente elettrodotto aereo a 220 kV Sulcis – Villasor attraverso la realizzazione di un nuovo elettrodotto in classe 380 kV che, seguendo il tracciato della linea esistente, unirà la sezione 380kV della RTN TERNA Sulcis con la nuova stazione RTN TERNA Villasor 380.

Il tracciato della nuova linea è studiato in modo da ricalcare, per quanto possibile, il corridoio della esistente linea 220 kV, la quale sarà successivamente dismessa.

Lo sviluppo complessivo del tracciato dalla stazione elettrica RTN TERNA Sulcis alla nuova stazione elettrica RTN TERNA Villasor 380 è pari a circa 48 km. Si prevede l'infissione di 118 nuovi sostegni. Il tracciato coinvolge il territorio di 10 comuni interessando aree a prevalente uso agricolo e scarsamente antropizzate.

In Figura 3.23 è riportata la struttura caratteristica di un sostegno a traliccio per linea aerea semplice terna 380 kV. Nell'ambito della presente proposta si prevede l'uso di sostegni tradizionali a traliccio del tipo a delta rovescio (anche denominati tralicci a fusto a Y). In riferimento al traliccio riportato in figura si riconoscono i seguenti elementi strutturali:

- la testa, composta a sua volta dalle mensole (2094) e un elemento comune (2096);
- il tronco, che per il sostegno più alto è composto dall'insieme di elementi indicati da 2097 a 2135;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
60 di 76

– la base e i piedi, indicati dalla parte tratteggiata.

Le mensole del sostegno sono funzionali ad ancorare gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Un ulteriore componente del sostegno sono i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono descritte in Tabella 3.7.

Tabella 3.7 – Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto ST.

ELETTRODOTTO SINGOLA TERNA	
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	380 kV
Corrente nominale	1500 A (per fase)

I sostegni utilizzati per l'elettrodotto hanno un'altezza tale da garantire il franco minimo prescritto dalle vigenti norme. L'altezza totale fuori terra dei tralicci è di norma inferiore a 61 m. Nei casi in cui si presenti l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvede, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

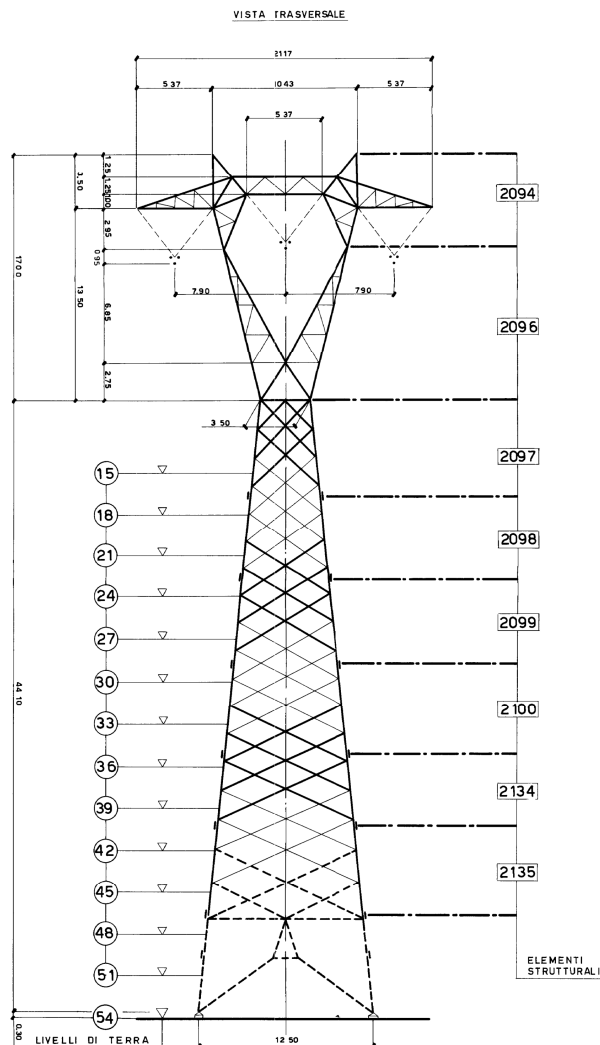


Figura 3.23 – Sostegno 380 kV semplice terna.

Fonte: Terna SpA.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

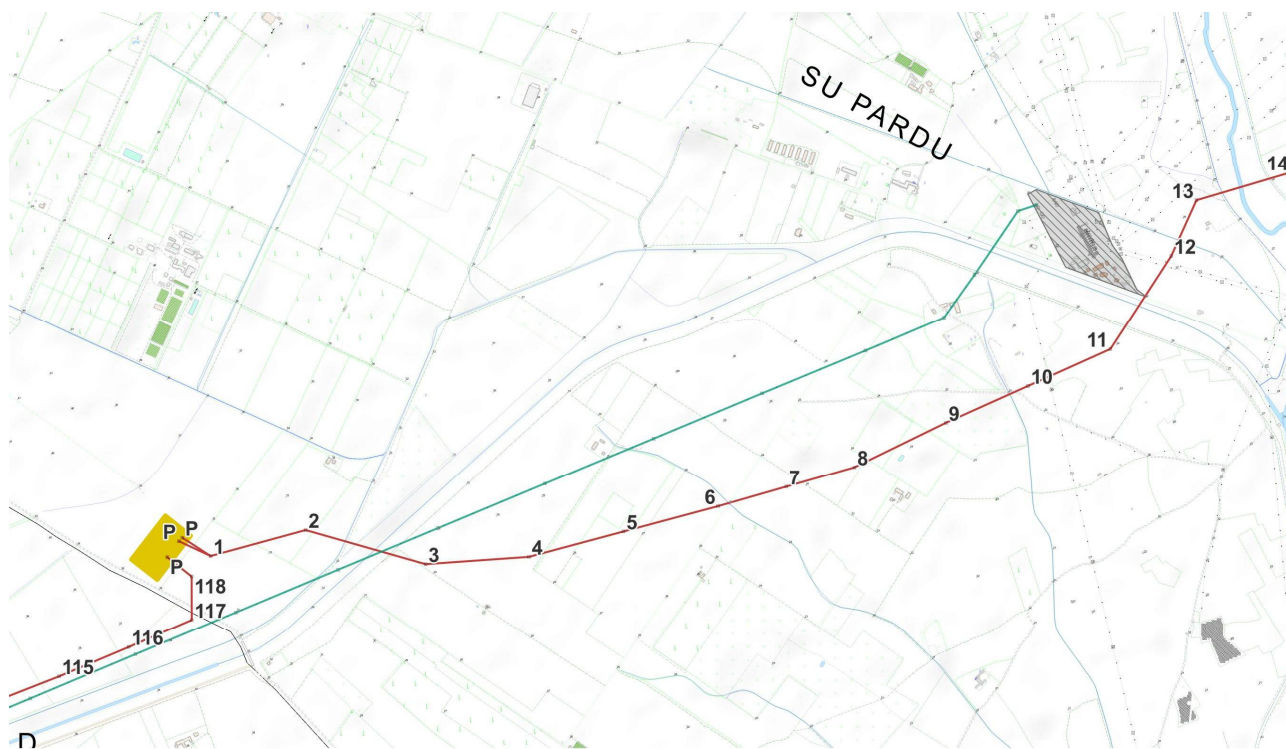
Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
61 di 76

3.2.7. Stazione elettrica di smistamento Villasor 380

La Nuova SE RTN Villasor 380 a 380 kV è ubicata nel Comune di Villasor, in provincia di SU, nelle vicinanze della esistente stazione elettrica RTN TERNA Villasor 220/150 kV, dalla quale dista circa 4 km a Sud-Ovest.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Sviluppo dell'elettrodotto terrestre dal punto di giunzione TJB fino al raccordo con la dorsale 380kV Ittiri - Selargius - Dettaglio 2 della nuova stazione VILLASOR 380 e Dettaglio 3 della esistente stazione TERNA VILLASOR

Elaborazione iLStudio su CTR

LEGENDA

Elettrodotti aerei

— Vecchia dorsale aerea 220kV Sulcis - Villasor

— Nuova dorsale aerea 380kV

Stazioni elettriche

▨ Stazione RTN TERNA Villasor

■ Nuova stazione di smistamento Villasor 380

Figura 3.24 – Ubicazione nuova stazione elettrica di smistamento Villasor 380.

Elaborazione iLStudio.

La nuova stazione elettrica a 380 kV, sarà costituita da un sistema a doppia sbarra in aria con 9 stalli così composti:

- n.1 stallo arrivo linea da “Ittiri”;
- n.1 stallo arrivo linea da “Selargius”;
- n.4 stalli arrivo linea disponibili;
- n.1 stallo arrivo linea da “Sulcis”;
- n.2 stalli per il parallelo sbarre, comprensivo di TIP.

La nuova stazione RTN Villasor 380 si collegherà alla Rete secondo una tipologia di inserimento in entra-esci sulla esistente dorsale 380 kV “Ittiri-Selargius”. L’inserimento in entra-esci sarà realizzato mediante un nuovo elettrodotto di raccordo in doppia terna.

3.2.8. Elettrodotto aereo 380kV in doppia terna Villasor 380 – Ittiri Selargius

Il nuovo elettrodotto di raccordo in doppia terna consentirà la connessione alla esistente dorsale “Ittiri-Selargius” in corrispondenza della campata ubicata in località “Bruncu Ibba”. La nuova connessione prevede l'utilizzo di 32 nuovi sostegni distribuiti sul territorio di tre comuni (Villasor, Serramanna e Nuraminis) su aree



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
62 di 76

a prevalente uso agricolo.

Il nuovo raccordo in doppia terna si differenzia dalla linea aerea “Sulcis–Villasor” per le caratteristiche dei sostegni. Il raccordo sarà infatti costituito da sostegni tradizionali a traliccio di tipo tronco piramidale per linea a doppia terna 380 kV (tralici a fusto piramidale) il cui tipico costruttivo è mostrato in Figura 3.25. Si riconoscono i diversi elementi strutturali tra cui:

- la testa, composta a sua volta dalle mensole (2702), un elemento comune (2701) e un elemento ausiliario (2926);
- il tronco, che per il sostegno più alto è composto dall’insieme di elementi indicati da 2901 a 2920;
- la base e i piedi, indicati dalla parte tratteggiata.

I componenti e i materiali dei componenti, tra cui gli armamenti o i conduttori) sono scelti in accordo al progetto standard unificato.

Tabella 3.8 – Caratteristiche elettriche dell’elettrodotto DT

ELETTRODOTTO DOPPIA TERNA	
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	380 kV
Corrente nominale	1500 A (per fase)

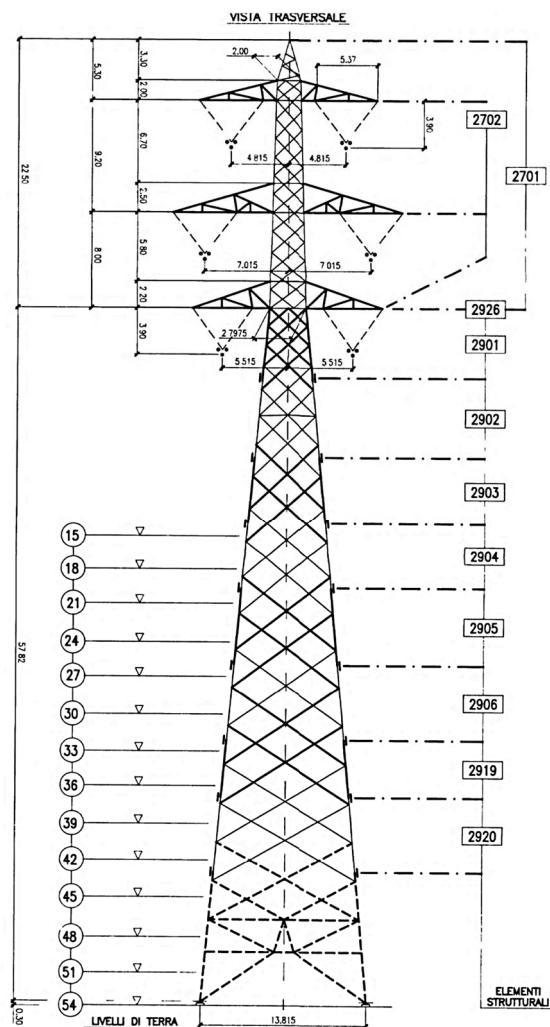


Figura 3.25 – Sostegno 380 kV a fusto piramidale doppia terna.

Fonte: Terna SpA.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
63 di 76

4. MODALITÀ DI COSTRUZIONE

Gli elementi descritti al capitolo precedente saranno installati nelle rispettive configurazioni marine (sezione marittima) e terrestri (sezione terrestre) secondo le attività descritte a seguire.

4.1. Parte a mare



Attività 1 - Assemblaggio delle piattaforme galleggianti sulle banchine portuali

L'assemblaggio delle strutture di fondazione galleggianti è effettuato in area portuale presso banchina idoneamente strumentata.



Attività 2 - Operazioni di sollevamento e installazione delle turbine eoliche sulle piattaforme galleggianti e allestimento della sottostazione elettrica FOS

Le turbine e la sottostazione elettrica FOS sono installate sulle relative fondazioni mediante gru. La geometria del Tetrasub consente l'agevole accosto della fondazione alla banchina riducendo le sollecitazioni sulle gru.



Attività 3 - Posa dei sistemi di ormeggio e ancoraggio per WTG e FOS

La prima fase di posa dei sistemi di ormeggio e dei relativi sistemi di ancoraggio al fondale marino è sostanzialmente identica per i sistemi turbina galleggiante e FOS eccetto per l'eventuale differente dimensione dei componenti. Ai fini della presente analisi si considera la condizione più gravosa ipotizzando l'installazione di sistemi di ancoraggio a pali infissi.



Attività 4 - Trasporto in posizione del WTG e della FOS e relative connessioni al sistema di ormeggio

La struttura di fondazione e la sovrastruttura (turbina o sottostazione elettrica FOS) sono assemblate direttamente in area portuale e trainate in regime di galleggiamento mediante un sistema di rimorchiatori. Una volta in posizione si procede al collegamento con le linee di ormeggio pre-posate, eventuale zavorramento fino al pescaggio desiderato e tensionamento delle linee di ormeggio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
64 di 76

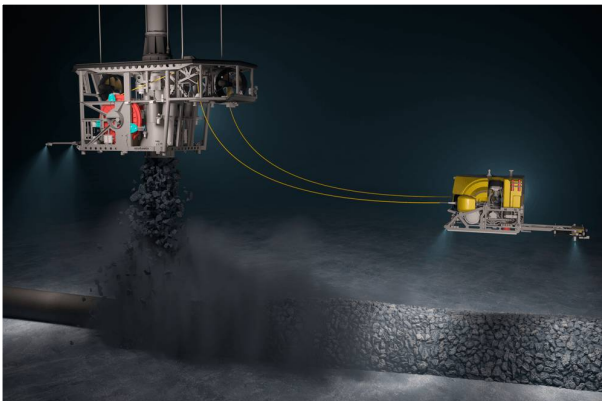


Attività 5 - Stesura dei cavi elettrici di esportazione e inter-array e loro protezioni

La posa del cavo di esportazione avviene mediante apposita imbarcazione posa cavo (MPSV/AHTS) che procede alla stesura muovendosi dalla costa verso la FOS. Successivamente, in relazione alla strategia di protezione del cavo, un mezzo dedicato procede all'applicazione di rocce/materassini o, mediante *trencher*, allo scavo, interrimento e ricopertura del cavo sempre muovendosi dalla costa verso il punto di allaccio alla FOS.



La posa dei cavi della rete inter-array viene effettuata, per ogni coppia di FOU, mediante apposita imbarcazione posa cavo (MPSV/AHTS) che procede alla stesura muovendosi da un generatore al successivo o verso la FOS. Previo collegamento elettrico su ciascuna FOU, con apposito mezzo di supporto, si procede quindi, in relazione alla strategia di protezione del cavo, all'eventuale applicazione di rocce/materassini o, mediante *trencher*, allo scavo, interrimento e ricopertura del cavo.



Attività 6 Messa in servizio del parco





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

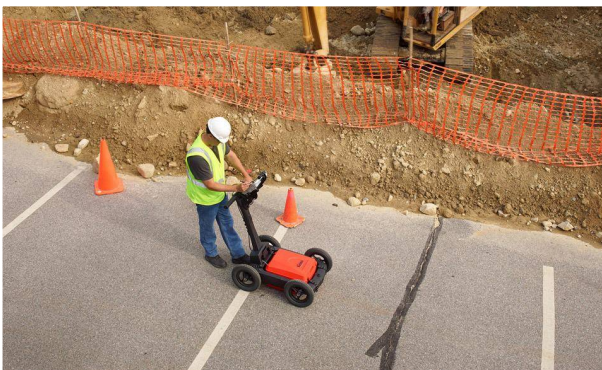
4.2. Parte a terra

Per la sezione onshore è prevista la costituzione temporanea di:

- un cantiere mobile per la posa degli elettrodotti interrati;
- un cantiere mobile per la posa degli elettrodotti aerei;
- un cantiere fisso per la realizzazione delle stazioni elettriche (di trasformazione e consegna Sulcis e smistamento Villasor 380).

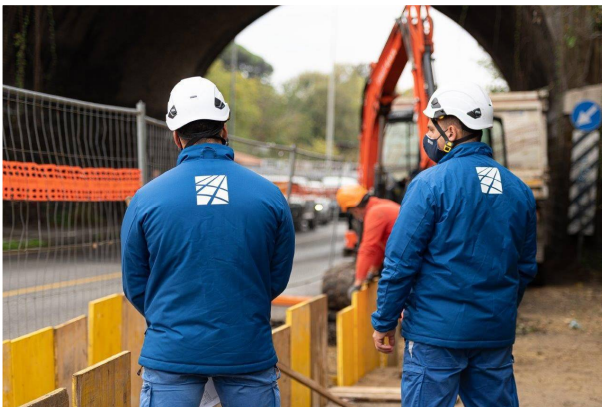
Posa degli elettrodotti interrati

Le operazioni di posa degli elettrodotti terrestri interrati sono riassumibili nelle fasi riportate di seguito.



Fase 1 - Attività preliminari di cantiere

1. Rilevi geofisici con metodologia georadar per l'individuazione dei sottoservizi esistenti.
2. Tracciamento del percorso cavo e delle buche giunti.
3. Segregazione delle aree di lavoro con idonea recinzione.
4. Preparazione dell'area di lavoro con rimozione degli ostacoli superficiali.
5. Realizzazione delle piazzole di stoccaggio per il deposito delle bobine dei cavi.





Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
66 di 76



Fase 2 - Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea

6. Scarificazione dell'asfalto per mezzo di fresatrice a freddo.
7. Scavo della trincea mediante escavatore con benna o macchina scava-trincea.
8. Realizzazione della tubiera in calcestruzzo armato e tubazioni di HDPE.



Fase 3 - Posa dei cavi

1. Posizionamento dell'argano e della bobina contenente il cavo agli opposti estremi della tratta.
2. Posizionamento di rulli metallici nella trincea per consentire lo scorrimento del cavo senza strisciamenti.
3. Stendimento di una fune traente in acciaio così da connettere l'argano di tiro alla testa del cavo.
4. Stendimento del cavo mediante il recupero della fune traente tramite l'argano di tiro.



Fase 4 - Ricopertura della linea e ripristini

5. Compattazione del materiale di rinterro mediante piastra vibrante.
6. Formazione dello strato di base e del tappetino di usura mediante finitrice stradale.
7. Compattazione degli strati di asfalto per mezzo di rullo compattatore.





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 67 di 76

Ove previsto, il cavo sarà posato in controtubo, opportunamente installato mediante utilizzo della metodologia di trivellazione orizzontale controllata (TOC).

Costruzione degli elettrodotti aerei

La realizzazione degli elettrodotti aerei prevede l'esecuzione di fasi sequenziali di lavoro che permettono di contenere le operazioni in tratti limitati della linea, avanzando progressivamente nel territorio. Il cantiere viene organizzato per squadre specializzate nelle varie fasi di attività (scavo delle fondazioni, getto dei blocchi di fondazione, montaggio dei tralicci, posa e tesatura dei conduttori), che svolgeranno il loro lavoro nelle diverse aree di cantiere così definite:

Area centrale o Campo base: rappresenta l'area principale del cantiere, dove vengono gestite tutte le attività tecnico-amministrative, i servizi logistici del personale, i depositi per i materiali e le attrezzature, nonché il parcheggio dei veicoli e dei mezzi d'opera. Le aree centrali individuate rispondono generalmente alle seguenti caratteristiche:

- destinazione preferenziale d'uso industriale o artigianale o, in assenza di tali aree in un intorno di qualche chilometro dal tracciato dell'elettrodotto, aree agricole;
- aree localizzate lungo la viabilità principale e prossime all'asse del tracciato;
- morfologia del terreno pianeggiante, in alternativa sub-pianeggiante;
- assenza di vincoli ambientali, dove possibile;
- lontananza da possibili recettori sensibili quali abitazioni, scuole ecc.

Aree di intervento: sono i luoghi ove vengono realizzati i lavori veri e propri afferenti all'elettrodotto (opere di fondazione, montaggio, tesatura, smontaggi e demolizioni) nonché i lavori complementari; sono ubicati in corrispondenza del tracciato dell'elettrodotto stesso e si suddividono in:

- **Area sostegno o micro cantiere:** è l'area di lavoro che interessa direttamente il sostegno (traliccio/palo dell'elettrodotto) o attività su di esso svolte. Si tratta di cantieri destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. I microcantieri sono di dimensione media di norma pari a circa 900 m² per sostegni 380 kV.
- **Area di linea:** è l'area interessata dalle attività di tesatura, di recupero dei conduttori esistenti, ed attività complementari quali, ad esempio: la realizzazione di opere temporanee a protezione delle interferenze, la realizzazione delle vie di accesso alle diverse aree di lavoro, il taglio della vegetazione esistente, ecc.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
68 di 76



Area di cantiere – Area centrale o campo base

- Carico / scarico materiali e attrezzature;
- Movimentazione materiali e attrezzature;
- Formazione colli e premontaggio di attrezzature ed eventuali parti strutturali



Area di cantiere – Area sostegno

- Attività preliminari: tracciamenti, recinzioni, spianamento, pulizia;
- Movimento terra, scavo di fondazione;
- Montaggio tronco base del sostegno;
- Casseratura e armatura fondazione;
- Getto calcestruzzo di fondazione;
- Disarmo;
- Rinterro scavi, posa impianto di messa a terra;
- Montaggio a piè d'opera del sostegno;
- Montaggio in opera sostegno;
- Movimentazione conduttori.





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
69 di 76



Area di cantiere – Area linea

- Stendimento conduttori / Recupero conduttori esistenti;
- Lavori in genere afferenti alla tesatura: ormeggi, giunzioni, movimentazione conduttori varie;
- Realizzazione opere provvisorie di protezione e loro ripiegamento;
- Sistemazione/spianamento aree di lavoro/realizzazione vie di accesso.



Costruzione delle stazioni elettriche

La costruzione di una stazione elettrica riveste aspetti particolari, legati alla tipologia delle opere civili da realizzare e delle apparecchiature tecniche da posizionare; il suo sviluppo impone per questo motivo spostamenti circoscritti delle risorse e dei mezzi meccanici utilizzati all'interno di una determinata area di cantiere, confinata all'interno di quella su cui sorgerà la stazione stessa.

Per la realizzazione di ogni stazione verrà allestita un'area di cantiere adiacente alle aree di lavoro. Ciascuna area, opportunamente recintata e ricavata spianando e apportando materiale arido dello spessore minimo di 20 cm compattato, avrà dimensioni orientative 40x30 m.

Tale area risponde sia alle esigenze operative, (il più vicino possibile all'area di lavoro) sia alle esigenze preparatorie del terreno (il più possibile pianeggiante). L'allestimento di detta area non richiederà la predisposizione di opere definitive, al fine di garantire la completa rimozione delle infrastrutture a fine lavori. Sono inoltre previste le seguenti aree di deposito materiali:

- deposito ferri di armatura (se non lasciati direttamente a piè d'opera sulle piazzole);
- deposito inerti;
- ricovero macchinari;
- deposito materiali vari.

I lavori si divideranno in 6 fasi:

- cantierizzazione e sistemazione del sito;
- scavi, realizzazione delle fondazioni e della viabilità d'accesso;
- realizzazione delle fondazioni e inizio dei montaggi elettromeccanici;
- montaggio degli edifici, realizzazione della viabilità interna e montaggi elettromeccanici;
- completamento dei montaggi elettromeccanici, montaggio dei trasformatori, installazioni sostegni e collaudi;
- completamento collaudi e messa in esercizio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
70 di 76

5. MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO E MANUTENZIONE

Nella sua configurazione di esercizio, il progetto si presenterà come un parco eolico costituito da 42 turbine e 2 sottostazioni FOS collocate nel mare di Sardegna sud-occidentale ad oltre 35km dalle coste.

L'esercizio del parco determinerà una produzione di energia netta fino a 1647 GWh/anno corrispondenti al fabbisogno di oltre 600 mila famiglie.

La stabilità delle strutture eoliche in acque profonde sarà garantita dal sistema di fondazioni costituite da una struttura semi-sommersa galleggiante e da sistemi di ormeggio ad elementi tesi accoppiati ad un sistema di ancoraggio costituito da pali in acciaio. Le linee di ormeggio, connesse ai vertici della fondazione, consentiranno alla struttura di conservare la propria posizione in fase operativa al fine di garantire il buon funzionamento dei componenti e la massima sicurezza operativa.

Le singole turbine produrranno energia elettrica in corrente alternata alla tensione di 66 kV AC che, tramite cavi inter-array, sarà convogliata verso le sottostazioni offshore (FOS) che ne aumenteranno la tensione fino al valore di trasporto 220 kV minimizzando le perdite elettriche. L'energia prodotta sarà quindi consegnata ed immessa in rete presso la nuova stazione di trasformazione, misura e consegna che verrà realizzata nelle vicinanze della esistente stazione elettrica RTN TERNA Sulcis sita nel comune di Portoscuso. Prima della consegna un'ulteriore elevazione di tensione da 220 a 380 kV preparerà il definitivo trasporto dell'energia verso la nuova infrastruttura di rete costituita da una nuova sezione 380 kV interna all'esistente stazione RTN TERNA Sulcis, un nuovo elettrodotto aereo singola terna 380 kV tra la stazione RTN Sulcis e la costruenda stazione di smistamento Villasor 380 ed, infine, un nuovo elettrodotto di raccordo doppia terna 380kV per il collegamento alla esistente dorsale regionale Ittiri-Selargius.

5.1.1. Manutenzione delle componenti del BoP (Balance of Plant)

L'O&M delle componenti elettriche (BoP¹) dell'impianto riguarderanno:

- i componenti e sensori delle turbine eoliche;
- i componenti elettrici presenti sulla fondazione (sensori, gru, illuminazione);
- le componenti della sottostazione offshore;
- i cavi marini di inter-array;
- il cavo marino di esportazione;
- il punto di giunzione cavidotto marino – cavidotto terrestre;
- l'elettrodotto terrestre interrato;
- la cabina di trasformazione, misura e consegna;
- le linee aeree;
- le stazioni elettriche.

Manutenzione della sezione offshore

Le unità galleggianti, le linee di ormeggio e gli ancoraggi nonché i cavi elettrici marini, saranno soggetti a controllo telemetrico, ispezioni in situ (es. tramite ROUV) e operazioni di manutenzione ordinaria per garantirne l'integrità strutturale e le buone condizioni di funzionamento per l'intera vita utile prevista.

La logistica leggera per le operazioni di manutenzione ordinaria/straordinaria, quali ad esempio il trasferimento del personale, sarà eseguita mediante imbarcazioni di trasferimento personale (CTV, Crew Transfer Vessel)

¹ Il Balance of Plant (BoP) si riferisce ai vari componenti di supporto e ausiliari di un sistema necessari per la produzione di energia. I sistemi BoP, composti in generale da dispositivi elettrici e meccanici, forniscono il supporto necessario per mantenere l'impianto in funzione in modo stabile ed efficiente, tra questi ad esempio, gli inverter, i trasformatori, i quadri elettrici, gli interruttori automatici, le turbine, i generatori di energia, ecc.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 71 di 76

dalla base portuale di Portoscuso. La distanza dalla base al sito offshore è di circa 47–57 km, a seconda della posizione dell'unità galleggiante di riferimento. Il tempo di viaggio, ipotizzando un limite di velocità di 5 nodi in corrispondenza del canale dell'isola e di 25 nodi altrove, è compreso tra 90 e 105 minuti. Due CTV faranno stabilmente base a Portoscuso per consentire l'esecuzione delle attività quotidiane.

La manutenzione correttiva pesante, relativa ad esempio alla sostituzione dei componenti principali della turbina eolica, la sostituzione di una linea di ormeggio o la riparazione dei cavi marini richiederà l'implementazione di una specifica logistica marittima. In tal senso, uno dei vantaggi della tecnologia di fondazione galleggiante è quello di consentire il rientro della turbina eolica in avaria sulla terraferma per l'esecuzione semplificata delle operazioni senza la necessità di mobilitare mezzi navali specializzati per operazioni di riparazione in mare (*offsite maintenance*).

Manutenzione della sezione onshore

Il tipo e le attività manutentive da svolgere durante la fase di esercizio delle opere a terra riguarderanno prevalentemente interventi di carattere ordinario e/o straordinario. In generale, per le stazioni elettriche si effettueranno attività di ispezione visiva e strumentale compresi i campionamenti d'olio, i test di tenuta, la verifica di eventuali caratteristiche ausiliarie delle apparecchiature ad alta tensione e controlli termografici.

Per gli elettrodotti interrati si prevedono ispezioni periodiche lungo il percorso eseguite con appositi mezzi. Le attività di manutenzione degli elettrodotti aerei saranno invece focalizzate su armamenti, sui conduttori e/o le funi di guardia e le carpenterie. Gli interventi in quota richiederanno particolare attenzione alla sicurezza, in modo da prevenire i rischi specifici connessi. In assenza di indicazioni specifiche, la manutenzione periodica riguarderà principalmente:

- il ripristino della protezione superficiale degli elementi strutturali zincati;
- il ripristino della protezione superficiale delle opere di completamento;
- il ripristino del serraggio delle giunzioni bullonate;
- la sostituzione di eventuali bulloni o altri fissaggi (la cui integrità risultasse compromessa dalla corrosione o da eventi accidentali);
- quanto necessario a garantire la sicurezza degli impianti, del personale operante sugli stessi e dei terzi in genere.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 72 di 76

6. PIANO DI DISMISSIONE

La sequenza delle operazioni di smantellamento delle varie infrastrutture dipenderà dai metodi e dalle tecniche di installazione utilizzate e vi saranno alcune similitudini, con una sequenza invertita, con le operazioni di installazione. La dismissione delle opere al termine della vita utile sarà finalizzata al completo ripristino delle aree interessate dal progetto.

6.1. Parte a mare

Gli interventi di dismissione delle opere in mare prevederanno:

- Operazioni in mare:
 - ispezioni infrastrutturali (es. cavi tra le turbine, elettrodotto marino e linee di ormeggio);
 - disconnessione dei cavi inter-array e del cavo di esportazione;
 - recupero dei cavi (eventuale);
 - disconnessione delle linee di ormeggio e loro recupero;
 - rimorchio delle FOU (Floating Offshore Unit, unità galleggianti) in porto.
- Operazioni a terra e portuali:
 - smontaggio della FOU ormeggiata lungo un molo;
 - scarico e deposito a terra dei componenti;
 - stoccaggio della piattaforma galleggiante per lo smantellamento;
 - smantellamento parziale;
 - se applicabile: riuso della piattaforma galleggiante e delle strutture della turbina e/o della FOS.

Il caso standard prende in considerazione lo smantellamento dell'impianto, con il riciclo e lo smaltimento dei rifiuti. Tuttavia, possono essere previste diverse soluzioni alternative:

- riutilizzo parziale o completo delle piattaforme galleggianti e delle linee di ancoraggio previa ispezione ed eventuale riqualifica;
- trasporto delle piattaforme galleggianti, previa verifica dei materiali per garantire l'assenza di pericolo per l'ambiente, in altro luogo per formare una barriera artificiale o per qualsiasi altro uso in mare con recupero dei materiali per altre strutture.

I diversi materiali da costruzione, se non riutilizzati, verranno quindi separati e compattati al fine di ridurre i volumi e consentire un più facile trasporto ai centri di recupero.

Sarà stabilito un trattamento specifico a seconda della natura dei materiali:

- le linee di ancoraggio, i loro accessori e la maggior parte delle attrezzature della piattaforma galleggiante, composte principalmente da acciaio e materiali compositi, saranno riciclati dall'industria dell'acciaio e da aziende specializzate;
- la biomassa accumulata durante il ciclo di vita del parco sarà trattata come residuo di processo. Questi residui saranno quindi smaltiti;
- le componenti elettriche, se non possono essere riutilizzate, saranno smantellate e riciclate. Particolare attenzione sarà dedicata allo smantellamento delle apparecchiature che utilizzano lubrificanti e olio per prevenire sversamenti accidentali. Eventuali residui di olio o lubrificante saranno rimossi secondo le procedure appropriate;
- i cavi dinamici tra le turbine e il cavo della condotta marittima sono costituiti da metalli (rame e alluminio) e la parte isolante (principalmente XLPE) può rappresentare più del 70-80% del peso. I cavi saranno trasportati all'unità di pretrattamento per la macinazione, la separazione elettrostatica e quindi la valorizzazione dei sottoprodotti come materia prima secondaria (rame, alluminio e plastica).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione generale		
Codice documento: C0421GR01RELGEN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 73 di 76

6.2. Parte a terra

I lavori di dismissione delle componenti a terra riguarderanno:

- lo smantellamento della esistente linea 220kV Sulcis-Villasor al termine delle operazioni di costruzione, connessione alla rete e collaudo della nuova linea 380kV;
- lo smantellamento delle opere dell'impianto d'utenza.

Per le attività di smantellamento degli elettrodotti aerei 220kV si procederà come di seguito:

- recupero dei conduttori, delle funi di guardia e degli armamenti;
- smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni;
- demolizione delle fondazioni dei sostegni;
- risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di smontaggio.

Nelle varie fasi si provvederà sempre all'evacuazione dei materiali di risulta lasciando le aree utilizzate sgombre e ben sistemate così da evitare danni a cose e persone.

Per la dismissione delle stazioni elettriche di utenza si procederà:

- all'isolamento elettrico dalla rete;
- allo smontaggio delle componenti elettriche con la rimozione dei quadri e degli impianti ausiliari;
- la demolizione delle strutture;
- al risarcimento dei danni procurati ai fondi eventualmente utilizzati per lo svolgimento delle attività di smontaggio.

Gli elementi risultanti dalle operazioni di smantellamento/demolizione saranno raccolti in modo ordinato al fine di consentire una corretta gestione delle operazioni di trasporto e trattamento/smaltimento dei rifiuti. Il proponente si impegna a seguire i principi della gerarchia dei rifiuti e dell'economia circolare in accordo anche alla legislazione vigente durante le attività.

La scelta degli impianti di riciclaggio e smaltimento sarà effettuata per assicurare la minimizzazione dei trasporti. Gli impianti selezionati saranno indicati nell'apposito Piano di Dismissione e Smantellamento.

Le macchine operatrici saranno selezionate sulla base delle migliori tecnologie disponibili al momento dei lavori secondo i principi di:

- minimizzazione dei consumi di carburante;
- utilizzo di carburante con il minimo impatto ambientale;
- pieno rispetto dei limiti dello spettro del rumore aereo;
- miglior sicurezza di impiego.

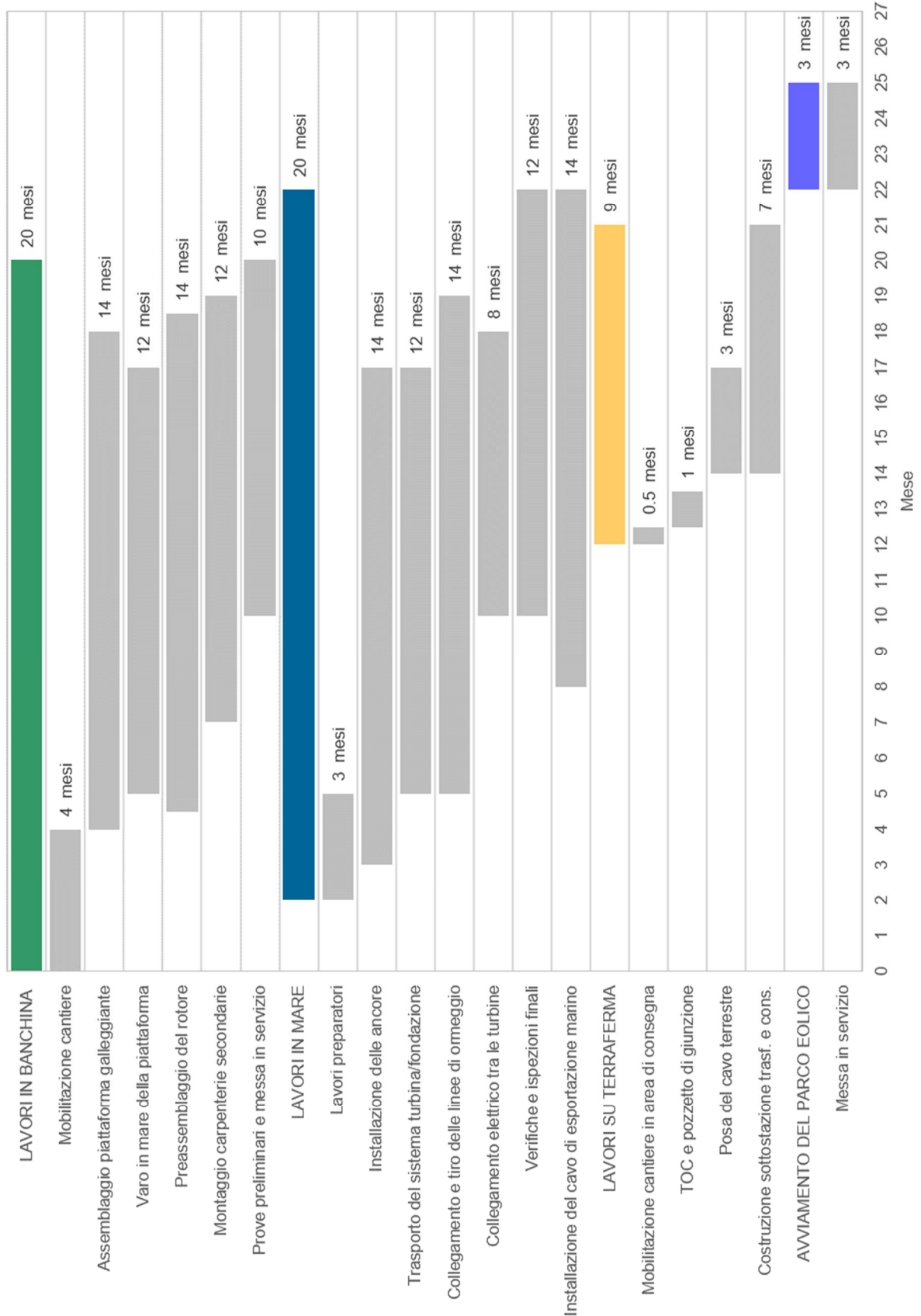


Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

7. CRONOPROGRAMMA

CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE DEL PARCO EOLICO OFFSHORE





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
75 di 76

RIFERIMENTI

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, 2022. *Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica*. [Online]

Available at: <https://www.mite.gov.it/>

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, n.d. *Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica*. [Online]

Available at: <https://bonifichesiticontaminati.mite.gov.it/>

[Accessed 2023].

MiTE, n.d. *Schede SIN - Sulcis Iglesiente Guspinese*. [Online]

Available at: <https://bonifichesiticontaminati.mite.gov.it/sin-34/>

Regione Autonoma della Sardegna, 2023. *Sardegna Ambiente*. [Online]

Available at: <https://portal.sardegناسira.it/>

[Accessed Febbraio 2023].



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione generale

Codice documento:
C0421GR01RELGEN00a

Data emissione:
Marzo 2023

Pagina
76 di 76

Il presente documento, composto da n. 85 fogli 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 2023

Dott. Ing. Luigi Severini