



Ichnusa wind power srl

Progetto Definitivo

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



YR17

C0421YR17RELMAN00a

**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 MANUTENZIONE DELLE OPERE

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	Y	R	0	1	7	R	E	L	M	A	N	0	0	a
NUM.COMM.	ANNO	COD.SET	NUM.LAB.			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 manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina I di IV

SOMMARIO

1. SCOPO DEL DOCUMENTO	1
2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	2
3. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI ELEMENTI FISICI	4
3.1. Turbine eoliche	4
3.2. Fondazioni galleggianti	4
3.3. Sottostazione elettrica - FOS	4
3.4. Ormezzi e ancoraggi	5
3.5. Cavi marini inter-array	5
3.6. Elettrodotto marino di esportazione	5
3.7. Elettrodotto onshore	6
3.8. Sottostazione elettrica trasformazione e consegna	7
3.9. Nuova sezione 380 kV stazione Terna Sulcis	8
3.10. Elettrodotto aereo 380 kV Sulcis – Villasor	8
3.11. Stazione Elettrica di smistamento “Villasor 380”	9
3.12. Elettrodotto aereo 380 kV Villasor 380 – dorsale Ittiri Selargius	9
4. ORGANIZZAZIONE DELLA MANUTENZIONE	10
4.1. Ruoli e tecnici in situ	11
4.2. Ruoli centrali per la manutenzione delle opere	11
4.3. Ruoli aziendali	11
4.4. Infrastrutture destinate alla manutenzione delle opere	12
5. LOGISTICA	13
5.1. Logistica leggera	13
5.2. Logistica pesante	14
6. PIANO PRELIMINARE DI MANUTENZIONE	18
6.1. Turbine eoliche	18
6.2. Fondazioni galleggianti e sistemi di ormeggio	19
6.3. Manutenzione delle componenti del BoP (Balance of Plant)	21
6.4. Sostegni a traliccio	23
6.5. Elettrodotto aereo	24
6.6. Stazioni Elettriche	25
7. CONCLUSIONI	26
RIFERIMENTI	27



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina II di IV

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1 – Schema concettuale dell’impianto.	2
Figura 3.1 – Struttura galleggiante SOT TetraSub®	4
Figura 3.2 – Disposizione dei cavi inter-array e dell’elettrodotto marino di esportazione.....	6
Figura 3.3 – Sottostazione trasformazione e consegna e nuova sezione 380 kV stazione TERNA Sulcis.	7
Figura 3.4 – Area d’intervento – Modello digitale del terreno.	8
Figura 4.1 – Ruoli e tecnici richiesti in sito per le attività O&M.....	10
Figura 5.1 – Esempio di imbarcazione CTV.....	13
Figura 5.2 – Pianificazione oraria delle attività di manutenzione offshore.....	13
Figura 5.3 – Procedura manutentiva <i>offsite</i>	14
Figura 5.4 – Strategia di manutenzione <i>offsite</i> , collocazione del porto di Oristano rispetto al sito offshore.	15
Figura 5.5 – Esempio di nave di installazione con WROV	15
Figura 5.6 – Esempio di nave di mantenimento della posizione	15
Figura 5.7 – Esempio di rimorchiatore portuale.....	15



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina III di IV

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4.1 – Requisiti generali degli impianti di terra per la manutenzione delle opere.	12
Tabella 5.1 – Caratteristiche delle imbarcazioni impegnate nella logistica pesante.	16
Tabella 5.2 – Fattori di emissione degli inquinanti atmosferici, combustibile gasolio marino.	16
Tabella 5.3 – Durata delle operazioni per la manutenzione offsite.	17
Tabella 6.1 – O&M delle turbine eoliche.	19
Tabella 6.2 – Fondazione galleggiante e sistemi di ormeggio: attività preventive.	20
Tabella 6.3 – Fondazione galleggiante e sistemi di ormeggio: attività correttive.	20
Tabella 6.4 – Manutenzione preventiva del BoP.	21
Tabella 6.5 – Manutenzione correttiva del B.o.P.	22



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina IV di IV

INDICE DELLE VOCI

AT	Alta Tensione
BoP	Balance of Plant
CTV	Crew Transfer Vessel
ENAC	Ente Nazionale Aviazione Civile
FOS	Floating Offshore Substation
FOU	Floating Offshore Unit
GIS*	Gas Insulated Switchgear
IAC	Inter-Array Cable
MBL	Minimum Breaking Load
MT	Media Tensione
SEN	Servizio Elettrico Nazionale
O&M	Operation and Maintenance
OEM	Original Equipment Manufacturer
Ofec	Offshore export cable
Oncc	Onshore
Onec	Onshore export cable
RTN	Rete di Trasmissione Nazionale
SO	Stiesdal Offshore
TJB	Transition Junction Bay
WROV	Working Remote Operation Vessel
WTG	Wind Turbine Generator



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 1 di 28

1. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento ha lo scopo di descrivere il Piano di Manutenzione Preliminare delle opere per i principali componenti dell'impianto eolico galleggiante di Ichnusa Wind Power s.r.l. posizionato nel mare di Sardegna Sud Occidentale 35 km al largo delle più vicine coste sarde.

La stesura del Piano preliminare di Manutenzione ha lo scopo di fornire una prima caratterizzazione delle attività manutentive previste sulle diverse componenti dell'impianto, sia nella sua sezione a mare che a terra, evidenziando nel contempo le interazioni di carattere ambientale utili alla valutazione degli impatti sull'ambiente.

Il Piano analizza in particolare gli elementi chiave del progetto tra cui:

- manutenzione delle turbine;
- manutenzione delle sottostazioni galleggianti;
- manutenzione delle strutture di fondazione, degli ormeggi e degli ancoraggi;
- manutenzione dei cavi inter-array e dei cavi di esportazione marini;
- manutenzione dei cavi terrestri e delle linee aeree
- manutenzione delle stazioni elettriche.



2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

L'impianto di produzione eolica, a realizzarsi nel mare di Sardegna sud-occidentale nel settore geografico ovest-nord-ovest delle coste di Portoscuso e dell'isola di San Pietro, a oltre 35 km dalle più vicine coste sarde garantirà una potenza nominale massima pari a 504MW attraverso l'utilizzo di 42 aerogeneratori e 2 sottostazioni elettriche di trasformazione sostenuti da innovative fondazioni galleggianti.

L'impiego di questi sistemi consente l'installazione in aree marine profonde e molto distanti dalle coste, dove i venti sono più intensi e costanti e la percezione visiva dalla terraferma è estremamente ridotta, mitigando così gli impatti legati alle alterazioni del paesaggio tipici degli impianti realizzati sulla terraferma o in prossimità delle coste. La collocazione del parco, frutto di una approfondita conoscenza delle caratteristiche del sito, armonizza le risultanze di studi e consultazioni finalizzati alla migliore integrazione delle opere all'interno del contesto naturale e antropico pre-esistente.

L'opera in oggetto, nella sua completezza, 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.

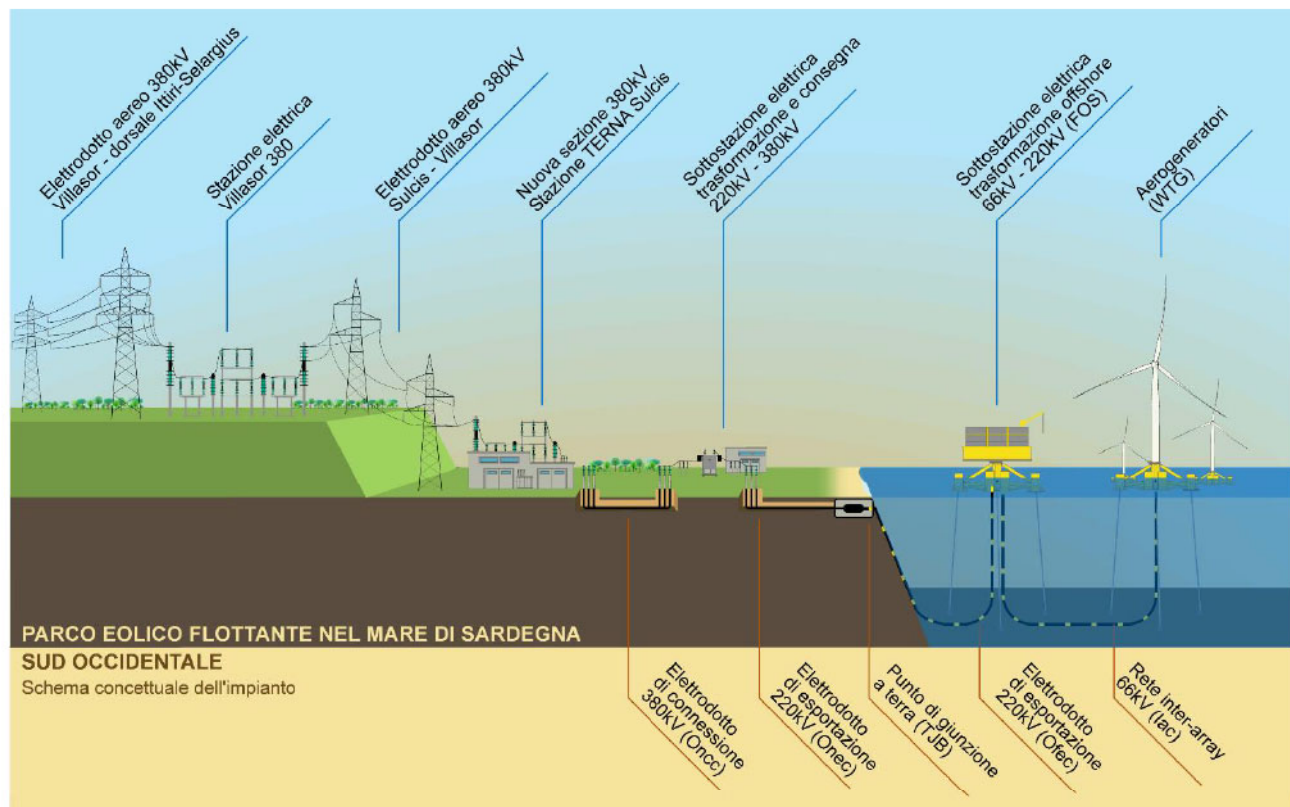


Figura 2.1 – Schema concettuale dell'impianto.

Elaborazione iLStudio.

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* - Iac) 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



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 3 di 28

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 prevede 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.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 4 di 28

3. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI ELEMENTI FISICI

3.1. Turbine eoliche

Le 42 turbine eoliche che costituiscono il parco al largo della Sardegna, con una capacità nominale di 12 MW, aventi diametro rotore fino a 255 m e altezza massima fino a 285 m, saranno costituite da:

- una torre tubolare in più sezioni di spessore, peso e lunghezza differenti, le sezioni saranno vincolate tra di loro mediante collegamenti bullonati opportunamente dimensionati;
- un rotore tripala, composto principalmente da vetroresina, vincolato, ad un hub in acciaio, mediante collegamento bullonato;
- una navicella che ospita tutti i componenti meccanici, oleodinamici ed elettrici, compreso il generatore e l'eventuale riduttore.

3.2. Fondazioni galleggianti

L'ubicazione dell'impianto di generazione in aree marine caratterizzate da elevate profondità del fondale (da c.a. 240 m a c.a. 720 m), richiede l'utilizzo di innovative fondazioni galleggianti mantenute in posizione da ormeggi a linee sintetiche tese con ancoraggi al fondale a punti fissi. La soluzione tecnica prevista per il progetto è la fondazione TetraSub® progettata da Stiesdal Offshore (SO) e illustrata in Figura 3.1.



Figura 3.1 – Struttura galleggiante SOT TetraSub®

Il modello è composto da strutture tubolari in acciaio disposte a comporre un tetraedro asimmetrico e 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, nonostante l'esposizione alle azioni meteomarine. Come detto, ogni fondazione sarà ormeggiata al fondale marino utilizzando un massimo di sei linee di ormeggio tese in materiale sintetico (poliestere), con un sistema di ancoraggio a punti fissi. La fondazione è progettata per essere assemblata in banchina e rimorchiata fino al sito di installazione, dove viene ormeggiata fino al raggiungimento della condizione di galleggiamento di progetto.

3.3. Sottostazione elettrica - FOS

Il parco eolico sarà dotato di due sottostazioni elettriche offshore galleggianti FOS (Floating Offshore Substation) posizionate anch'esse su fondazione TetraSub®. Ciascuna sottostazione riceverà l'energia elettrica



da due sottocampi eolici composti rispettivamente da 21 turbine connesse mediante una rete inter-array di cavi marini dinamici a 66 kV. Le sottostazioni avranno la funzione di trasformare, regolare e compensare l'energia elettrica prodotta dal parco prima dell'invio verso la terraferma. La funzione primaria sarà comunque quella di trasformazione in elevazione dalla tensione di parco (66 kV) a quella di trasporto 220 kV. La struttura della FOS sarà in acciaio con sviluppo multipiano per il posizionamento dei componenti elettrici, meccanici, oleodinamici ed i servizi atti a svolgere le funzioni operative. In condizioni normali le FOS saranno del tipo *unmanned* telegestite da terra senza quindi la necessità di equipaggio stanziale ad eccezione delle fasi di messa in servizio, manutenzione (pianificata e non) e decommissioning. Ciascuna FOS sarà infine dotata, tra le altre, di un generatore diesel di emergenza in grado di alimentare il sistema FOS Aux (ausiliario) in caso di perdita di connessione alla rete. Il sistema ausiliario sarà dimensionato per garantire sufficiente autonomia (tra i 10 e i 14 giorni) dei sistemi essenziali di stazione.

3.4. Ormeggi e ancoraggi

Ogni fondazione sarà ormeggiata utilizzando un sistema teso (*taut mooring*) costituito da sei linee di ormeggio in materiale sintetico (poliestere) connesse ad altrettanti ancoraggi a punti fissi sul fondale realizzati mediante pali infissi o avvitati.

Per quanto ritenuto significativo, ai fini delle implicazioni sulla manutenzione, ormeggi e ancoraggi avranno le seguenti caratteristiche tecniche e dimensionali:

Ormeggi

Le funi di ormeggio saranno in poliestere con carico minimo di rottura (MBL – Minimum Breaking Load) di 2500 tonnellate; le porzioni terminali delle linee, collegate direttamente alla fondazione galleggiante e agli ancoraggi, saranno costituite da catene tese d'acciaio di circa 30 m di lunghezza aventi diametro delle maglie di 185 mm senza traversini. Il mantenimento della posizione di galleggiamento delle fondazioni sarà garantito mediante l'applicazione di idonee forze di pre-tensionamento (9÷17% del carico di rottura);

Ancoraggi

Gli ancoraggi saranno costituiti da pali in acciaio installati mediante battitura/infissione o avvitamento aventi diametro pari a 2,44 m e lunghezza del fusto variabile tra 30 e 49 m a seconda delle caratteristiche geotecniche locali del fondale.

3.5. Cavi marini inter-array

L'interconnessione tra le turbine eoliche e le FOS è prevista mediante un collegamento IAC (Inter-Array Cable) con cavi elettrici marini di tipo dinamico con tensione di 66 kV AC. Ciascuna sezione del cavo si svilupperà secondo una configurazione del tipo *Lazy-S* o *Lazy-Wave* la cui geometria finale sarà determinata durante le attività di ingegneria di dettaglio.

Gli accessori principali che comporranno tali cavi sono:

- il limitatore di piegatura in poliuretano "bending stiffener" che protegge il raggio di curvatura del cavo in corrispondenza della sua connessione alla piattaforma galleggiante;
- le boe in materiale sintetico che supportano la configurazione a mezz'acqua del cavo;
- i gusci in materiale sintetico che proteggono localmente il cavo dall'abrasione al suo contatto sul fondo del mare ("touchdown point").

3.6. Elettrodotta marino di esportazione

Il trasporto dell'energia prodotta verso terra sarà effettuato mediante un doppio collegamento AC 220 kV



Ichnusa wind power srl

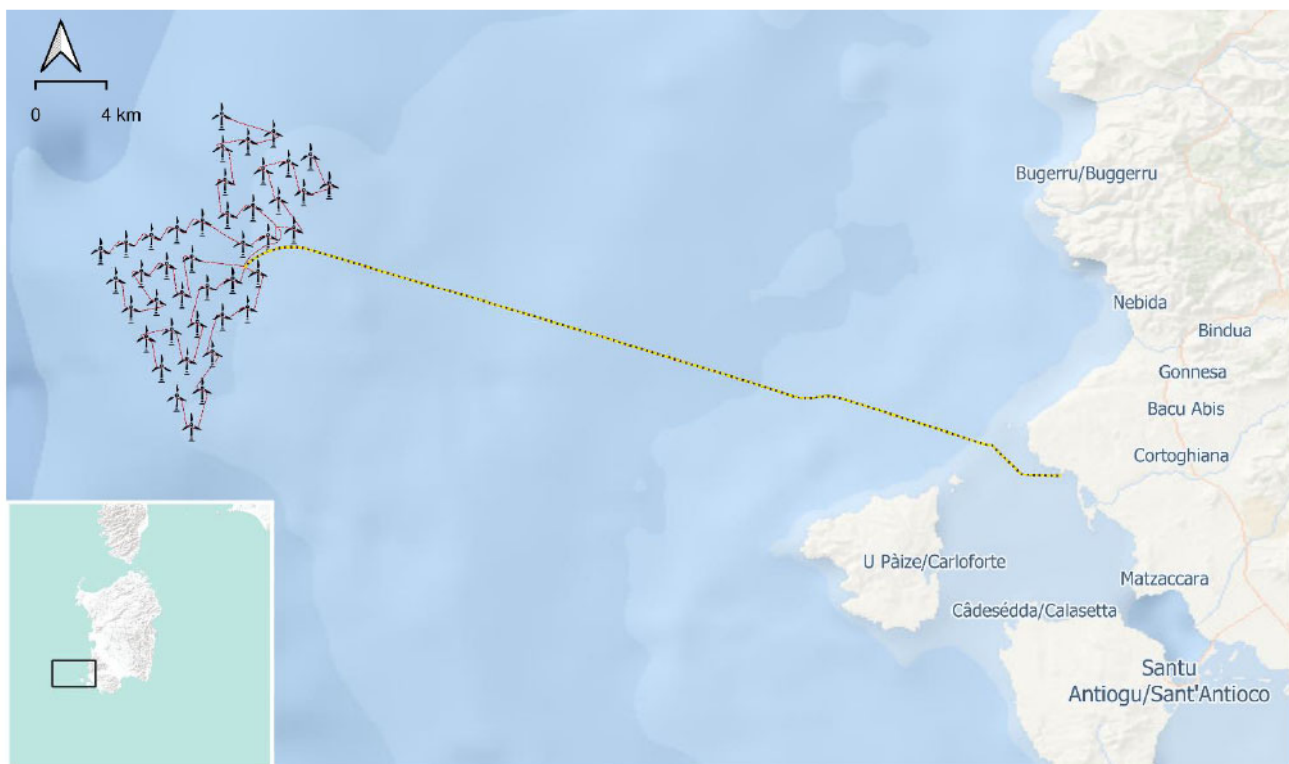
iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 6 di 28

operato mediante una coppia di cavi tripolari elicordati che partiranno dalle rispettive FOS verso il punto di giunzione a terra (Transition Junction Bay – TJB) in località Portovesme per la transizione cavo marino – cavo terrestre. La lunghezza totale del collegamento elettrico marino sarà di circa 50 km. I cavi previsti per l'esportazione saranno di tipo tripolare con conduttori in rame, isolati in EPR o XLPE con sezione elettrica nominale pari a 630 mm² e 224 mm di diametro (adeguati alla corrente nominale di esercizio) e schermatura longitudinale / radiale a tenuta stagna. Ciascun cavo sarà inoltre di tipo ibrido dinamico/statico preassemblato in fabbrica con:

- una sezione "dinamica" resistente al carico dinamico dell'ambiente marino in prossimità del punto di collegamento alla sottostazione elettrica galleggiante;
- una sezione "statica" posata sul fondale e adeguatamente protetta in relazione alle caratteristiche dello specifico tratto di posa.

La sezione dinamica sarà ulteriormente protetta da sistema anti-piegatura in poliuretano installato all'uscita della sottostazione e caratterizzata da configurazione *Lazy-Wave* o *Lazy-S* la cui definizione geometrica sarà definita in sede di ingegneria di dettaglio.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Tracciato dell'elettrodotto marino di esportazione e posizionamento della rete di cavi inter-array
Elaborazione iLStudio

LEGENDA

- Turbina eolica
- Elettrodotto marino di esportazione 220kV
- Rete cavi inter-array 66kV

Figura 3.2 – Disposizione dei cavi inter-array e dell'elettrodotto marino di esportazione.

Elaborazione ILStudio.

3.7. Elettrodotto onshore

Una volta giunti a terra, i cavi marini di esportazione (tripolari elicordati) saranno convertiti in due distinte terne di cavi unipolari 220kV in apposita baia di transizione TJB ubicata in località Portovesme sul sedime dell'esistente diga posta a protezione dell'area portuale. Le due terne terrestri correranno interrato, dal punto di giunzione fino alla stazione di trasformazione, misura e consegna nelle vicinanze della esistente stazione



Ichnusa wind power srl

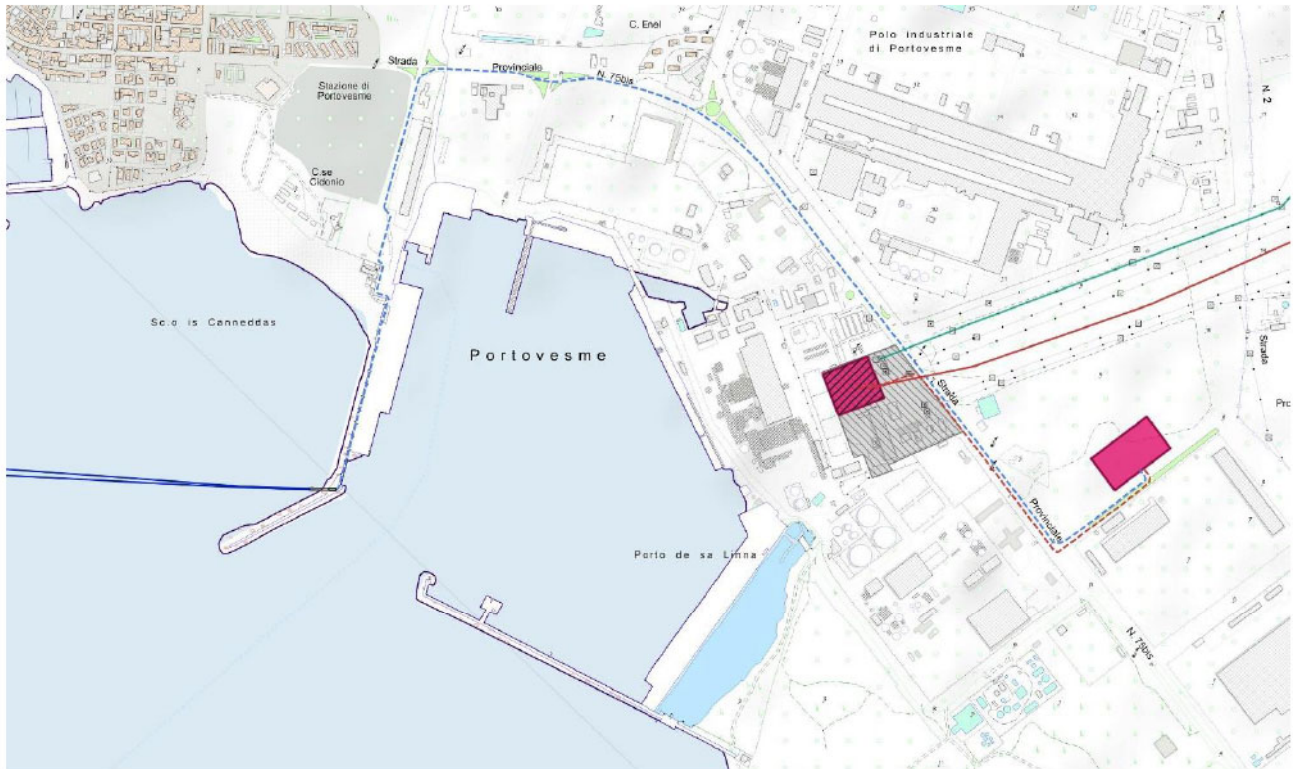
iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 7 di 28

TERNA Sulcis, prediligendo strade esistenti secondo un percorso di circa 3 km. Nella stazione di consegna, saranno quindi effettuati un ulteriore innalzamento della tensione elettrica fino al livello di immissione nella rete elettrica nazionale (380kV) oltreché il condizionamento elettrico e la misura fiscale; un nuovo elettrodotto interrato 380 kV, sempre in configurazione doppia terna unipolare, partirà quindi dal punto di consegna verso la nuova sezione 380 kV della esistente stazione elettrica TERNA SULCIS per la definitiva iniezione dell'energia in rete. Il percorso interrato prediligerà la viabilità esistente. I cavi saranno di tipo unipolare con sezione elettrica di 1200 mm² e diametro alla guaina esterna di 111.8 mm per il tratto 220 kV, mentre, per la sezione 380 kV in cavi avranno una sezione elettrica di 1200 mm² e diametro della guaina esterna di 115 mm, con isolamento sintetico in XLPE.

3.8. Sottostazione elettrica trasformazione e consegna

La sottostazione elettrica di trasformazione, misure e consegna sarà realizzata nelle vicinanze della esistente stazione elettrica TERNA Sulcis e vi saranno alloggiati, tra le altre, i trasformatori di tensione, le apparecchiature reattive di compensazione, gli eventuali filtri armonici e quanto necessario per la successiva iniezione nella rete elettrica di trasmissione nazionale in coerenza con i requisiti del Codice di Rete TERNA. La stazione sarà situata all'interno di un'area recintata di circa 125x60 m, compresi i vialetti e l'accesso pedonale, e conterrà, a titolo indicativo e non esaustivo, i terminali dei cavi, le apparecchiature di protezione, i trasformatori, le colonne di linea e gli interruttori, etc. Le opere civili comprenderanno la recinzione dell'area, le opere di fondazione delle apparecchiature elettro-meccaniche e degli edifici di consegna MT e di supervisione e controllo, i pannelli di comando e controllo, etc.



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 CTR

LEGENDA

Elettrodotti e stazioni	— Dorsale aerea 220kV esistente Sulcis - Villasor	■ Stazione RTN TERNA Sulcis	■ Nuova sezione 380kV RTN TERNA Sulcis
— Elettrodotto Interrato 220kV, Oncc	— Nuova dorsale aerea 380kV Sulcis - Villasor (ST)	■ Stazione di Trasformazione, misure e consegna	
— Elettrodotto Interrato 380kV, Oncc	□ Traliccio		

Figura 3.3 – Sottostazione trasformazione e consegna e nuova sezione 380 kV stazione TERNA Sulcis.

Elaborazione iLStudio.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 8 di 28

3.9. Nuova sezione 380 kV stazione Terna Sulcis

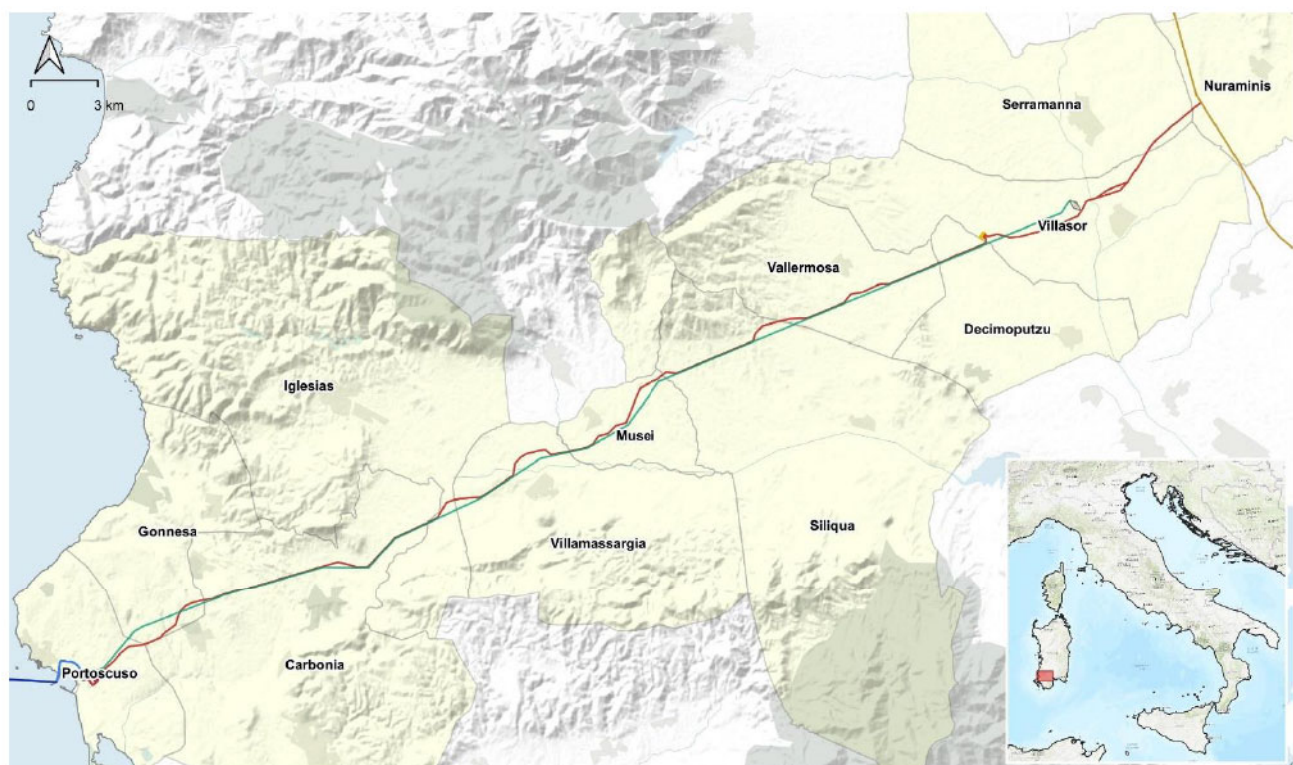
Il nodo elettrico selezionato per l'immissione dell'energia elettrica nella rete nazionale corrisponde alla stazione elettrica RTN TERNA Sulcis collocata all'interno dell'area industriale e retroportuale del comune di Portoscuso al cui interno è prevista l'installazione di una nuova sezione 380 kV in un'area attualmente adibita a piazzale per il deposito dei materiali.

Questa nuova sezione elettrica sarà formata da una sezione 380kV e una sezione 150 kV con isolamento in SF6, secondo gli standard unificati di Terna, racchiuse in un unico edificio su un'area di 180 x 133 m circa.

3.10. Elettrodotto aereo 380 kV Sulcis – Villasor

Il progetto prevede la sostituzione dell'elettrodotto aereo esistente "Sulcis-Villasor" a 220 kV con la costruzione di un nuovo elettrodotto a 380 kV che, seguendo il tracciato della linea esistente, unirà la stazione di "Sulcis" con la nuova stazione "Villasor 380", raccordando questa alla dorsale regionale a 380 kV "Ittiri-Selargius" (Figura 3.4). La riqualificazione e l'ammodernamento della linea consentirà non solo l'efficace immissione in rete dell'energia prodotta dal parco, ma anche il miglioramento dei servizi elettrici del territorio, aumentandone l'efficienza e la fruibilità.

Gli interventi previsti consistono quindi nella realizzazione di un nuovo elettrodotto a 380 kV in sostituzione dell'esistente 220kV, nella realizzazione di un nuovo elettrodotto di raccordo in entra-esce in doppia terna alla dorsale regionale 380kV "Ittiri-Selargius", previa realizzazione di una nuova stazione elettrica di smistamento denominata "Villasor 380" in località Villasor e conseguente dismissione della linea 220kV esistente.



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
Elaborazione iLStudio

LEGENDA
— Nuova dorsale aerea 380kV — Dorsale aerea esistente 220kV Sulcis - Villasor — Dorsale aerea 380 kV Ittiri - Selargius

Figura 3.4 – Area d'intervento – Modello digitale del terreno.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 9 di 28

3.11. Stazione Elettrica di smistamento “Villasor 380”

La nuova stazione elettrica di smistamento “Villasor 380” sarà ubicata nel Comune di Villasor (SU), nelle vicinanze della stazione elettrica RTN “Villasor” esistente. L’ubicazione di tale stazione elettrica è stata individuata per soddisfare sia le esigenze tecniche di progetto che l’utilizzo di opere già esistenti, quale la linea esistente menzionata. L’accesso alla stazione sarà dalla viabilità esistente, quale la strada comunale Decimoputzu-Villacidro, attraverso un ingresso indipendente dell’edificio per i punti di consegna delle alimentazioni MT dei servizi ausiliari.

La stazione elettrica “Villasor 380” sarà costituita da un sistema a doppia sbarra con 9 stalli, corredata da apparecchiature quali interruttori, sezionatori, trasformatori di corrente e di tensione che corrispondono alle prescrizioni delle Norme CEI generali e specifiche.

3.12. Elettrodotto aereo 380 kV Villasor 380 – dorsale Ittiri Selargius

Il collegamento di raccordo tra la linea esistente a 380 kV “Ittiri-Selargius” e la nuova stazione “Villasor 380” avverrà mediante una nuova linea aerea in doppia terna secondo un tracciato funzionale e compatibile con i vincoli di natura ambientale e con la legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

È prevista l’installazione di 29 nuovi sostegni, oltre al portale interno alla stazione terminale, e tra questi nuovi sostegni ne saranno realizzati due sia in asse alla linea intercettata che nella direzione del collegamento con i portali della nuova Stazione Elettrica “Villasor 380”. Il sostegno da cui si deriveranno i raccordi sarà utilizzato come capolinea ed avrà la funzione di indirizzare le due tratte della linea intercettata, provenienti dai sostegni esistenti, verso i portali dei rispettivi stalli nella sezione a 380 kV della nuova stazione “Villasor 380”.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 10 di 28

4. ORGANIZZAZIONE DELLA MANUTENZIONE

In base al tipo ed alle dimensioni del progetto, l'organizzazione della fase di manutenzione si articolerà secondo le figure professionali descritte nelle sezioni seguenti prevedendo solo per la manutenzione delle opere a mare circa 30 figure tecniche stabilmente impiegate in situ. Nell'ambito della gestione della manutenzione, i tecnici incaricati saranno coinvolti nello svolgimento di attività preventive e/o correttive sui singoli elementi costituenti l'impianto per tutta la vita utile del progetto; ogni anno saranno coinvolti circa 40 tecnici per gestire le attività di manutenzione delle unità galleggianti e dei componenti ancillari. Alcune di queste attività, per le quali si richiede normalmente un solo intervento all'anno, saranno svolte nel periodo estivo mentre le altre (ad esempio la risoluzione di guasti ed errori minori) saranno eseguite durante tutto l'anno. La Figura 4.1 riporta uno schema consuntivo delle figure professionali coinvolte nell'organizzazione della manutenzione.

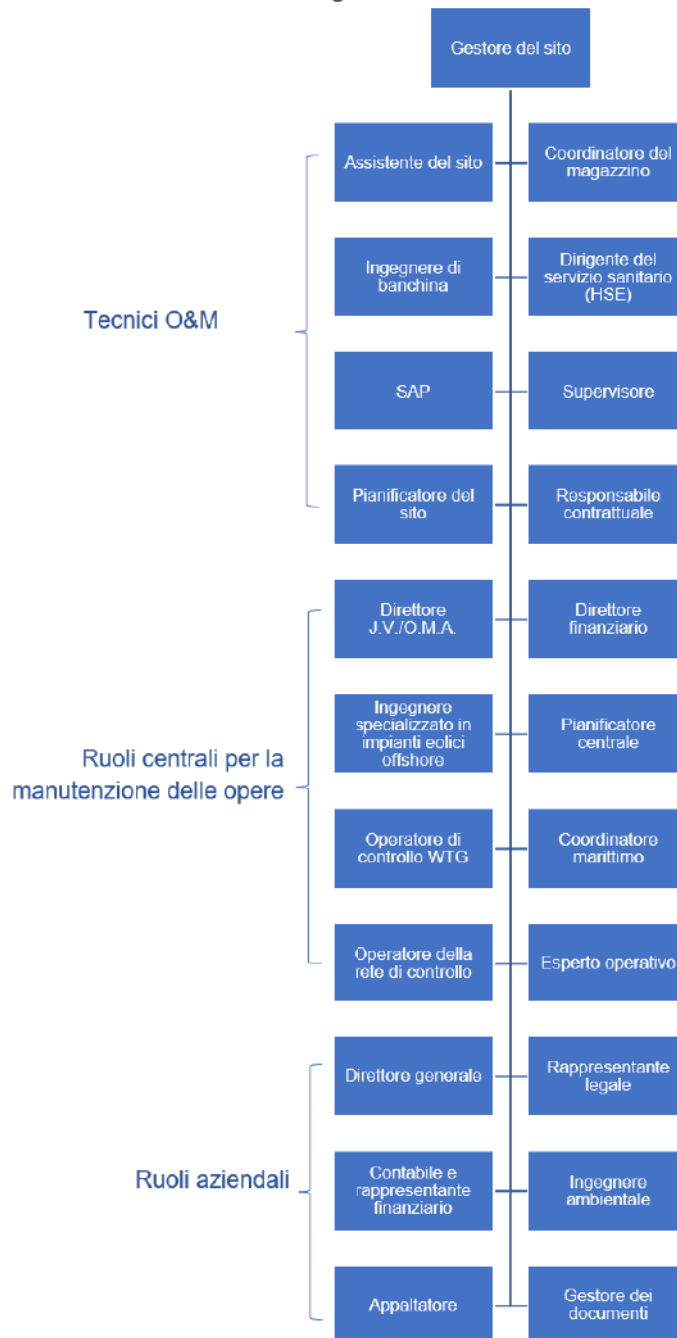


Figura 4.1 – Ruoli e tecnici richiesti in sito per le attività O&M.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 11 di 28

4.1. Ruoli e tecnici in situ

Le figure professionali addette alla gestione dei servizi O&M sono:

- Site Manager (Direttore del sito): responsabile delle operazioni generali e della gestione del personale;
- Site Assistant (Assistente del sito): responsabile della gestione ingresso/uscita dei materiali e per altre attività specifiche per il sito;
- Warehouse coordinator (Coordinatore del magazzino): addetto all'approvvigionamento dei pezzi di ricambio, alle richieste specifiche per manutenzione delle opere nonché alla gestione delle scorte e delle relative attività contabili;
- Platform Engineer (Ingegnere di piattaforma): esperto tecnico con background ingegneristico o tecnico, responsabile della valutazione delle problematiche tecniche e dell'interfaccia per il back-office;
- Shift Supervisor (Supervisore): guida del team di tecnici delle WTG e responsabile della preparazione dei piani di lavoro e della manutenzione quotidiana;
- SAP: personale qualificato per la preparazione, la gestione e l'esecuzione delle operazioni su componenti in alta tensione responsabile della preparazione dei piani di lavoro AT;
- Contract Manager (Responsabile contrattuale): responsabile della gestione dei contratti e della gestione del sito per quanto concerne le attività di approvvigionamento;
- HSE Manager (Direttore HSE): responsabile del monitoraggio delle attività di manutenzione delle opere dal punto di vista della tutela della salute e della sicurezza e della verifica di conformità agli standard HSE;
- Site Planner (Pianificatore del sito): responsabile dello sviluppo e del mantenimento delle attività di manutenzione giornaliere e settimanali e della efficiente mobilitazione delle risorse.

4.2. Ruoli centrali per la manutenzione delle opere

I ruoli centrali per la manutenzione delle opere sono:

- JV / OMA Manager (Direttore J.V./O.M.A.): responsabile della gestione degli obblighi contrattuali e legali e l'interfaccia con gli stakeholders esterni;
- Finance Manager (Direttore finanziario): responsabile del budget di progetto, della gestione e previsione dei flussi di cassa;
- Offshore Wind Engineer (Ingegnere specializzato in impianti eolici offshore): esperto elettrico e meccanico incaricato a ruoli di supporto nella gestione di casi complessi e di interfaccia con l'ingegnere di piattaforma;
- Central Planner (Pianificatore centrale): responsabile della pianificazione delle attività su finestre temporali di 3-12 mesi;
- WTG Control Operator (Operatore di controllo WTG): responsabile della pianificazione delle attività su finestre temporali di 3-12 mesi;
- Marine Coordinator (Coordinatore marittimo): responsabile del coordinamento delle attività offshore, ad esempio CTV (*Crew Transfer Vessel*) e SOV (*Service Operation Vessels*);
- Gestore di controllo della rete: responsabile delle operazioni di rete;
- Operational Excellence (Esperto operativo): responsabile del miglioramento delle prestazioni e del servizio di formazione continua.

4.3. Ruoli aziendali

- General Manager (Direttore Generale): rappresenta la JV e ha la responsabilità generale del progetto;



- Legal (Rappresentante legale): fornisce consulenza legale aziendale e supporto legale specifico per controversie e questioni contrattuali;
- Accountant (Contabile): responsabile dei servizi contabili per l'azienda, nonché della fatturazione e dei pagamenti;
- Finance (Rappresentante finanziario): figura di supporto al Direttore Finanziario e responsabile dell'analisi finanziaria;
- Procurement (Approvvigionamenti/Appalti): responsabile delle attività generali di appalto, compresa la supervisione delle gare d'appalto e dei subappaltatori;
- Environmental / Permits and Regulatory (Ingegnere Ambientale): garantisce il rispetto dei permessi e delle indicazioni normative relazionandosi con le parti interessate sulla base di solide competenze ambientali;
- Gestore dei documenti: addetto al controllo dei documenti.

4.4. Infrastrutture destinate alla manutenzione delle opere

Le infrastrutture di servizio per la manutenzione delle opere saranno localizzate in un'apposita base O&M a Portoscuso. La Tabella 4.1 fornisce i requisiti preliminari da considerare per i servizi di manutenzione, incluso un elenco degli elementi generali dell'impianto di manutenzione insieme ai corrispondenti fabbisogni stimati.

Non si esclude un'ulteriore ottimizzazione dei requisiti come esito di specifiche attività di miglioramento nelle fasi successive di ingegneria di dettaglio.

Tabella 4.1 – Requisiti generali degli impianti di terra per la manutenzione delle opere.

	Requisiti	Note
Area del terreno	~ 4000 ÷ 5000 m ²	Dipende dal fatto che i principali pezzi di ricambio siano immagazzinati in loco.
Magazzino	~ 1000 m ²	In base al numero di WTG, ai requisiti OEM (Original Equipment Manufacturer) ed alla definizione della strategia di ricambio.
Ufficio	~ 600 ÷ 800 m ²	Dipende da quali ruoli/attività vengono eseguiti in loco, ad esempio il controllo della rete.
Area esterna	~ 1500 ÷ 2000 m ²	Con accesso diretto alla banchina.
Lunghezza banchina	~ 50 ÷ 200 m	Dipende dal numero di CTV utilizzati (è possibile l'ottimizzazione tramite pontoni); pontone necessario in caso di differenze di marea significative.
Profondità minima dell'acqua all'ormeggio con la bassa marea	~ 4 m	Supponendo che la logistica sia basata sul CTV.
Capacità portante della banchina	da determinare (t/m ²)	Dipende dal fatto che eventuali componenti principali saranno gestiti direttamente nella base portuale di Portoscuso.
Distanza dalla banchina	150 m	
Parcheggio auto	~ 40 ÷ 60 (unità)	Soggetto alle dimensioni dell'organizzazione in loco.
Accesso alle strutture portuali e orari di apertura	24/7 (ore/giorni)	Uso esclusivo di approdi/ormeggi e area di sollevamento.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 13 di 28

5. LOGISTICA

5.1. Logistica leggera

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



Figura 5.1 – Esempio di imbarcazione CTV.

I CTV, come mostrato nella Figura 5.1, sono piccole imbarcazioni, tipicamente lunghe 20–25 m, capaci di trasportare fino a 12 tecnici escluso l'equipaggio. Una giornata di lavoro per un tecnico di turbine offshore può essere suddivisa nelle diverse attività mostrate nella Figura 5.2: con un tempo medio di viaggio di 1,6 ore fino al centro del parco eolico, i tecnici hanno a disposizione circa 6,2 ore di lavoro effettive per eseguire i lavori di manutenzione sulle unità galleggianti.

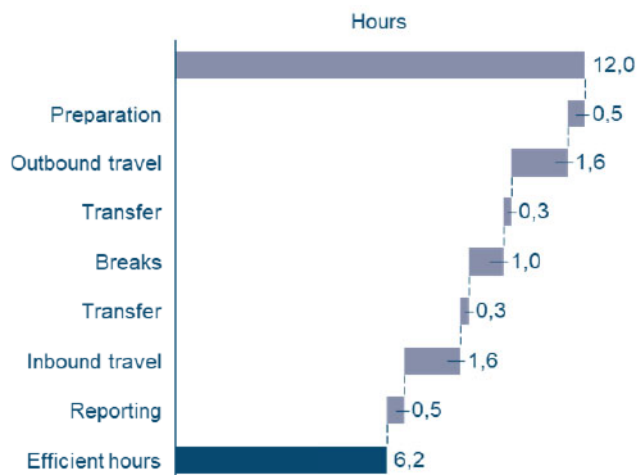


Figura 5.2 – Pianificazione oraria delle attività di manutenzione offshore.



5.2. Logistica pesante

La logistica pesante si riferisce agli interventi manutentivi su componenti importanti, quali, ad esempio, per le turbine, una pala, un cuscinetto principale, una linea di ormeggio, etc. Sulla base delle conoscenze di mercato, si prevede che l'80-100% delle turbine subirà in media un guasto di un componente importante nel corso della sua vita operativa; per questo, la strategia manutentiva adottata nell'ambito del presente progetto prevede la sostituzione del componente danneggiato direttamente in banchina, previo rimorchio dell'unità galleggiante in porto (procedura nota come *offsite maintenance*). Un simile approccio consente l'esecuzione sicura delle operazioni di riparazione superando le limitazioni tecniche/tecnologiche determinate dalla profondità dei fondali (es. impossibilità di adottare imbarcazioni jack-up). La Figura 5.3 illustra la procedura *offsite* per la sostituzione dei componenti principali consistente nelle seguenti fasi principali:

- 1) transito verso il sito;
- 2) disconnessione cavi e ormeggi;
- 3) rimorchio della FOU (Floating Offshore Unit) al porto;
- 4) riparazione in banchina;
- 5) rimorchio della FOU presso il sito;
- 6) riconnessione dei cavi e delle linee di ormeggio;
- 7) transito di ritorno al porto.

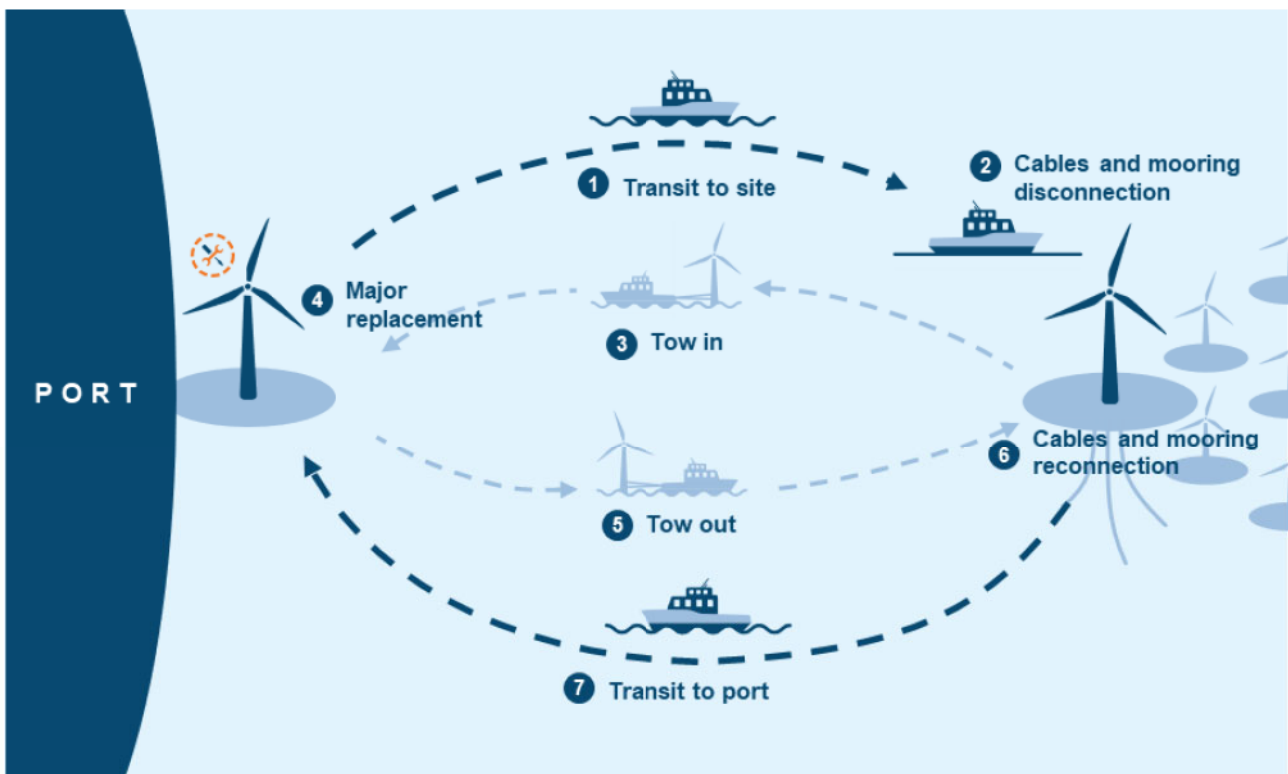


Figura 5.3 – Procedura manutentiva *offsite*.

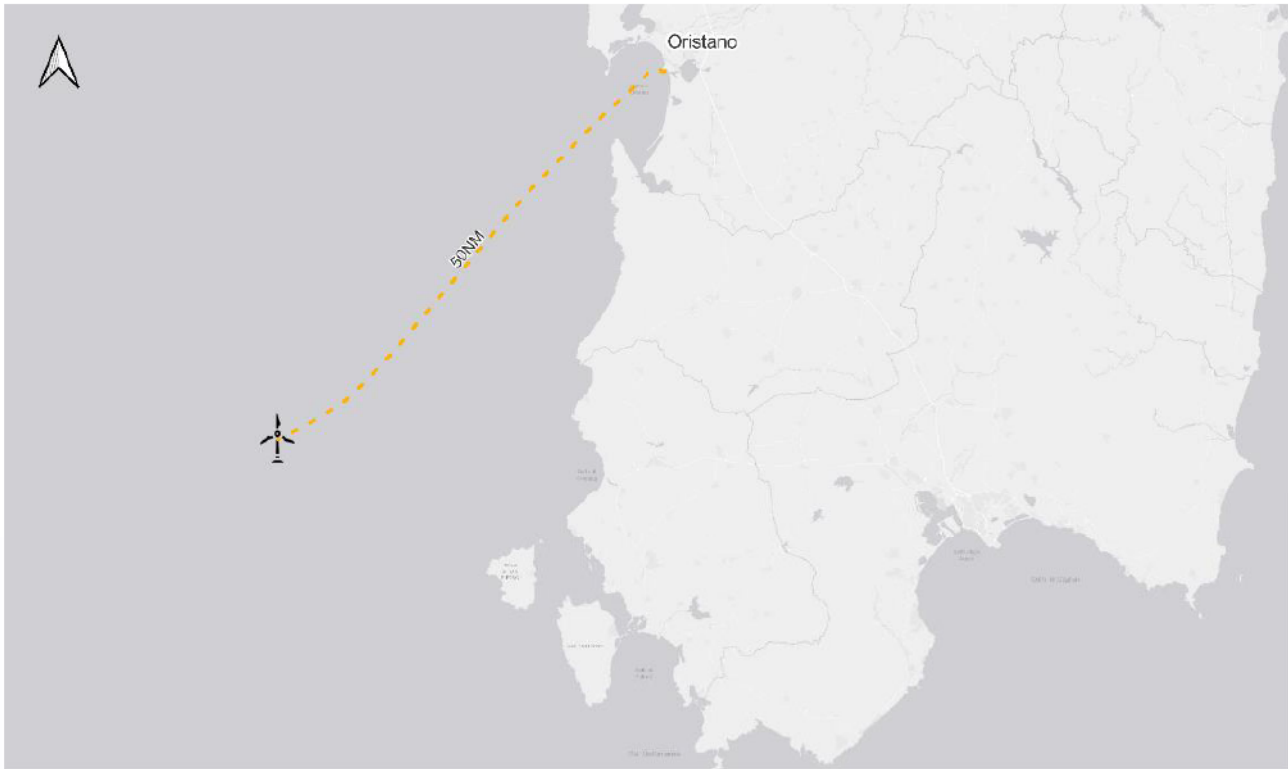
La procedura *offsite*, così come configurata (Figura 5.3) richiederà l'utilizzo di 3 imbarcazioni:



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 15 di 28

- una nave operativa principale, con Working Remote Operation Vessel (WROV), per le attività di rimorchio e installazione/disinstallazione (Figura 5.5);
- una imbarcazione di mantenimento in posizione (Figura 5.6);
- un CTV per il trasferimento del personale da/verso la FOU (Figura 5.1).

Solo in area portuale sarà richiesto l'ulteriore intervento di due rimorchiatori portuali per il controllo delle operazioni di manovra all'interno del porto (Figura 5.7), mentre, le operazioni di sostituzione dei componenti principali saranno effettuate presso l'area portuale di Oristano, situata a 50 MN, circa 90 km dal parco eolico.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
Rotta delle navi offshore deputate alla manutenzione del parco eolico

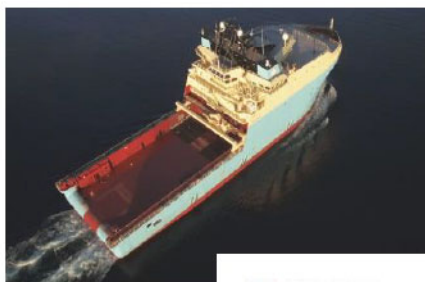


LEGENDA

- Parco eolico
- Rotta MPSV
- Rotta CTV

Figura 5.4 – Strategia di manutenzione *offsite*, collocazione del porto di Oristano rispetto al sito offshore.

Elaborazione iLStudio.



MAERSK
SUPPLY SERVICE

Figura 5.5 – Esempio di nave di installazione con WROV
(Mss classe M)



MAERSK
SUPPLY SERVICE

Figura 5.6 – Esempio di nave di mantenimento della posizione
(Mss classe T)



Figura 5.7 – Esempio di rimorchiatore portuale



Tabella 5.1 – Caratteristiche delle imbarcazioni impegnate nella logistica pesante.

[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]



[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]





PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 18 di 28

6. PIANO PRELIMINARE DI MANUTENZIONE

Questa sezione riporta le macro voci relative alla manutenzione dei componenti costituenti l'impianto di produzione offshore e delle opere terrestri, con l'obiettivo di fornire un quadro preliminare per la stesura del piano di manutenzione.

I dettagli relativi alla descrizione e alla frequenza delle operazioni e delle attività di manutenzione ordinaria e straordinaria delle diverse componenti di impianto, finalizzate al mantenimento delle prestazioni, dei livelli di sicurezza oltreché all'ottemperanza alle disposizioni normative, sono rimandati alle fasi successive del progetto.

La programmazione dei lavori di manutenzione e di gestione delle opere svilupperanno su base annuale con un livello di dettaglio adeguato a garantire il corretto funzionamento dell'impianto. In particolare, il programma delle manutenzioni dovrà considerare:

- la manutenzione programmata;
- la manutenzione ordinaria;
- la manutenzione straordinaria.
- la creazione e mantenimento di un registro di manutenzione contenente sia le caratteristiche principali degli impianti sia le operazioni di manutenzione effettuate / da effettuare con la relativa schedulazione.

La *manutenzione ordinaria* comprenderà gli interventi finalizzati a sopperire al normale deterioramento operativo durante funzionamento delle opere. Si tratta in generale di servizi effettuati da personale tecnicamente qualificato, mediante ispezioni visive e sistemi di monitoraggio collegati in remoto.

Nella fase di esercizio dell'impianto eolico, il personale preposto alle operazioni di manutenzione effettuerà regolari ispezioni sia nel sito offshore (ispezione turbine, sottostazione, ormeggi e ancoraggi, cavi inter-array, cavo di esportazione) sia nel sito onshore (ispezioni lungo il percorso dei cavi e delle stazioni elettriche).

La direzione e sovrintendenza gestionale saranno effettuate da una squadra di tecnici con il compito di monitorare l'impianto e coordinare gli interventi di manutenzione. Il team tecnico dovrà operare nel totale rispetto della normativa vigente, utilizzando strumentazione e DPI certificati ed essere esso stesso in regola con le certificazioni necessarie ad operare in spazi confinati e opere offshore.

La *manutenzione straordinaria* comprenderà tutti quegli interventi che, in quanto straordinari, non possono essere preventivamente programmati e che sono finalizzati a ripristinare il funzionamento delle strutture a seguito del manifestarsi di difetti e/o anomalie.

Una breve panoramica delle operazioni di manutenzione previste per le principali componenti d'impianto con una descrizione delle attività connesse, è riportata nel seguito.

6.1. Turbine eoliche

L'O&M delle turbine comporterà la regolare sostituzione di parti soggette a usura, la lubrificazione e il controllo dei fluidi. La sostituzione delle parti soggette a usura fa parte del normale percorso di manutenzione ivi compresa la sostituzione di uno o più componenti principali, probabilmente necessaria durante la vita del parco eolico offshore.

Il normale funzionamento dell'impianto non determinerà scarichi diretti in atmosfera o in ambiente marino; tutti i rifiuti generati durante l'esercizio o la manutenzione saranno accuratamente raccolti, trattati ed eventualmente smaltiti da personale e imprese certificate per la gestione dei rifiuti in impianti autorizzati alla gestione dei rifiuti.



[REDACTED]				
[REDACTED]				
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

L'O&M delle turbine comporterà la sostituzione di parti soggette a usura e liquidi lubrificanti. La sostituzione delle parti soggette a usura fa parte delle normali attività di manutenzione. Tutti i rifiuti generati durante il funzionamento, anche quelli associati alla manutenzione, saranno raccolti e smaltiti secondo quanto previsto dalla normativa. La [REDACTED] riporta una sintesi quantitativa sui fluidi presenti per una singola turbina che saranno soggetti a sostituzione periodica. Le attività a mare verranno eseguite mediante il trasferimento dei tecnici dalla costa al sito di installazione, utilizzando specifiche imbarcazioni da lavoro.

6.2. Fondazioni galleggianti e sistemi di ormeggio

L'O&M delle fondazioni galleggianti e delle linee di ormeggio prevede l'organizzazione di campagne di ispezione visiva e mediante NDT (test non distruttivi) programmate per monitorare e ridurre il rischio di corrosione, l'insorgenza di cricche e la crescita eccessiva del biofouling.

La crescita biocenotica (biofouling) è prevista per le parti sommerse della fondazione galleggiante, comprese le linee di ormeggio e i cavi elettrici. La superficie delle strutture sarà rivestita da un apposito strato di vernici specifiche per l'impiego offshore e che, come da normativa, non contengano composti organostannici. Sarà disposto un piano di monitoraggio subacqueo impiegando OTS o ROV per il controllo periodico dell'accrescimento algale al fine di evitarne l'accumulo eccessivo, anche se dai calcoli di stabilità effettuati sulle unità galleggianti, nello specifico della tecnologia utilizzata, l'eventuale aumento del peso derivante dallo spessore di accrescimento biologico non risulta essere problematico dal punto di vista dei carichi e della stabilità delle strutture atteso che potrà essere compensato regolando opportunamente le masse di zavorra.

Analogamente, per le linee di ormeggio e cavi elettrici marini, la crescita biocenotica sarà monitorata ed l'eventuale rimozione verrà attuata mediante l'impiego di apposite BAT per evitare il danneggiamento delle opere (cavi elettrici e linee di ormeggio) e l'eccessivo intorbidimento delle acque.

Attualmente le tecniche di rimozione del biofouling sono per:

- rimozione meccanica del biofouling tramite ROV equipaggiato con spazzole morbide e idoneo sistema di raccolta per prevenire/limitare la dispersione del biofouling lungo la colonna d'acqua.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 20 di 28

- smontaggio singolo delle linee di ormeggio, dislocazione sul ponte dell'imbarcazione di servizio e rimozione del biofouling, il biofouling rimosso sarà raccolto direttamente sul pontile della nave.

In entrambi i casi, se non diversamente possibile, il biofouling rimosso sarà successivamente immagazzinato all'interno di appositi container e trasportato in sicurezza a terra per il successivo smaltimento attraverso i canali previsti dalla normativa vigente.

La Tabella 6.2 riporta la tipologia, la frequenza delle operazioni e i mezzi previsti per la manutenzione ordinaria delle fondazioni galleggianti e dei sistemi di ormeggio.

Tabella 6.2 – Fondazione galleggiante e sistemi di ormeggio: attività preventive.

Manutenzione preventiva	Frequenza e durata (considerazione preliminare)	Nave mobilitata	Tempo previsto per mobilitazione
Ispezioni di integrità, compresa la tenuta stagna per la capacità di galleggiamento	20% delle fondazioni/anno	CTV	da concordare con i fornitori di servizi specifici
Ispezioni previste per legge (Davit Crane, punti di aggancio, ecc.)	100% delle fondazioni/anno		
Ispezioni subacquee	20% delle fondazioni ogni 3 anni	Imbarcazione incluso WROV	
Ispezioni biofouling	100% delle fondazioni per i primi 2 anni, in seguito, 20% delle fondazioni ogni 3 anni		
Sistema di ormeggio (controllo dell'integrità strutturale e ritensionamento)	120% dell'ormeggio ogni anno (vita media) - Eseguito da ROV		

Tabella 6.3 – Fondazione galleggiante e sistemi di ormeggio: attività correttive.

Manutenzione correttiva	Frequenza e durata (considerazione preliminare)	Nave mobilitata	Tempo previsto per mobilitazione
Rimozione della crescita marina	100% delle fondazioni 2 volte nel corso della vita	CTV	4 giorni
Riparazione del rivestimento esterno	100% delle fondazioni una volta nel corso della vita		3 giorni
Impianti elettrici	1-2 riparazioni per fondazione nel corso della vita		2 giorni
Davit Cranes	Il 13% delle Davit Cranes richiede una riparazione		2 giorni
Piccola riparazione del rivestimento interno	50% delle fondazioni ogni 4 anni		-
Sistema di ormeggio	1 riparazione per fondazione nel corso della vita utile	Diffusione delle navi per la logistica pesante	2-3 settimane



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 21 di 28

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

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

- 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.

I componenti delle turbine seguiranno uno specifico piano di manutenzione, così come suggerito dal fornitore della tecnologia in virtù anche delle caratteristiche del sito di installazione.

Il tipo di attività da svolgere sulle sottostazioni offshore e onshore riguarderà l'ispezione visiva e strumentale, compreso, ad esempio, il campionamento dei fluidi, i test di tenuta, la verifica di eventuali caratteristiche ausiliarie delle apparecchiature ad alta tensione ed i controlli termografici. Per i cavi inter-array e i cavi di esportazione offshore si prevederanno ispezioni con apposita imbarcazione e con un ROV per la verifica della crescita biocenotica e dello stato dei moduli di galleggiamento.

Saranno inoltre previste ispezioni periodiche lungo il percorso dell'elettrodotto terrestre eseguite con appositi mezzi nelle zone coperte da viabilità ordinaria.

La tipologia, la frequenza delle operazioni ed i mezzi previsti per le attività di manutenzione ordinaria delle componenti elettriche dell'impianto, distinguendo tra manutenzione preventiva e manutenzione correttiva, sono riportate nelle tabelle seguenti.

Tabella 6.4 – Manutenzione preventiva del BoP.

	Manutenzione preventiva	Frequenza prevista	Nave mobilitata	Tempo previsto per mobilitazione
Sottostazione offshore	Manutenzione programmata annuale (BT e utilities, Apparecchiature HV, Strutturale)	Ogni anno	CTV	circa 500 ore
	Servizio straordinario per il sistema HV	Ogni 6 anni		circa 560 ore
	Ispezione annuale	Ogni anno		circa 40 ore
Cavi inter-array	Rilievi batimetrici di rastrellamento	10 sondaggi nel corso della vita (una frequenza più elevata è ipotizzata nei primi anni)	Nave con WROV	Sono necessarie ulteriori informazioni da parte di fornitori di servizi specifici

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 manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 22 di 28

	Manutenzione preventiva	Frequenza prevista	Nave mobilitata	Tempo previsto per mobilitazione
	Cavi dinamici. Connettori e ispezione della crescita marina	120% dei connettori all'anno (media a vita)		
Cavi per l'esportazione	Rilievi batimetrici di rastrellamento	10 sondaggi nel corso della vita (una frequenza più elevata è ipotizzata nei primi anni)		
	Rilievi della profondità di posa	4 sondaggi nel corso della vita		
Sottostazione onshore	Servizio annuale	Ogni anno	-	2-5 giorni

Tabella 6.5 – Manutenzione correttiva del B.o.P.

	Manutenzione correttiva	Frequenza prevista	Nave mobilitata	Tempo previsto per mobilitazione
Sottostazione offshore	Impianti elettrici (sensori, sistema di controllo, sistema HVAC ecc.)	4 eventi non programmati/anno		24h per evento
	Manutenzione di apparecchiature MT e AT (guasti di terminazione del cavo GIS, guasti GIS AT, guasti del trasformatore ausiliario ecc.)	1 evento non programmato/anno	CTV	Sono necessari ulteriori approfondimenti da fornitori di servizi specifici
	Piccole riparazioni	3 eventi non programmati nel corso della vita		
Cavi inter-array	Sostituzione del cavo inter-array	Tempo medio tra guasti di 1000 km/anno		
	Riparazione del cavo inter-array (cavi sospesi, cavi esposti, guasti al punto di ingresso della fondazione)	Ogni 3 anni		
	Cavo dinamico (sostituzione di connettori)	10% dei connettori ogni anno	Nave con WROV	
Cavi per l'esportazione	Sostituzione del cavo di esportazione	Tempo medio tra guasti di 1000 km/anno		
	Riparazione del cavo di esportazione (cavo sospeso, cavo esposto, guasti al punto di ingresso della fondazione)	Ogni 4 anni		



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 23 di 28

	Manutenzione correttiva	Frequenza prevista	Nave mobilitata	Tempo previsto per mobilitazione
Sottostazione onshore	Gravi problemi tecnici	1 evento non programmato/anno	-	

6.4. Sostegni a traliccio

Le opere metalliche quali i sostegni a traliccio della linea aerea devono essere ispezionate periodicamente da tecnici qualificati incaricati dal proprietario/gestore dell'impianto.

Una prima visita di controllo deve essere fatta ad un anno dall'entrata in esercizio delle strutture e, in tale occasione, dovrà essere stabilito un intervallo massimo di tempo fra due ispezioni successive non superiore a 10 anni. Ispezioni straordinarie dovranno inoltre essere programmate in caso di urti accidentali, calamità naturali ed altri eventi che possano arrecare danni alle strutture e alle loro opere di completamento.

Le ispezioni dovranno essere estese, per quanto possibile, a tutte le parti dell'opera per accertarne lo stato generale di conservazione e disporre opportunamente i lavori di manutenzione; in particolare, saranno verificati l'efficienza delle bullonature e delle saldature, l'integrità dei profilati e lo stato dei fissaggi delle lamiere; le ispezioni saranno finalizzate a verificare:

- la presenza di deformazioni plastiche nei profilati metallici;
- l'entità delle deformazioni elastiche (da confrontare con i valori determinati in fase di progetto);
- la verticalità dei montanti metallici;
- la presenza di deformazioni plastiche locali riconducibili ad urti accidentali;
- l'integrità delle giunzioni bullonate;
- lo stato di serraggio dei bulloni;
- l'integrità delle giunzioni saldate;
- la presenza di eventuali cricche o lesioni;
- l'applicazione di impianti, opere accessorie o altri carichi non previsti in fase di progetto;
- l'eventuale aggiunta o asportazione di elementi strutturali anche secondari;
- la presenza di zone soggette ad aggressione chimica inclini a fenomeni di ossidazione o di corrosione.

In assenza di indicazioni specifiche, la manutenzione periodica riguarderà sostanzialmente:

- 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).

Riguardo la manutenzione della protezione delle strutture metalliche zincate, si potrà fare riferimento alle specifiche contenute nella normativa UNI EN ISO 1461 07/2009 "Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio – Specificazioni e metodi di prova".

Le aree complessive da riparare da parte dello zincatore non dovranno essere maggiori di 10 cm² o dello 0.5% della superficie totale di un elemento strutturale; qualora le aree danneggiate dovessero essere più grandi di dette disposizioni, l'elemento strutturale deve essere nuovamente zincato.

La riparazione dovrà avvenire mediante spruzzatura a caldo di zinco, come disposto nella norma EN 22063, o mediante vernice ad alto tenore di zinco, tenendo conto dei limiti pratici di tali sistemi; questo trattamento dovrà inoltre includere la rimozione di ogni irregolarità e la pulitura, con particolare riguardo alla rimozione degli



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 24 di 28

ossidi ed ogni pretrattamento necessario per garantire l'aderenza.

Per prolungare la durata del rivestimento protettivo a tutta la vita nominale della struttura, sarà necessario eseguire manutenzione ordinaria prima che si manifesti una qualsiasi traccia di ruggine e, preferibilmente, ogni qualvolta vengano riscontrate alterazioni del rivestimento protettivo (sfarinamenti, screpolature, vescicamento, etc.). Lo stato dei rivestimenti di protezione potrà essere verificato secondo quanto riportato nella UNI EN ISO 4628 che, nella parte 3, illustra le condizioni di necessità di una manutenzione straordinaria dell'opera al raggiungimento del grado di arrugginimento Ri3 (1% della superficie della struttura) o nell'eventualità di particolari danneggiamenti del rivestimento protettivo stesso.

6.5. Elettrodotto aereo

Le attività di manutenzione degli elettrodotti aerei si svolgeranno prevalentemente in quota, richiedendo particolare attenzione alla sicurezza, in modo da prevenire i rischi specifici connessi a tali attività. La manutenzione delle opere sarà maggiormente focalizzata sugli interventi sugli armamenti, le riparazioni dei conduttori e/o delle funi e gli interventi sulla carpenteria.

Il Gestore di rete delibera ed esegue gli interventi di manutenzione della rete di sua proprietà al fine di mantenere lo stato di funzionamento degli impianti e la regolarità del funzionamento medesimo con l'osservanza delle norme legislative e regolamentari in vigore.

L'attività di manutenzione sarà finalizzata:

- al mantenimento di un adeguato livello di funzionalità del Servizio Elettrico Nazionale (SEN) e dei suoi componenti e alla riduzione delle probabilità di accadimento di anomalie e guasti sugli impianti della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN);
- ad assicurare le condizioni per la continuità del servizio ed a ripristinare, nel minor tempo possibile, la corretta funzionalità del SEN e dei suoi componenti a seguito di anomalie o guasti;
- a garantire la sicurezza degli impianti, del personale operante sugli stessi e dei terzi in genere.

Per le finalità elencate, l'attività di manutenzione si caratterizzerà per essere:

- svincolata o comunque non condizionata da attività estranee al servizio elettrico, che possano comportare limitazioni funzionali al servizio medesimo, anche come conseguenza della condivisione delle infrastrutture;
- efficiente dal punto di vista gestionale ed organizzativo, tramite un'adeguata attività di pianificazione;
- impostata sull'analisi storica dell'impianto e dei suoi componenti;
- basata su una corretta politica di pronto intervento, a seguito di anomalie e guasti;
- rispondente a tutte le normative vigenti in materia di sicurezza del personale operante e di terzi in genere;
- eseguita in modo da assicurare la qualità del servizio fornito, garantendo al contempo rispetto dell'ambiente.

Allo scopo di mantenere efficiente e disponibile la RTN di sua proprietà, il Gestore esegue gli opportuni controlli ed interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria. I criteri di controllo e manutenzione saranno definiti dal Gestore secondi i principi di buona tecnica, le norme, le indicazioni dei costruttori, le condizioni tecniche dei componenti ed apparecchiature, le esperienze maturate nel passato e quindi secondo la migliore prassi.

Il Gestore predisporrà annualmente un piano di controlli e ispezioni redatto secondo le proprie strategie e politiche finalizzate comunque alla massima disponibilità della rete.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 25 di 28

6.6. Stazioni Elettriche

Per quanto riguarda la prima descrizione qualitativa degli interventi di manutenzione destinati alle stazioni elettriche “Sulcis” e “Villasor 380”, si richiama che, da un punto di vista generale, la manutenzione di un impianto elettrico mira a conservare in buono stato di efficienza e sicurezza l'impianto elettrico stesso, in conformità alla regola d'arte. Gli obiettivi principali sono quelli di conservare, quindi, le prestazioni ed il livello di sicurezza iniziali dell'impianto, contenendo il normale degrado ed invecchiamento dei componenti, e ridurre i costi di gestione, in modo da evitare il deterioramento precoce dell'impianto stesso.

La Legge 49/90 sulla sicurezza degli impianti tecnici e T.U. sulla sicurezza nei luoghi di lavoro D.Lgs.81/08, impongono la manutenzione come atto fondamentale a garantire nel tempo sicurezza e funzionalità di un impianto elettrico.

Attualmente non esiste una norma CEI che specifichi le modalità di manutenzione né la loro frequenza, ma il CEI stesso specifica che “[...] spetta all'utente dell'impianto o ad un tecnico incaricato, di individuare, in funzione delle caratteristiche dell'impianto e delle esigenze dell'utente, le opportune operazioni di manutenzione e la relativa frequenza. [...]” e aggiunge “[...] I costruttori pongono in commercio i loro prodotti accompagnandoli con informazioni relative anche alla manutenzione. Secondo l'importanza e la complessità del prodotto, queste informazioni sono contenute sul catalogo tecnico (fornito su richiesta), oppure sul manuale di istruzioni. [...]” (CEI, s.d.), mettendo in chiaro che spetta all'utente eseguire la manutenzione specifica nel rispetto delle indicazioni fornite dal costruttore.

Tutte le attività lavorative quali i controlli, le ispezioni, le manovre, le misure, le prove, i lavori elettrici compresa la manutenzione, i lavori non elettrici in prossimità di parti attive che si svolgono sulle stazioni elettriche della RTN, devono essere eseguite nel rispetto della legislazione nazionale in materia di sicurezza del lavoro e rischio elettrico nonché delle Norme CEI EN 50110-1 e CEI EN 50110-2, della Norma quadro di armonizzazione europea emessa dal CENELEC che fornisce le prescrizioni minime di sicurezza per l'esercizio degli impianti elettrici e per l'esecuzione dei lavori sugli stessi, in prossimità di tali impianti e con quanto prescritto nel Testo Unico in materia di sicurezza sul lavoro di cui al Decreto Legislativo n. 81/2008, nelle Norme CEI 11-27/1 e nella Norma applicativa delle CEI EN 50110. La suddetta normativa contiene tra l'altro:

- individuazione dei pericoli;
- valutazione dei rischi presenti sul luogo di lavoro;
- riduzione dei rischi;
- individuazione ed adozione di adeguate misure di sicurezza sul posto di lavoro;
- redazione dei piani di intervento sia per le linee che per le stazioni elettriche.

In relazione a quanto sopra, ciascun Titolare di porzione di RTN e Utente della rete ha l'obbligo di adottare le Disposizioni per la Prevenzione del Rischio Elettrico Terna (DPRET) per la gestione della messa fuori servizio ed in sicurezza dei collegamenti della RTN e dei punti di connessione con la stessa.

Ai fini della Legge 46/90 i lavori finalizzati alla *manutenzione* si distinguono *ordinari* o *straordinari*.

La *manutenzione ordinaria* comprende lavori finalizzati a contenere il degrado normale d'uso e a far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi che non modificano la struttura essenziale dell'impianto. La *manutenzione straordinaria* riguarda gli interventi con rinnovo o sostituzioni di parti dell'impianto e quelli che non possano essere ricondotti a manutenzione ordinaria, trasformazione, ampliamento o di nuovo impianto. Per gli interventi straordinari si deve ricorrere, quindi, ad imprese installatrici abilitate che dovranno rilasciare la dichiarazione di conformità.

Nello specifico del progetto, le attività manutentive saranno riconducibili agli interventi di revisione e manutenzione su apparecchiature elettriche MT e AT come gli interruttori che utilizzano il gas SF6 come isolante dielettrico, i trasformatori (compresi quelli di misura TA e TV).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 26 di 28

7. CONCLUSIONI

La presente relazione presenta una panoramica preliminare del piano di manutenzione che sarà oggetto di accurato studio di dettaglio nelle fasi successive del progetto.

Le manutenzioni ordinarie e straordinarie saranno indicate e accuratamente descritte per ogni componente dell'impianto del parco eolico offshore galleggiante a realizzarsi nel Mare di Sardegna Sud Occidentale.

Le manutenzioni comporteranno l'utilizzo di personale specializzato e strumentazioni e tecnologie idonee ad attuare tutte le procedure previste nella piena sicurezza ambientale e nel pieno rispetto e attuazione dalla normativa vigente.

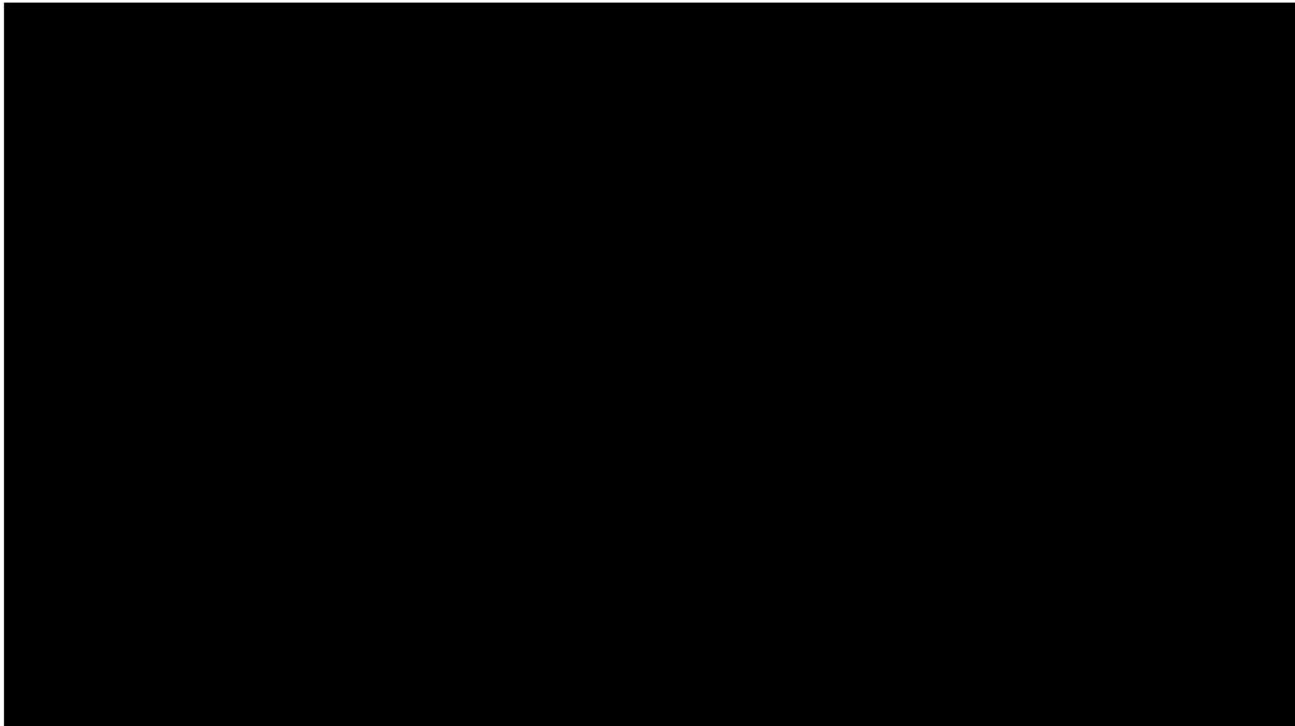


Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 27 di 28

RIFERIMENTI





Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione manutenzione delle opere		
Codice documento: C0421YR17RELMAN00a	Data emissione: Marzo 2023	Pagina 28 di 28

Il presente documento, composto da n. 34 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.

Taranto, Marzo 2023

Dott. Ing. Luigi Severini