

PROGETTO CAMPO EOLICO NEL TRATTO DI MARE A SUD DI CROTONE

RELAZIONE TECNICA GENERALE

00	26/11/2021	PRIMA EMISSIONE	TCN	TCN	REPOWER
REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	VERIFICATO	APPROVATO



Registered and Operating office: 61032 Fano (PU) Italy - Via Einaudi 20 C - Ph + 39 0721 855370 - 855856 Fax +39 0721 855733

Document Title:

RELAZIONE TECNICA GENERALE

Job No.

1469

Document No.

REL 01

Rev. No.

00

INDICE DELLA RELAZIONE

1	INTRODUZIONE	7
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	8
3	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	9
4	DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE E IDENTIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI DI SENSIBILITA'	15
4.1	CRITERI DI SCELTA DELL'AREA DI PROGETTO IN BASE AI VINCOLI INDIVIDUATI A MARE.....	15
4.1.1	<i>Aree Protette o di Interesse Biologico/Ecologico in Mare</i>	16
4.1.2	<i>Paesaggio e Turismo</i>	17
4.1.3	<i>Aree di Interesse Archeologico</i>	19
4.1.4	<i>Attività Ricreative in Mare</i>	19
4.1.5	<i>Inquadramento delle attività economiche della pesca</i>	19
4.1.6	<i>Attività industriali</i>	21
4.1.7	<i>Traffico marittimo</i>	21
4.1.8	<i>Traffico aereo</i>	22
4.1.9	<i>Aree Militari e zone soggette a restrizioni</i>	23
4.1.10	<i>Aree per Ricerca Scientifica</i>	24
4.1.11	<i>Infrastrutture sottomarine</i>	24
4.1.1	<i>Rotte migratorie avifauna</i>	26
4.1.2	<i>Pesci e mammiferi marini</i>	26
4.1.3	<i>Quadro Territoriale Regionale Paesaggistico</i>	26
4.1.4	<i>Pianificazione Urbanistica</i>	28
4.1.4.1	<i>Piano Regolatore Generale Comune di Crotona</i>	28
4.1.5	<i>Piano Regolatore Generale Comune di Scandale</i>	30
4.1.6	<i>Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)</i>	31
4.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	33
4.2.1	<i>Inquadramento sismico</i>	34
4.3	INQUADRAMENTO METEOMARINO.....	35
4.3.1	<i>Caratterizzazione batimetrica</i>	35
4.3.2	<i>Inquadramento oceanografico</i>	36
4.3.3	<i>Regime dei venti</i>	37

4.3.4	<i>Regime di Moto Ondoso</i>	37
5	DESCRIZIONE TECNICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI IL PROGETTO	39
5.1	AEROGENERATORI	39
5.2	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE OFFSHORE	41
5.3	STRUTTURA DI GALLEGGIAMENTO DELLA TURBINA.....	42
5.4	SISTEMA DI ANCORAGGIO.....	43
5.5	SISTEMA DI PROTEZIONE CATODICA	46
5.6	ARCHITETTURA ELETTRICA DEL PARCO.....	47
5.6.1	<i>Cavi elettrici di collegamento tra turbine</i>	49
5.6.2	<i>Cavi marini per il trasporto dell'energia a terra</i>	50
5.6.3	<i>La protezione dei cavi sottomarini</i>	51
5.7	OPERE DI CONNESSIONE A TERRA.....	52
5.7.1	<i>Pozzetto di giunzione a terra</i>	52
5.7.2	<i>Fibre ottiche</i>	54
5.7.3	<i>Collegamento elettrico terrestre</i>	55
5.7.4	<i>Stazione di consegna elettrica</i>	55
6	MODALITÀ DI INSTALLAZIONE E CONNESSIONE DEL PARCO OFFSHORE	58
6.1	SITO DI ASSEMBLAGGIO DELLE TURBINE	58
6.2	ASSEMBLAGGIO E VARO DELLA PIATTAFORMA GALLEGGIANTE	59
6.3	POSA DEI CAVI MARINI	62
6.4	APPRODO DEL CONDOTTO MARINO	64
6.5	OPERATIVITA' CANTIERE OFFSHORE	65
6.6	POSA DEI CAVI TERRESTRI.....	66
6.7	STAZIONE DI CONSEGNA	69
7	MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO	70
8	PIANO DI DISMISSIONE	71
9	CRONOPROGRAMMA	73
10	RIFERIMENTI	76

Indice delle figure

Figura 2.1 – Ubicazione dell'area geografica interessata dalla realizzazione del parco eolico.....	8
Figura 3.1 – Individuazione dell'impianto e delle relative opere su immagine satellitare.....	10
Figura 3-2 – Individuazione dell'impianto e delle relative opere su carta nautica	11
Figura 3-3 – Distanze tra turbine	12
Figura 3.4 – sistemi di ancoraggio	13
Figura 3.5 – Percorso terrestre dei cavi su ortofoto	14
Figura 4-1 – Distanza del parco eolico dalle zone protette	17
Figura 4-2 – Fotoinserimento parco eolico da punto panoramico.....	18
Figura 4-3 – Fotoinserimento parco eolico dalla spiaggia.....	18
Figura 4.4 – “Geographical Subareas (GSAs)” del Mediterraneo con individuazione della sub-area oggetto di studio	19
Figura 4.5 – Densità delle rotte dei pescherecci	20
Figura 4.6 – Permessi di ricerca e concessioni di coltivazione nel Mar Ionio (fonte MISE)	21
Figura 4.7 – Mappa del traffico navale.....	22
Figura 4-8 – Carta aeronautica VFR (Visual Flight Rules).....	23
Figura 4-9 – Stralcio Carta delle zone impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggetto a restrizione	24
Figura 4-10 – Inquadramento campo eolico su carta delle infrastrutture sottomarine (riferimento carta nautica e EMODNET)	25
Figura 4.11 – Distanza parco eolico dalle rotte migratorie dell'avifauna	26
Figura 3-15 - stralcio PRG di Crotone (prima parte tracciato cavidotto onshore)	29
Figura 3-16 - stralcio PRG di Crotone (seconda parte tracciato cavidotto onshore)	29
Figura 3-17 – Stralcio zonizzazione PRG Comune di Scandale	31
Figura 4.12 – Carta idrogeologica: rischio/pericolo alluvioni	32
Figura 4.13 – Carta geomorfologica: rischio/pericolo frane	32
Figura 4-14 – Carta Geologica	34
Figura 4.15 – Batimetria dell'area di interesse.....	35
Figura 4.16 – Schema della circolazione superficiale (sopra) ed intermedia (sotto) che caratterizza il bacino del Mediterraneo	36
Figura 4.17 – Rosa dei venti per la località del parco	37

Figura 4-18 - Rosa di distribuzione del moto ondoso (convenzione Metereologica) (ERA5 Lat38.2°N Lon 17.6°).....	38
Figura 5-1 – Turbina V236-15.0MW	40
Figura 5-2 – Ipotesi di stazione di trasformazione off-shore galleggiante	42
Figura 5-3 – Struttura di galleggiamento della turbina (Fonte /a22/)	43
Figura 5-4 – Esempio di ancora con trascinamento	44
Figura 5-5 – Esempio di ancore a gravità	44
Figura 5-6 – Esempio di palo infisso nel fondale marino.....	45
Figura 5-7 – Illustrazione di palo infisso per aspirazione	45
Figura 5-8 – Illustrazione di pali a siluro	46
Figura 5.9 – Layout elettrico dell’impianto con i 5 sottocampi indicati dai colori	48
Figura 5.10 – Schema di interconnessione dell’impianto eolico	48
Figura 5.11 – Esempio di cavo di connessione	49
Figura 5-12 – Schema del cavo di collegamento dinamico tra le turbine (Fonte /a23/)	50
Figura 5-13 – Sistemi protezione dei cavi tramite gusci e materassi (Fonte /a24/).....	51
Figura 5-14 – Sistemi protezione dei cavi per interrimento.....	52
Figura 5-15 – Inquadramento corografico dell’area di intervento a terra.....	52
Figura 5-16 – Pozzetto di giunzione allo sbarco (Transition Joint Bay – TJB).....	53
Figura 5-17 – Tipico camera giunti	54
Figura 5.18 – Esempio di cavo elettrico terrestre	55
Figura 5.19 – Vista aerea del percorso del cavo di terra	55
Figura 5.20 – Esempio di Schema planimetrico della Sottostazione di misura e consegna.....	56
Figura 6.1 – Area portuale di Crotona, possibile sito di assemblaggio	59
Figura 6-2 – Assemblaggio piattaforma galleggiante (Fonte kinkardine -Cobra).....	60
Figura 6-3 – Fasi di assemblaggio della piattaforma galleggiante (Fonte Windfloat Atlantic Project)	60
Figura 6-4 – Fasi di assemblaggio della piattaforma galleggiante (Fonte Windfloat Atlantic Project)	61
Figura 6-5 – sollevamento del rotore (Fonte: Elronic Wind solution).....	61
Figura 6-6 – Esempio dell’operazione di rimorchio (Fonte Windfloat Atlantic Project)	62
Figura 6-7 – Illustrazione dell'installazione del cavo (Fonte: Offshore Gode-wind)	64

Figura 6-8 – Tipico di posa del cavo mediante “directional drilling” (Fonte Science Direct)	65
Figura 6-9 – Tipico di posa di cavo in corrente alternata	67
Figura 6-10 – Rappresentazione schematica di una TOC	68

Indice delle tabelle

Tabella 4-1- Vincoli a mare	16
Tabella 4-2- Distribuzione direzionale dell'altezza d'onda significativa (ERA5 Lat38.2°N Lon 17.6°).	38
Tabella 5.1 – Principali caratteristiche del parco eolico di progetto	39
Tabella 5-2 – Principali caratteristiche della turbina eolica	40
Tabella 5-3 – Principali caratteristiche dei sistemi di ormeggio.....	46

1 INTRODUZIONE

L'incremento delle emissioni di anidride carbonica e di altre sostanze inquinanti legato allo sfruttamento delle fonti energetiche tradizionali costituite da combustibili fossili, assieme alla loro limitata disponibilità, ha creato una crescente attenzione per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica.

Negli ultimi anni la politica di produzione di energia eolica ha rivolto la sua attenzione alla realizzazione di parchi eolici offshore.

L'Italia è una penisola circondata da immensi spazi di mare che offrono una ventosità maggiore rispetto alla terraferma. Anche gli impatti visivi e ambientali che possono essere generati dall'installazione di un parco eolico offshore sono generalmente inferiori rispetto a quelli generati da un campo eolico a terra.

La collocazione degli impianti in mare ha il vantaggio di offrire una migliore risorsa eolica e quindi una migliore producibilità energetica, una minore turbolenza del vento e quindi di una maggiore durabilità delle parti meccaniche, ed una migliore reperibilità di siti, essendo i siti onshore soggetti a saturazione, anche per la non facile accettazione da parte delle popolazioni locali nelle aree di installazione.

La scelta del posizionamento di un parco eolico è strettamente dipendente dall'approfondita analisi delle condizioni di vento in termini di velocità ma anche delle sue direzioni prevalenti disponibili.

Condizioni di vento, distanza dalla terraferma, condizioni di moto ondoso e correnti, profondità e caratteristiche morfologiche del sito costituiscono tutte fondamentali tematiche che vanno affrontate nella ricerca del posizionamento ottimale.

Un altro fattore che gioca a favore della scelta in mare, è il basso impatto paesaggistico che le windfarms hanno nonostante occupino vaste superfici, questo grazie alla loro locazione a diversi chilometri dalla costa.

Il progetto prevede l'installazione offshore di 33 aerogeneratori di potenza nominale di 15 MW cadauno per una potenza nominale complessiva totale installata pari a 495 MW ad una distanza minima di circa 61.8km da Capo Rizzuto e 74.8km da Monasterace Marina.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione è stata redatta al fine di descrivere le principali fasi di realizzazione di un impianto di produzione elettrica da fonte eolica offshore, di tipo galleggiante, situato nel Mar Ionio, a sud-est dalla costa orientale della Calabria.

La relazione si suddivide in due parti riguardanti:

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



Figura 2.1 – Ubicazione dell'area geografica interessata dalla realizzazione del parco eolico

3 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

L'impianto eolico è composto da 33 turbine eoliche galleggianti ad asse orizzontale da 15 MW ciascuna, con una potenza elettrica totale di 495 MW.

Grazie alla struttura galleggiante di sostegno delle turbine, è stato possibile posizionare il parco eolico in acque distanti oltre 61.8km da Capo Rizzuto e 74.8km da Monasterace Marina, in modo da renderlo sostanzialmente impercettibile ad occhio nudo dalla terraferma. Tale tecnologia proposta con il presente progetto, è un elemento chiave per costruire un parco eolico a grande distanza dalla costa, al fine di evitare interferenze con il paesaggio, la pesca, l'ambiente ed ogni altra attività costiera.

La scelta dei siti ottimali per l'installazione dei parchi offshore si basa su un'analisi approfondita dei molteplici fattori che più influenzano e sono influenzati dalla realizzazione del progetto. Tali fattori sono stati individuati seguendo studi internazionali e italiani, il tutto per raggiungere l'obiettivo di sinergia fra i parchi eolici e gli elementi ecologici, geomorfologici, meteo-marini, amministrativi e socioeconomici dell'area interessata dal progetto, sia a mare che a terra.

Secondo uno studio redatto dalla Auckland University of Technology (AUT, 2018), i principali elementi da tenere in considerazione per lo sviluppo di parchi eolici offshore sono:

- la pianificazione degli spazi marittimi;
- l'aspetto sociale;
- la redditività;
- la collisione dell'avifauna con le turbine
- l'impatto sull'ecosistema marino.

In generale, si riconosce la grandissima importanza del siting, ovvero della scelta del sito di installazione degli aerogeneratori, in accordo con il Principio di Prevenzione e con le direttive europee vigenti quali la direttiva "habitat" (92/43/CEE), la direttiva "uccelli" (2009/147/CE), con la direttiva SEA (Strategic Environmental Assessment, corrispondente alla VAS, 2001/42/EC) e la direttiva EIA (Environmental Impact Assessment, corrispondente alla VIA, 2011/92/EU); con progetti europei eseguiti da enti come Birdlife, Natura2000, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Institute for European Environmental Policy (IEEP), Instrument for Pre-Accession Assistance (IPA) e Wind Europe.

Nei seguenti paragrafi si descriveranno le aree, mostrate nella figura sottostante, dove si prevede di implementare il progetto.

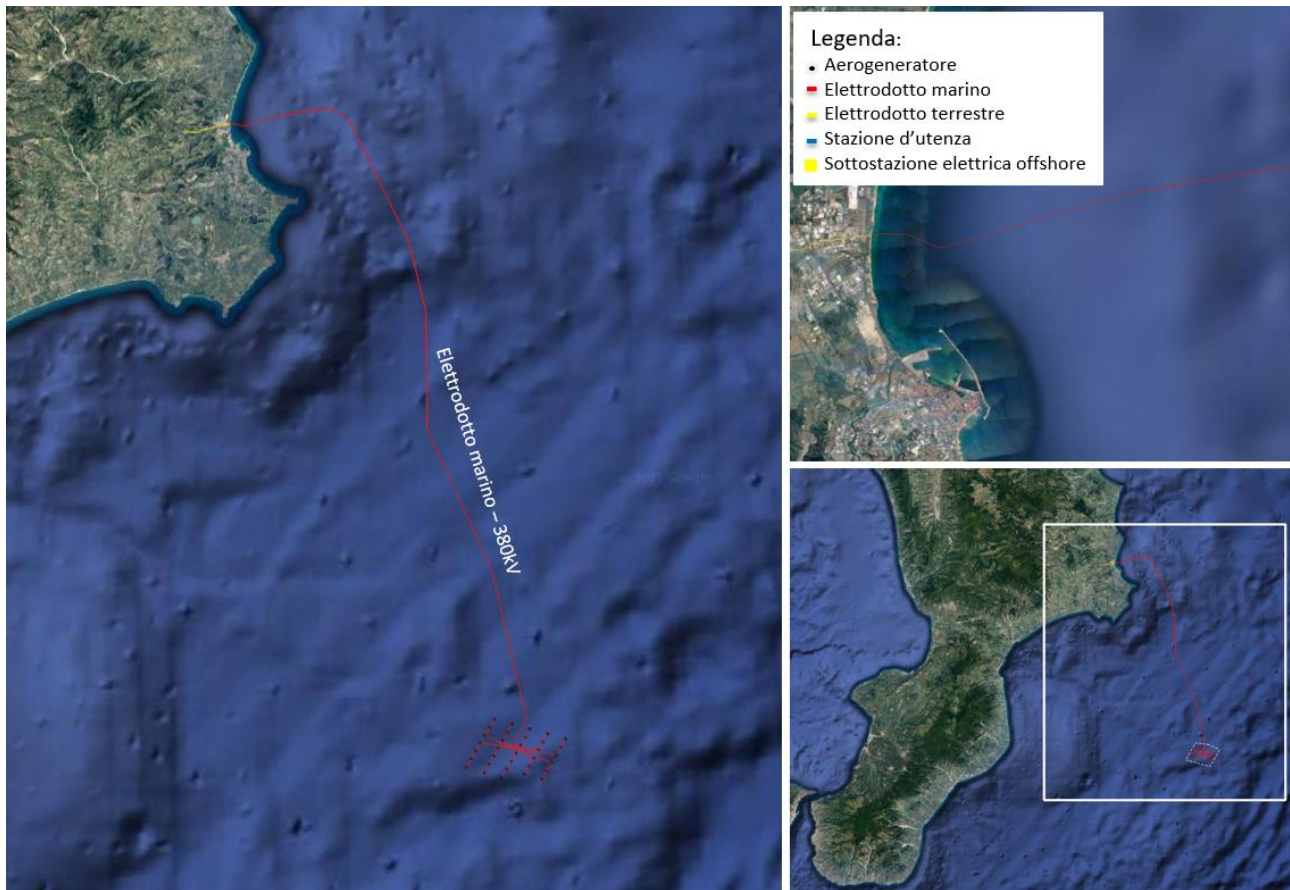


Figura 3.1 – Individuazione dell'impianto e delle relative opere su immagine satellitare

Di seguito si propone un estratto dell'inquadramento del progetto a mare sulla carta nautica dell'Istituto Idrografico della Marina.

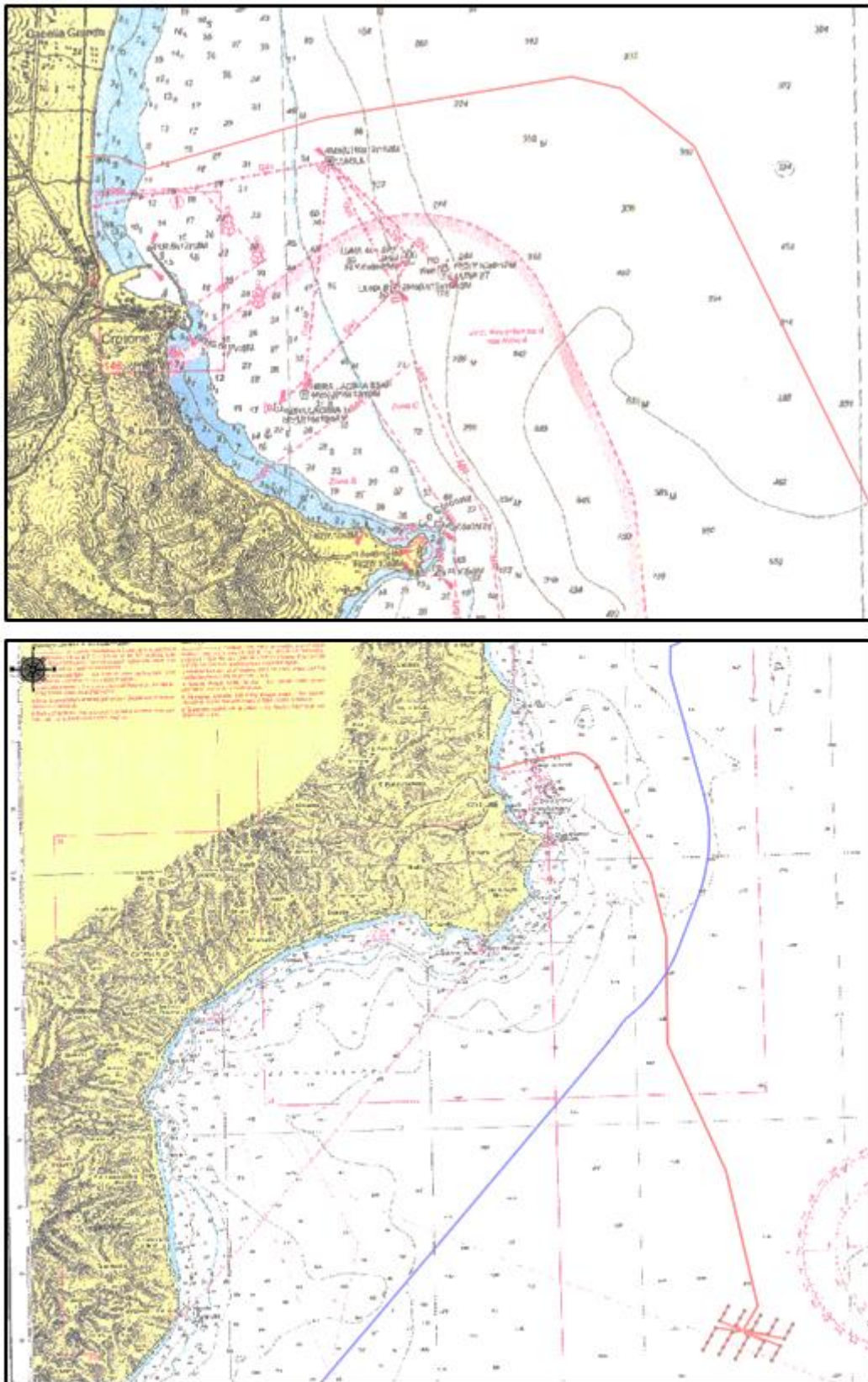


Figura 3-2 – Individuazione dell'impianto e delle relative opere su carta nautica

In sintesi l'impianto è suddiviso in:

Una parte offshore comprendente:

- n.33 aerogeneratori eolici composti da turbina, torre e fondazione galleggiante;
- cavo sottomarino in AT 66 kV di interconnessione tra aerogeneratori;
- n.1 sottostazione elettrica;
- elettrodotto sottomarino in corrente alternata HVAC AAT 380 kV, che collega la sottostazione offshore al punto di giunzione a terra tra l'elettrodotto marino e l'elettrodotto terrestre.

Una parte onshore comprendente:

- n.1 punto di giunzione elettrodotto marino – elettrodotto terrestre;
- elettrodotto terrestre in corrente alternata HVAC AAT 380 kV, dal punto di sbarco del cavo alla sottostazione utente;
- n.1 sottostazione elettrica di utenza
- elettrodotto terrestre in corrente alternata HVAC AAT 380 kV, che collega la stazione utenza alla stazione elettrica della RTN.

Il progetto prevede l'utilizzazione:

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

La distanza geometrica tra gli array delle turbine è circa $10D$, mentre tra le singole turbine è pari a $5D$, dove D è il diametro del rotore ; questa disposizione consente di avere una distanza fluidodinamicamente ottimale tra le turbine.

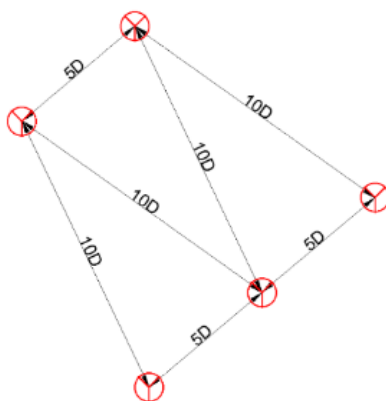


Figura 3-3 – Distanze tra turbine

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

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

Esistono molti tipi di ancoraggi utilizzati per applicazioni offshore. La scelta del tipo di ancoraggio è principalmente guidato dalla configurazione del sistema di ormeggio, caratteristiche del suolo, requisiti relativi al carico dell'ancora e profondità dell'acqua.

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

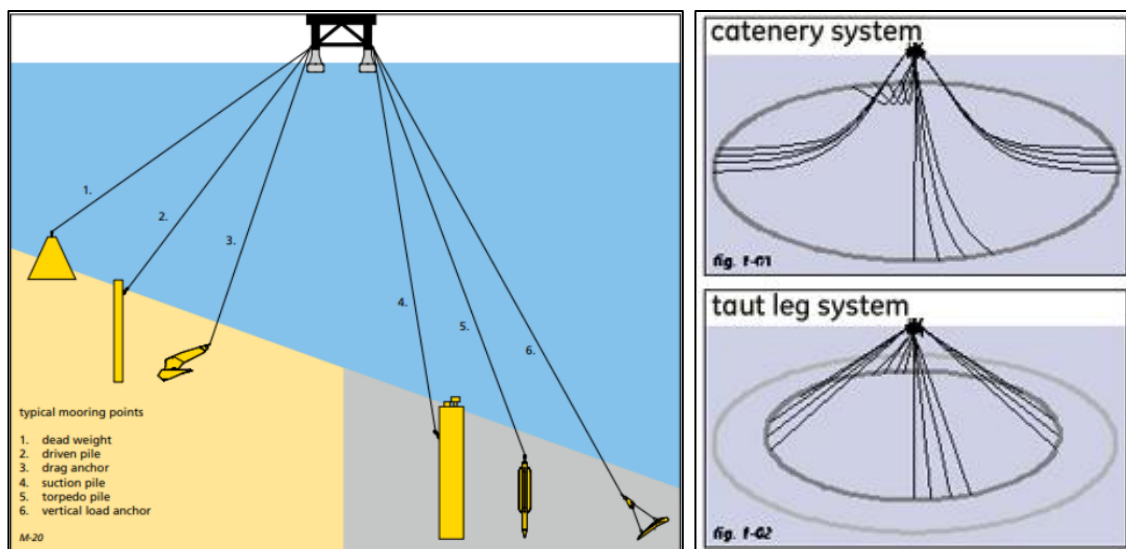


Figura 3.4 – sistemi di ancoraggio

Le turbine, suddivise in 10 sottocampi, sono connesse elettricamente alla sottostazione elettrica offshore denominata FOS (Floating Offshore Substation) anch'essa sostenuta da fondazione galleggiante.

Questa sottostazione trasforma la corrente prodotta dalle turbine a 66kV fino alla tensione HVAC di 380 kV. Da questa sottostazione si dipartono i cavi marini per il trasporto fino a terra dell'energia prodotta.

Sulla costa, al punto di sbarco dei cavi marini situato sulla costa a nord del porto di Crotona sarà realizzato in appositi pozzetti in c.a mediante una giunzione con muffole, il collegamento elettrico dei cavi marini con quelli terrestri.

I cavi terrestri proseguono sino a raggiungere la stazione d'utenza e il punto di connessione con la Rete Elettrica Nazionale mediante un breve percorso interrato (ca.7km).



Figura 3.5 – Percorso terrestre dei cavi su ortofoto

La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale dell'energia elettrica è prevista nei pressi della centrale TERNA "SCANDALE", mediante una sottostazione di misura e consegna da costruire appositamente.

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

4 DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE E IDENTIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI DI SENSIBILITA'

Al fine della scelta del sito ottimale per l'installazione del campo eolico offshore si è ritenuto opportuno dividere i parametri di scelta in cinque macro-parametri:

- Vincoli individuati a mare per la realizzazione del progetto nell'ambito dell'uso e della pianificazione dello spazio marittimo;
- Vincoli individuati a terra per la realizzazione del progetto nell'ambito delle aree protette e i piani regolatori comunali e regionali;
- Geomorfologia dell'area di interesse;
- Condizioni meteomarine dell'area di interesse;
- Aspetti storico-economici e socioeconomici dell'area di interesse.

In sintesi, la tutela ambientale, insieme alle sinergie con il contesto socioeconomico e industriale dell'area sono di primaria importanza per la buona riuscita del progetto. Oltre a ciò, per una sicura ed efficace installazione del campo eolico, si analizzano i dati disponibili sulle caratteristiche geomorfologiche e sulle caratteristiche meteo-marine.

4.1 Criteri di scelta dell'area di progetto in base ai vincoli individuati a mare

Durante la pianificazione del progetto sono stati individuati gli elementi antropici e naturalistici a mare che potrebbero essere impattati dalla realizzazione del progetto offshore e che formano la base dei parametri di scelta per l'inquadramento del parco eolico.

Questa sezione sarà per lo più concentrata quindi sull'analisi dei vincoli che insistono nell'area vasta a mare.

Nella successiva tabella i parametri analizzati per la scelta del sito vengono divisi in undici gruppi. Per ciascuno di essi si riporta una descrizione e l'elenco delle possibili interferenze con il progetto.

GRUPPO A RISCHIO INTERFERENZA	DESCRIZIONE GRUPPO	DESCRIZIONE INTERFERENZA
Aree Protette o di Interesse Biologico/Ecologico in Mare	Zone di Tutela Biologiche (ZTB), aree IBA, zone di Interesse per le rotte migratorie dell'avifauna, zone di interesse per il passaggio di cetacei e tartarughe	Disturbi diretti e indiretti alle aree indicate e perdita di funzionalità delle aree.
Paesaggio e Turismo	Interferenza estetica con il paesaggio marino e costiero, turismo naturalistico, educativo, culturale, ricreativo e balneare	Interferenza visiva degli aerogeneratori sia dal mare che dalla terra.
Aree di Interesse	Aree individuate come di Interesse	Disturbo diretto e indiretto a zone

Archeologico	archeologico	considerate di interesse archeologico.
Attività Sportive e Ricreative in Mare	Regate, barche a vela, pesca sportiva, immersioni subacquee	Diminuzione degli spazi per le attività ricreative in mare.
Pesca	Interferenza con pesca a strascico, pesca artigianale, maricoltura e acquacoltura	Riduzione di aree adibite a pesca e disturbi diretti e indiretti agli allevamenti.
Attività Industriali	Estrazioni di sedimenti, di olio e gas, attività off-shore per la ricerca e l'estrazione di materie prime, condotti sottomarini per trasporto olio e gas, trasporto merci	Riduzione di spazi per le attività di estrazione e per la deposizione di cavidotti e gasdotti. Interferenza con impianti e infrastrutture già esistenti.
Traffico Marittimo	Traffico marittimo industriale, ittico e turistico/ricreativo	Interferenza con le rotte marittime e il movimento di pescherecci e navi.
Traffico Aereo	Traffico aereo civile	Interferenza con le rotte aeree.
Aree Militari e Zone soggette a restrizioni	Aree militari	Restrizione dell'utilizzo di aree militari e pericolosità
Aree per Ricerca Scientifica	Aree adibite alla ricerca scientifica	Diminuzione di aree adibite alla ricerca scientifica o creazione di ostacoli.
Infrastrutture sottomarine	Interferenza con infrastrutture sottomarine esistenti	Disturbo diretto e indiretto
Rotte migratorie avifauna	Interferenza con rotte principali avifauna	Interferenza e disturbo avifauna
Passaggio pesci e mammiferi marini	Interferenza con pesci e mammiferi marini	Interferenza e disturbo pesci e mammiferi marini

Tabella 4-1- Vincoli a mare

4.1.1 Aree Protette o di Interesse Biologico/Ecologico in Mare

Si sono evitate le zone di tutela biologica (ZTB) e più in generale tutte le aree sottoposte a restrizioni per motivi ecologici.

Essendo il progetto localizzato oltre le 12 miglia nautiche, e dato che si estende in acque non territoriali, si fa notare la ragguardevole distanza dei parchi eolici dalla suddetta zona per cui è plausibile non considerare alcuna interferenza negativa.

L'ubicazione delle turbine e il percorso dell'elettrodotto di collegamento offshore non interessano aree della rete Natura 2000 che, come noto, è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC) identificati dalla Direttiva Habitat e designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

La zona del parco eolico non interessa nemmeno la zona di protezione ecologica del Mar Mediterraneo nord occidentale, del Mar Ligure e del mar Tirreno (ZPE), così come non sono presenti né zone protette Ramsar (zone umide di importanza internazionale), né aree EUAP (Elenco ufficiale delle aree naturali protette), né alcun sito di interesse archeologico a mare né zone IBA (Important Birds Areas).

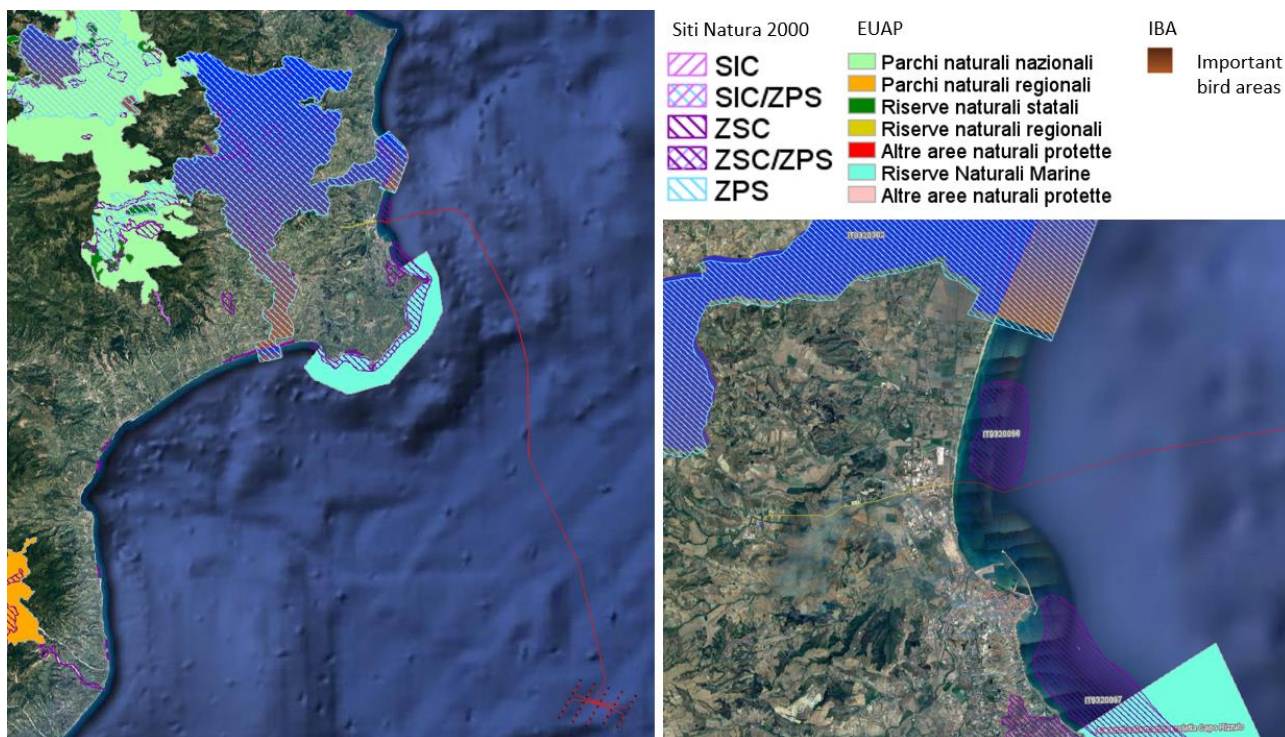


Figura 4-1 – Distanza del parco eolico dalle zone protette

4.1.2 Paesaggio e Turismo

Particolare importanza nella scelta del sito è stata quella di limitare il più possibile l'impatto visivo. Al fine di minimizzare questo aspetto si è deciso di collocare il parco eolico oltre le 12 miglia nautiche a distanze oltre i 42.5km per rendere impercettibile gli aerogeneratori all'occhio umano.

La figura sottostante mostra come l'allontanamento dell'impianto eolico dalla linea di costa minimizzi l'impatto visivo degli aerogeneratori, rendendoli sostanzialmente indistinguibili, anche per giornate soleggiate con visibilità perfetta.



Figura 4-2 – Fotoinserimento parco eolico da punto panoramico

Considerando l'osservatore ad un'altezza di 2m sul livello del mare (vista dalla spiaggia) si può osservare come a grandi distanze buona parte delle turbine sia nascosta dalla curvatura terrestre.

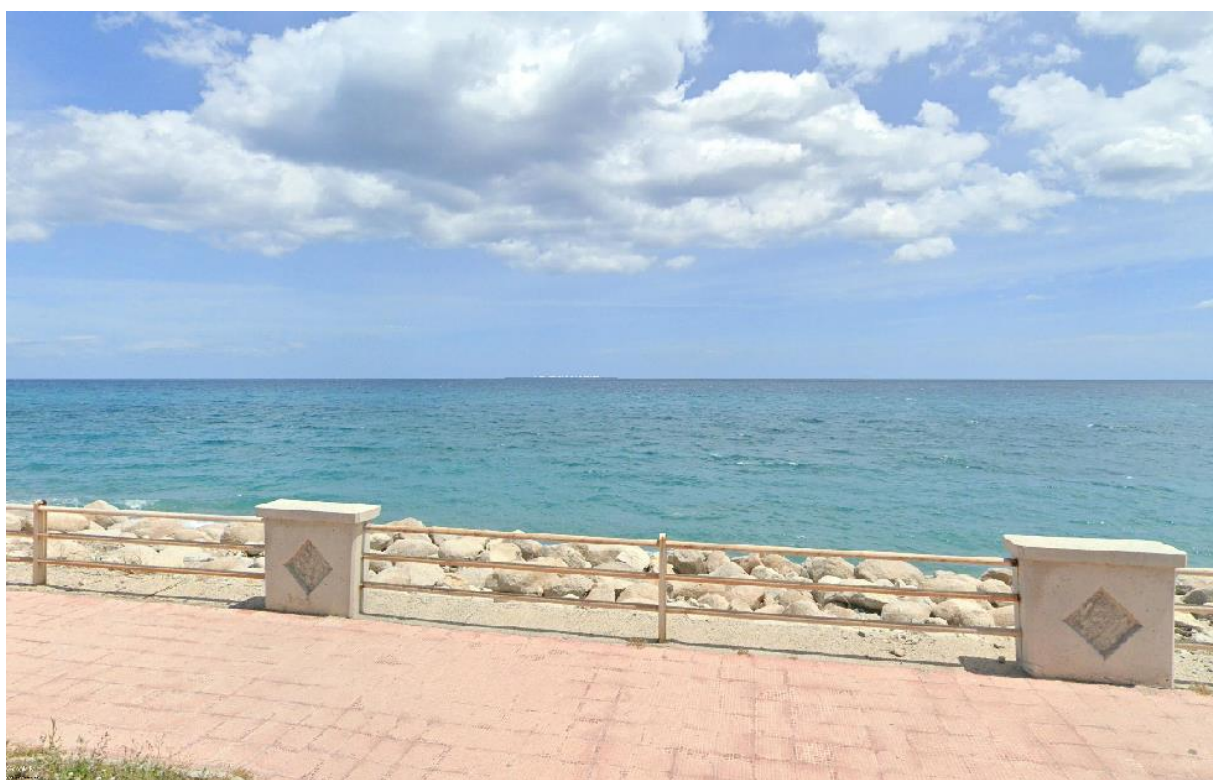


Figura 4-3 – Fotoinserimento parco eolico dalla spiaggia

4.1.3 Aree di Interesse Archeologico

Da un'analisi preliminare dell'area di interesse non è stato riscontrato alcun sito archeologico a mare.

4.1.4 Attività Ricreative in Mare

Per quanto riguarda le attività ricreative in mare non sono state riscontrate interferenze in quanto tali attività si riscontrano in tratti di mare più vicini alla costa.

4.1.5 Inquadramento delle attività economiche della pesca

La GSA 19 (divisione statistica FAO 37.2.2-Mar Ionio) si trova tra Cape Otranto (Lecce) e Capo Passero (Siracusa). Questa zona copre una superficie di circa 16.500 km², e ha un litorale di circa 1.000 km lungo la Puglia, Lucania, Calabria e regioni della Sicilia.

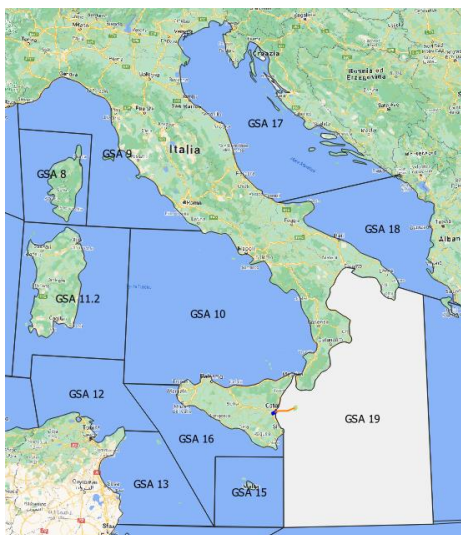


Figura 4.4 – “Geographical Subareas (GSAs)” del Mediterraneo con individuazione della sub-area oggetto di studio

La flotta iscritta nei compartimenti di Puglia ionica e Calabria ionica ricadenti nella GSA 19 è caratterizzata dalla pesca artigianale che utilizza tramagli, palamiti e nasse. Tuttavia, i pescherecci a strascico contribuiscono con la più alta produzione ed il maggior valore del prodotto.

La flotta a strascico coinvolta nel piano è equamente distribuita tra Puglia e Calabria ionica risultando concentrata nei porti pescherecci di Corigliano Calabro e Gallipoli;

Nel complesso, la flotta a strascico della GSA19 che opera lungo il litorale ionico della Calabria e della Puglia è composta da 225 battelli per un tonnellaggio complessivo di 4 mila GT e una potenza motore di poco superiore ai 30 mila kW. Gli occupati coinvolti nell'attività del settore sono 611 unità. Rispetto agli altri segmenti di flotta che operano nell'area, i battelli a strascico costituiscono il 21% della numerosità e rispettivamente il 64% ed il 56% del GT e del kW.

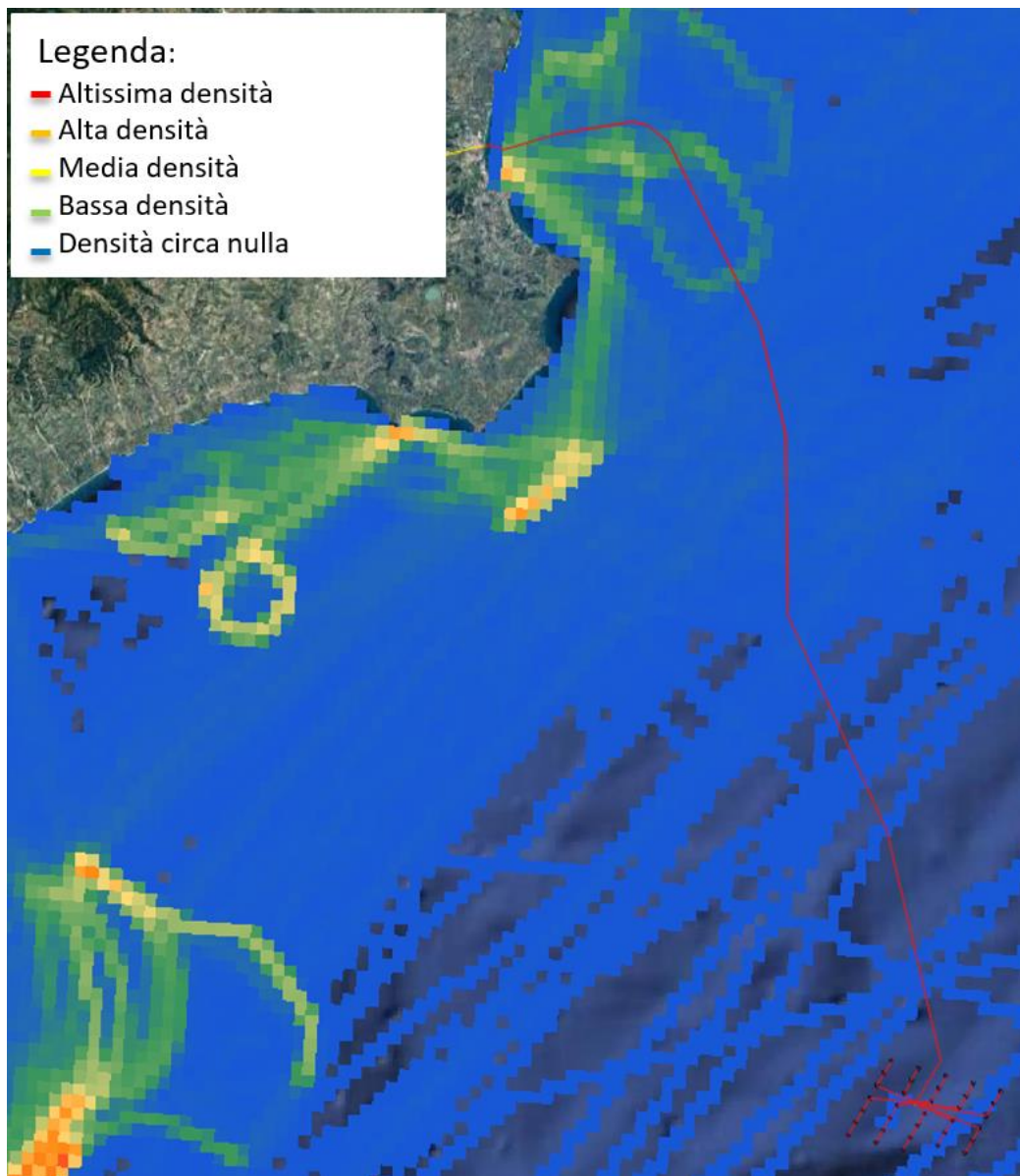


Figura 4.5 – Densità delle rotte dei pescherecci

L'analisi preliminare condotta ai fini del progetto consente di affermare l'assenza di interferenze sensibili tra le attività della pesca e l'installazione del parco eolico, anche considerando che il cavo sottomarino che va a terra sarà interrato a profondità adeguata da non interferire con le attrezzature da pesca.

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

A livello generale, si prevede che i parchi eolici possano diventare parte dell'ecosistema marino offrendo rifugio a specie marine bentoniche, sessili e pelagiche. In questo caso i parchi diventerebbero zone ad alto interesse ecologico per il foraggiamento di cetacei e tartarughe marine e incrementerebbero la disponibilità totale di pesce anche per il settore ittico. Non si prevedono impatti diretti o indiretti con acquacoltura o maricoltura.

4.1.6 Attività industriali

Il tratto di costa antistante la costa meridionale della Calabria non presenta infrastrutture per l'estrazione di idrocarburi. Come noto i titoli minerari per la ricerca e la coltivazione di idrocarburi in mare, vengono conferiti dal Ministero dello sviluppo economico in aree denominate "Zone marine" e identificate con lettere dell'alfabeto. L'area individuata per la realizzazione del progetto è classificata nella zona F tra quelle di interesse rilevante ai fini della ricerca sottomarina di idrocarburi.

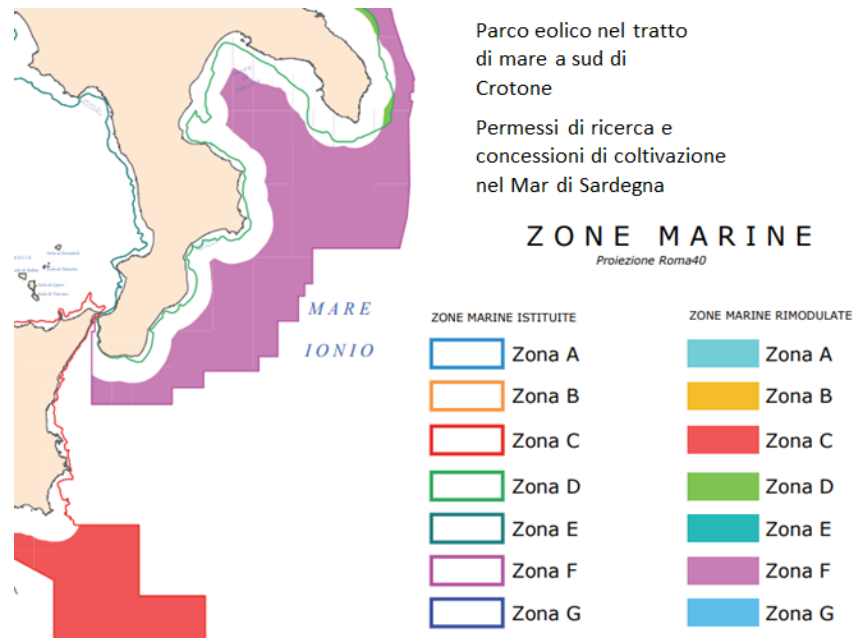


Figura 4.6 – Permessi di ricerca e concessioni di coltivazione nel Mar Ionio (fonte MISE)

4.1.7 Traffico marittimo

Un altro aspetto che è stato valutato di vitale importanza sono le rotte del traffico navale. Il parco eolico infatti se all'interno di una di queste potrebbe dirottare pesantemente il traffico navale di migliaia di imbarcazioni, concentrandolo in una zona ristrettissima, con rischi di incidenti, sversamenti e danni irreversibili.

Nella figura si può vedere come il traffico si concentri soprattutto nella zone prossime alla costa ma comunque sono presenti tante rotte importanti anche nello Ionio meridionale.

L'elevata distanza da costa che supera i 60 km, più un attento posizionamento del parco per evitare le rotte principali fanno sì che esso non interferisca con il traffico navale che collega la parte sud della Calabria con l'Italia e i Paesi vicini.

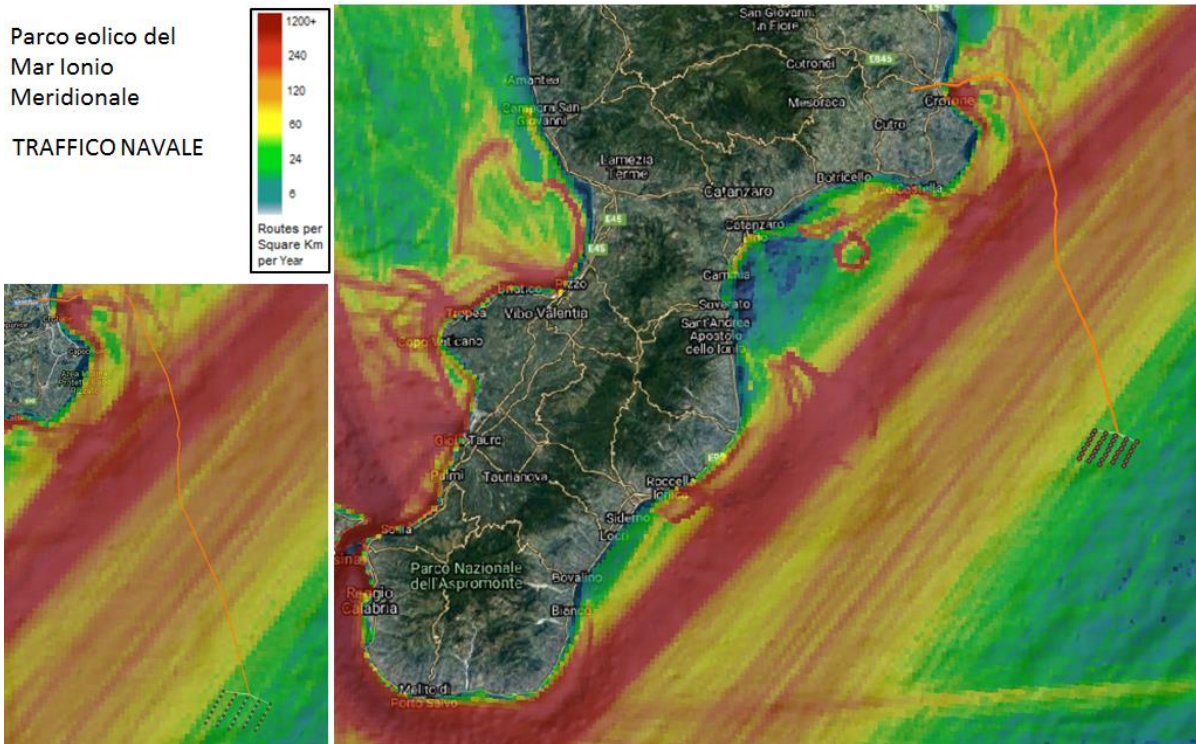


Figura 4.7 – Mappa del traffico navale

La mappa mostra come la presenza del parco eolico non influenzi in maniera significativa il livello di sicurezza della navigazione nell'attuale contesto marittimo.

4.1.8 Traffico aereo

Si è analizzata l'area del progetto per individuare la presenza di aeroporti civili e militari e di rotte aeree.

Il traffico aereo può essere, infatti, ostacolato dalla presenza degli aerogeneratori in qualità di ostacoli verticali. Per l'ubicazione del parco eolico proposto si è tenuto conto delle norme che regolano il volo dell'aviazione civile in considerazione della posizione degli aeroporti.



Parco eolico nel tratto di mare a sud di Crotone

CARTA ANEV

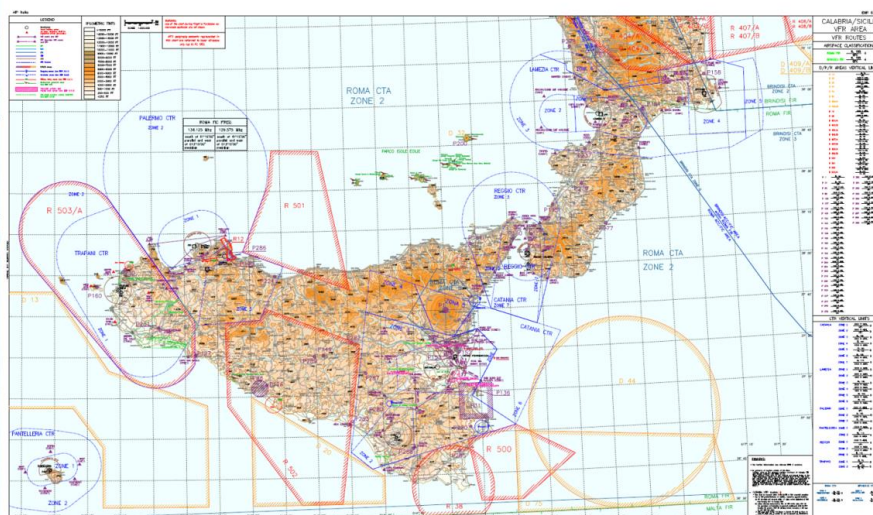


Figura 4-8 – Carta aeronautica VFR (Visual Flight Rules)

Data l'altezza degli aerogeneratori, si sono analizzate le normative ed i vincoli imposti dall'Ente Nazionale di Aviazione Civile. In particolare nella sezione F del documento ufficiale "Verifica Potenziali Ostacoli e Pericoli per la Navigazione Aerea" disposto dall'ENAC e dall'ENAV (Ente Nazionale Assistenza al Volo) viene disposto che a causa delle caratteristiche intrinseche degli aerogeneratori, quali le dimensioni ragguardevoli, pale mobili e distribuzione spaziale estesa, i parchi eolici devono essere sottoposti alla valutazione compatibilità ostacoli se:

- posizionati entro 45 Km dall'ARP (Airport Reference Point) di un qualsiasi aeroporto;
- posizionati entro 16 km da apparati radar e in visibilità ottica degli stessi;
- Interferenti con le BRA (Building Restricted Areas) degli apparati di comunicazione/navigazione ed in visibilità ottica degli stessi.

Dall'analisi di tali norme non risultano particolari incompatibilità tra l'installazione del campo eolico e le disposizioni in merito considerata anche la notevole distanza del campo eolico da costa.

4.1.9 Aree Militari e zone soggette a restrizioni

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. Non sono state riscontrate particolari interferenze con le aree interessate dal progetto.

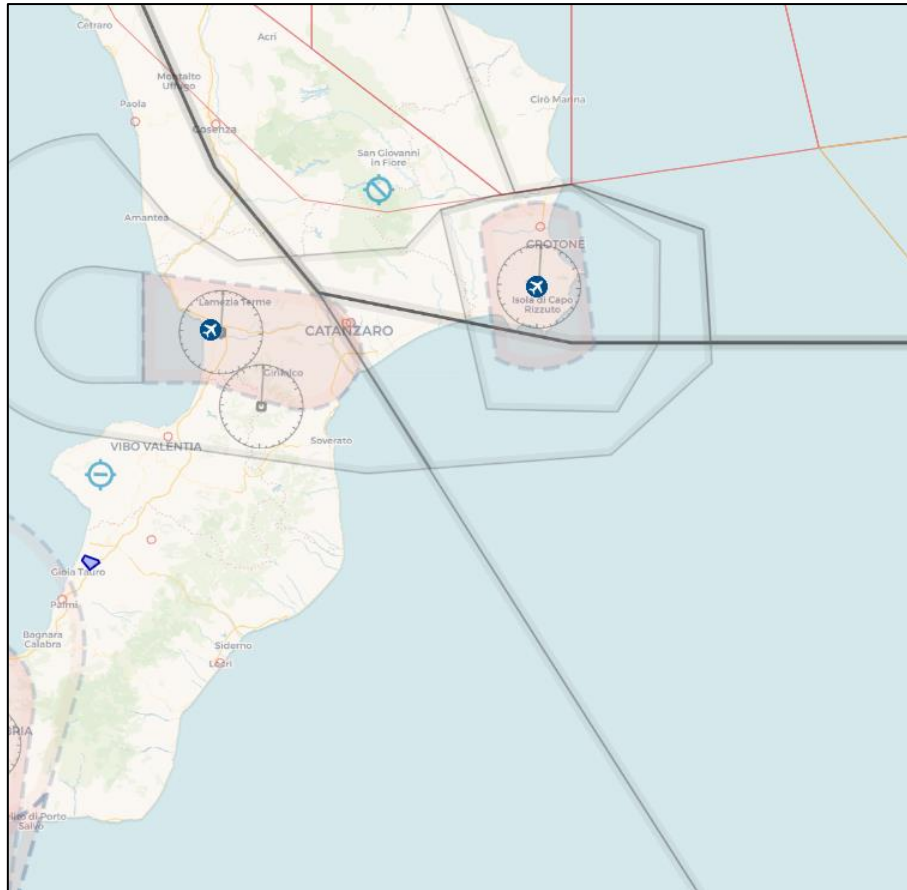


Figura 4-9 – Stralcio Carta delle zone impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggetto a restrizione

4.1.10 Aree per Ricerca Scientifica

Non si evidenziano interferenze con aree adibite alla ricerca scientifica. Inoltre, se possibile, si disporranno accordi con gli enti di ricerca, pubblici e privati, e con le autorità competenti per l'utilizzo delle aree interessate dall'installazione dei parchi eolici come zone di ricerca.

4.1.11 Infrastrutture sottomarine

Asservimenti infrastrutturali possono essere determinati dalla presenza in zona di gasdotti, linee elettriche e cavi di telecomunicazioni. Nell'area marina interessata dal progetto non esistono gasdotti o elettrodotti. Per quanto concerne i cavi di telecomunicazione, in prossimità delle aree di progetto, sono stese sul fondale marino alcune linee di comunicazione come illustrato nell'immagine seguente le quali comunque non interferiscono con il campo eolico.

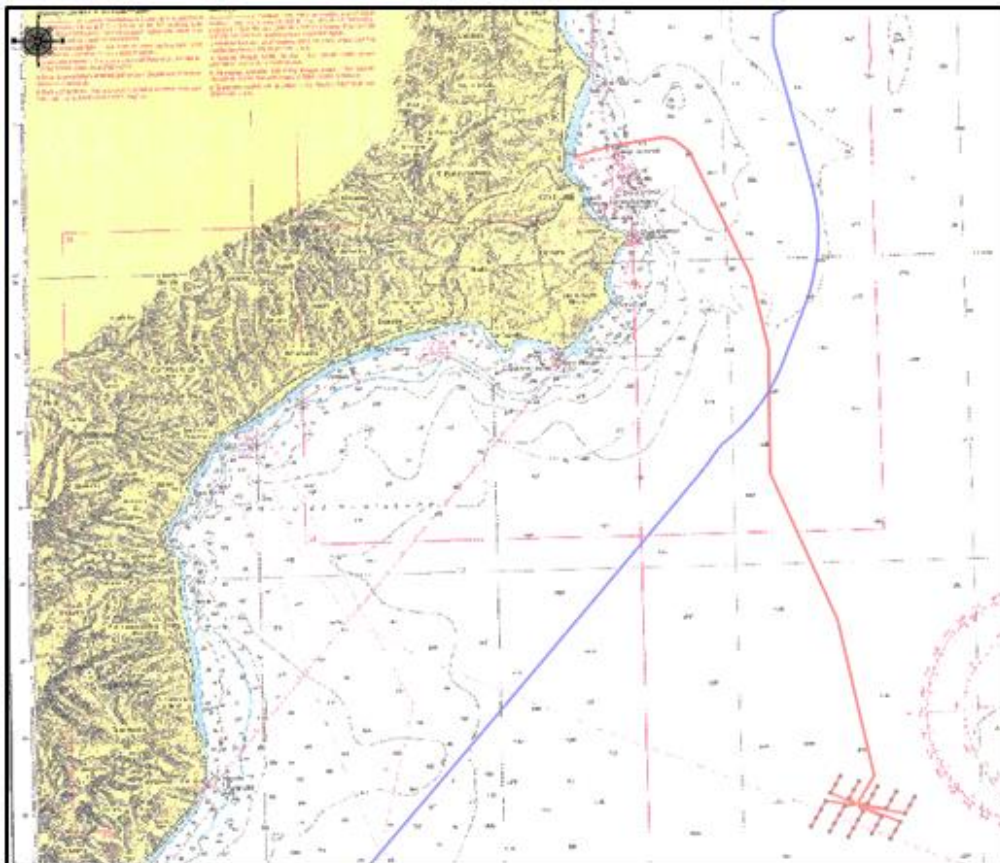
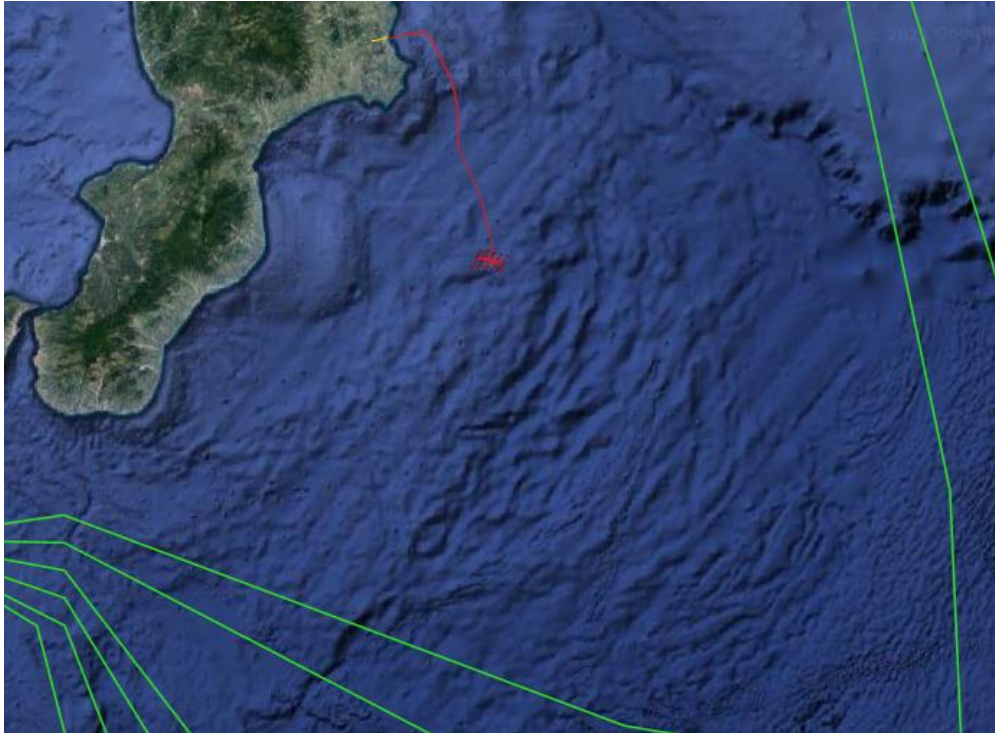


Figura 4-10 – Inquadramento campo eolico su carta delle infrastrutture sottomarine (riferimento carta nautica e EMODNET)

4.1.1 Rotte migratorie avifauna

Un altro aspetto da considerare è la possibile interferenza del campo eolico e in particolare delle turbine con l'avifauna.

Come si può vedere dall'immagine sotto l'impianto è collocato molto distante dalle principali rotte migratorie dell'avifauna non interferendo con esse e perciò non presenta una minaccia per la possibile collisione degli uccelli con le turbine installate.

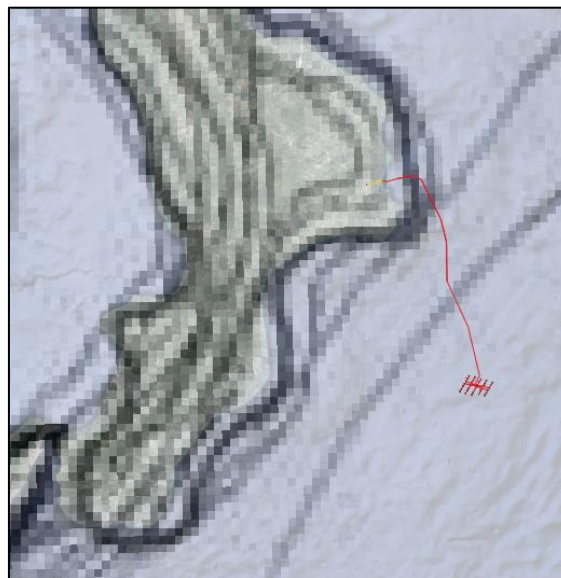


Figura 4.11 – Distanza parco eolico dalle rotte migratorie dell'avifauna

4.1.2 Pesci e mammiferi marini

La zona di protezione ecologica è stata istituita per proteggere e preservare l'ambiente marino, i mammiferi e le biodiversità. Il campo eolico è posizionato ben distante da tali aree tutelate così come dal santuario dei mammiferi marini.

4.1.3 Quadro Territoriale Regionale Paesaggistico

Con Deliberazione di Consiglio Regionale n. 134 del 01/08/2016 è stato approvato il Quadro Territoriale Regionale Paesaggistico (QTRP) che costituisce lo strumento attraverso il quale la Regione Calabria persegue l'attuazione delle politiche di Governo del Territorio e della Tutela del Paesaggio.

Il QTRP, disciplinato dagli artt. 17 e 25 della Legge urbanistica Regionale 19/02 e ss.mm.ii., è lo strumento di indirizzo per la pianificazione del territorio con il quale la Regione, in coerenza con le scelte ed i contenuti della programmazione economico-sociale, stabilisce gli obiettivi generali della propria politica territoriale, definisce gli orientamenti per l'identificazione dei sistemi territoriali, indirizza, ai fini del coordinamento, la programmazione e la pianificazione degli enti locali.

Il QTRP ha valore di piano urbanistico-territoriale con valenza paesaggistica, riassumendo le finalità di salvaguardia dei valori paesaggistici ed ambientali di cui all'art. 143 e seguenti del D.Lgs n. 42/2004.

Esplicita la sua valenza paesaggistica direttamente, tramite normativa di indirizzo e prescrizioni, e, più in dettaglio, attraverso successivi Piani Paesaggistici di Ambito (PPd'A) come definiti dallo stesso QTRP ai sensi del D.Lgs n. 42/2004.

Interpreta gli orientamenti della Convenzione Europea del Paesaggio (Legge 9 gennaio 2006, n.14) e del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i.) e si propone di contribuire alla formazione di una moderna cultura di governo del territorio e del paesaggio attraverso i seguenti aspetti fondamentali:

- a) rafforzare ulteriormente l'orientamento dei principi di "recupero, conservazione, riqualificazione del territorio e del paesaggio", finalizzati tutti ad una crescita sostenibile dei centri urbani con sostanziale "risparmio di territorio";
- b) considerare il QTRP facente parte della pianificazione concertata con tutti gli Enti Territoriali, in cui la metodologia di formazione e approvazione, le tecniche e gli strumenti attraverso i quali perseguire gli obiettivi contribuiscono a generare una nuova cultura dello sviluppo;
- c) considerare il governo del territorio e del paesaggio come un "unicum", in cui sono individuate e studiate le differenti componenti storico-culturali, socio-economiche, ambientali, accogliendo il presupposto della Convenzione Europea del Paesaggio "di integrare il paesaggio nelle politiche di pianificazione e urbanistica" (articolo 5) all'interno del QTRP;
- d) considerare prioritaria la politica di salvaguardia dai rischi territoriali attivando azioni sistemiche e strutturanti finalizzate alla mitigazione dei rischi ed alla messa in sicurezza del territorio.

Il QTRP si compone dei seguenti allegati:

- a) indici e manifesto degli indirizzi;
- b) v.a.s. rapporto ambientale;
- c) esiti conferenza di pianificazione;
 - Tomo 1- quadro conoscitivo;
 - Tomo 2 - visione strategica;
 - Tomo 3 - atlante degli aprt (ambiti paesaggistici territoriali regionali);
 - Tomo 4 - disposizioni normative.

Le disposizioni in esso contenute sono cogenti per gli strumenti di pianificazione sottordinata e immediatamente prevalenti su quelle eventualmente difformi. I predetti strumenti urbanistici, approvati o in corso di approvazione, devono essere adeguati secondo le modalità previste dall'articolo 73 della stessa legge urbanistica regionale.

Con deliberazione n. 134 del 02/04/2019 in seguito alla presa d'atto del parere della IV Commissione Consiliare "Assetto, Utilizzazione del Territorio e Protezione dell'Ambiente", la Giunta Regionale ha deliberato l'Aggiornamento al Quadro Conoscitivo del QTRP ai sensi di quanto stabilito dagli artt. 25, c. 9 ter della L.R. 19/02 e dall'art. 35 del Tomo IV - Disposizioni normative del QTRP.

Il **QTRP** suddivide il territorio regionale in **16 Ambiti Paesaggistici Territoriali Regionali (APTR)** che, a loro volta, sono ulteriormente suddivisi in **Unità Paesaggistiche Territoriali (UPTR)**.

Gli **APTR** possono essere intesi come dei "sistemi complessi" che mettono in relazione i fattori e le componenti co-evolutive (ambientali e insediative) di lunga durata di un territorio. Rappresentano un palinsesto spaziale attraverso leggere e interpretare il territorio e con cui indirizzare le azioni di

conservazione, ricostruzione o trasformazione. Gli APTR in cui si è stata articolata la Regione Calabria sono stati individuati, quindi, attraverso la valutazione integrata di diversi elementi:

- i caratteri dell'assetto storico-culturale;
- gli aspetti ambientali ed ecosistemici;
- le tipologie insediative: città, reti di città, reti di infrastrutture, strutture agrarie
- le dominanti dei caratteri morfotipologici dei paesaggi;
- l'articolazione delle identità percettive dei paesaggi;
- la presenza di processi di trasformazione indicativi;
- l'individuazione di vocazioni territoriali come traccia delle fasi storiche dei luoghi.

All'interno di ogni **APTR** vengono individuate le **Unità Paesaggistico Territoriali (UPTR)**, considerate come dei sistemi fortemente caratterizzati da componenti identitari storico-culturali e paesaggistico-territoriali tale da delineare le vocazioni future e gli scenari strategici condivisi.

Le **UPTR** sono di ampiezza e caratteristiche tali da rendere la percezione di un sistema territoriale capace di attrarre, generare e valorizzare risorse di diversa natura. Di norma le **UPTR** si identificano e si determinano rispetto ad una polarità/attrattore (di diversa natura) che coincide con il "talento territoriale", riferito ai possibili vari tematismi e tipologie di risorse. Le **UPTR** e le loro aggregazioni sono dunque definite — nell'ambito della pianificazione regionale - come le unità fondamentali di riferimento per la pianificazione e programmazione medesima.

L'area oggetto di studio rientra:

- **Ambito Paesaggistico Territoriale Regionale n. 8 Crotonese;**
- **Unità Paesaggistico Territoriale n. 8a) Area di Capo Rizzuto.**

Per l'individuazione dei vincoli paesaggistici si rimanda al paragrafo successivo.

4.1.4 Pianificazione Urbanistica

4.1.4.1 Piano Regolatore Generale Comune di Crotona

Il Piano Regolatore Generale è stato approvato con delibera della Regione Calabria n. 18086 del 17/12/2002.

Dall'esame della **Tavola P4 – Usi e modalità di intervento** del vigente PRG della città di Crotona, i cui stralci cartografici sono riportati nelle immagini seguenti, risulta che:

- Il primo tratto del caviodotto, subito dopo l'approdo a terra, attraversa un'area classificata come "**B-litorale libero in area non urbana**" (art. 73, comma B delle Norme Tecniche di Attuazione). Tale zona risulta anche soggetta a "**prescrizione specifiche – At3**" (art. 34, comma 2 delle NTA);
- La parte restante del tracciato del caviodotto si sviluppa lungo la viabilità esistente, senza dunque determinare alcuna interferenza con le aree cittadine attraversate e classificate dal PRG come:
 - Nucleo Industriale di Crotona;
 - Nuclei edificati in zona agricola;
 - Aree agricole produttive.

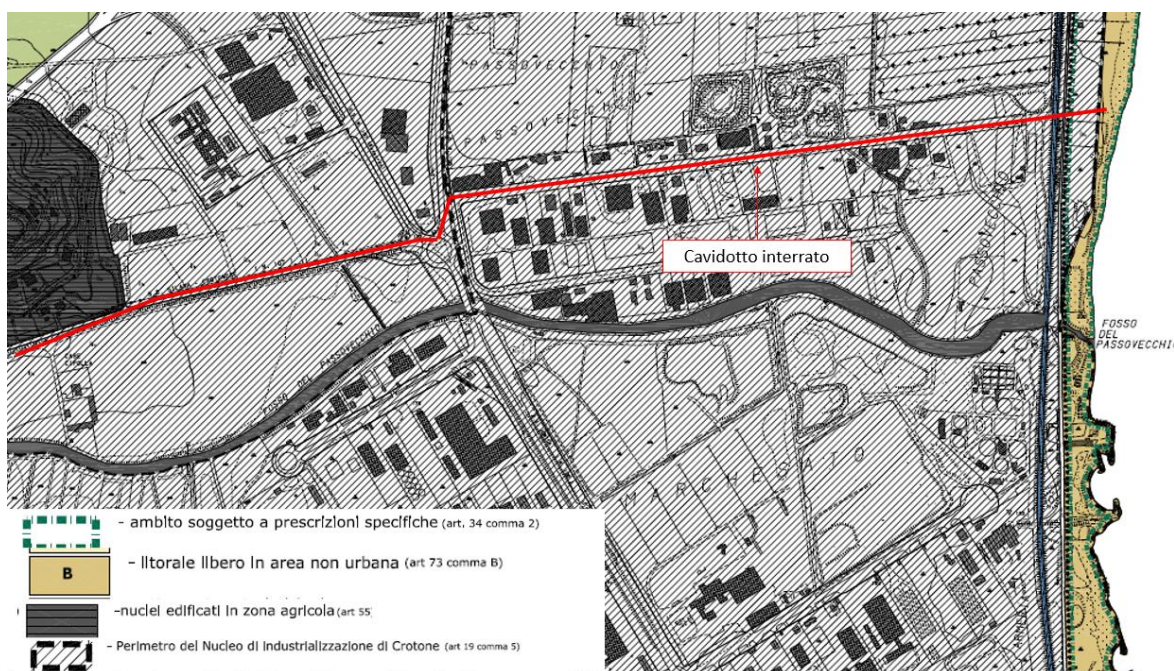


Figura 4-12 - stralcio PRG di Crotona (prima parte tracciato cavidotto onshore)

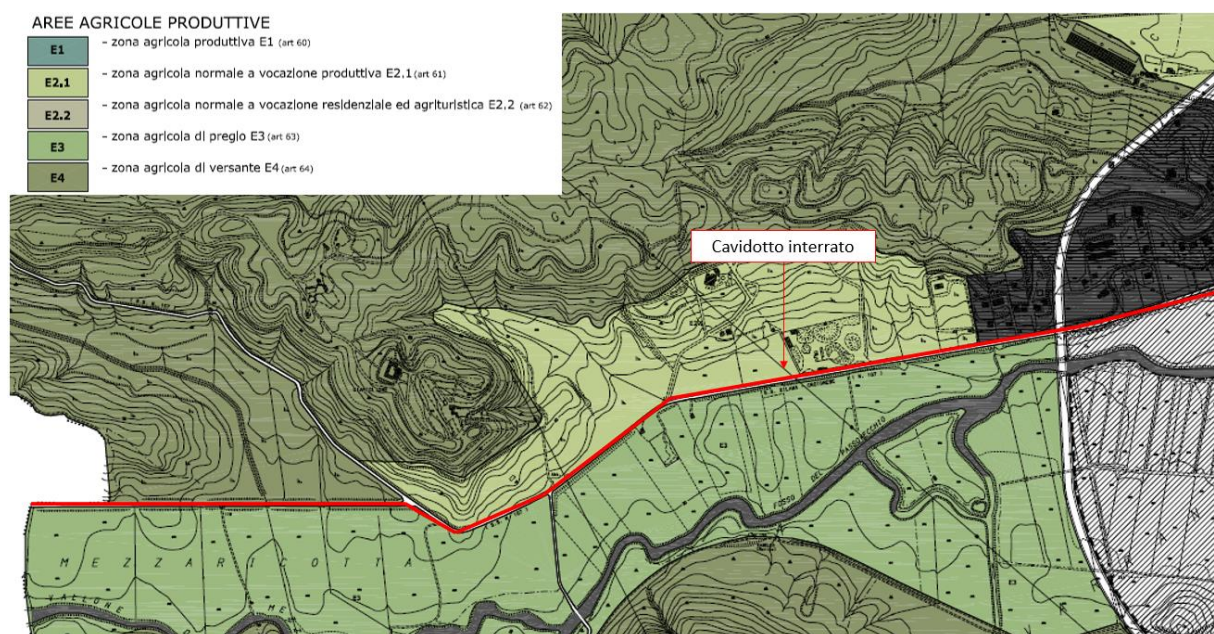


Figura 4-13 - stralcio PRG di Crotona (seconda parte tracciato cavidotto onshore)

Relazione con il progetto:

Secondo le previsioni del PRG, le zone classificate come “**B- litorale libero in area non urbana**” non sono destinate alla pubblica balneazione. Inoltre, in tali aree non è consentita la realizzazione di strutture, che devono essere ricavate nelle aree adiacenti.

Invece, l'art. 34 definisce l'area perimetrata in cui valgono "prescrizioni specifiche – At3" come **zona di recupero ambientale dell'area adibita a smaltimento di rifiuti solidi inerti e di filtro tra la zona industriale e la costa**.

L'ambito At 3, in particolare, comprende la fascia di riqualificazione ambientale prospiciente le aree del nucleo Industriale che si estende a nord della foce dell'Esaro tra la linea ferroviaria e la costa Obiettivi

Obiettivo dell'ambito At 3 è la bonifica ambientale delle aree in esso comprese e la loro riqualificazione attraverso la realizzazione di aree verdi di rimboschimento o destinate a parco di uso pubblico.

All'interno di tale ambito le NTA prescrivono:

- La realizzazione di un'area destinata a parco in corso di definizione per la quale valgono le modalità di realizzazione di cui al progetto presentato al Comune di Crotona in data 24/11/1998 da Guffanti s.r.l.
- un'area destinata a rimboschimento, previa bonifica dei terreni, con i seguenti parametri:
 - Densità arborea A 3 alberi/100 mq
 - Indice di permeabilità ip 80%

Inoltre, ai fini del presente documento è stata esaminata anche la **Tavola P3 – Vincoli e Tutele**, il cui stralcio è riportato nelle immagini seguenti, che confermano l'analisi vincolistica effettuata nel precedente **paragrafo** Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. (Beni culturali e paesaggistici).

4.1.5 Piano Regolatore Generale Comune di Scandale

Il Piano Regolatore Generale del Comune di Scandale è stato adottato con Delibera di Consiglio Comunale n. 37 del 6 agosto 2000 ed è stato approvato con D.G.R. del 13 febbraio 2002.

Dall'esame della Tavola della Zonizzazione, il cui stralcio è riportato nell'immagine seguente, risulta che:

- Il tracciato del cavidotto si sviluppa lungo la viabilità esistente, in zona classificata come "**R1 – fascia di rispetto stradale**" (art. 66 delle NTA);
- La Stazione Elettrica di Utenza, è prevista in corrispondenza di una zona classificata come "**Cp – uso agricolo – coltivazioni pregiate**" (art. 43 delle NTA).

Relazione con il progetto:

In relazione alla fascia di rispetto stradale le NTA del PRG prevedono che gli interventi di nuova realizzazione dovranno mantenere dal confine stradale le seguenti distanza minime:

Costruzioni in zone agricole	m 60.00 strade tipo A m 40.00 strade tipo B m. 30.00 strade tipo C m 20.00 strade tipo D1 m. 10.00 strade tipo D2
Muri di cinta in zone agricole	m 5.00 strade tipo A, B m 3.00 strade tipo C, D1 e D2
Siepi e recinzioni in zone agricole	m 1.00 e altezza 1.00 m (pali infissi) m 3.00 altezza 1.00 m (con cordolo)

Piantumazioni in zone agricole	comunque, non inferiore a 6.00 m
--------------------------------	----------------------------------

In relazione all'area classificata come “Cp – uso agricolo – coltivazioni pregiate” in una successiva fase di progetto si provvederà a verificare l'effettivo valore delle colture attualmente praticate.

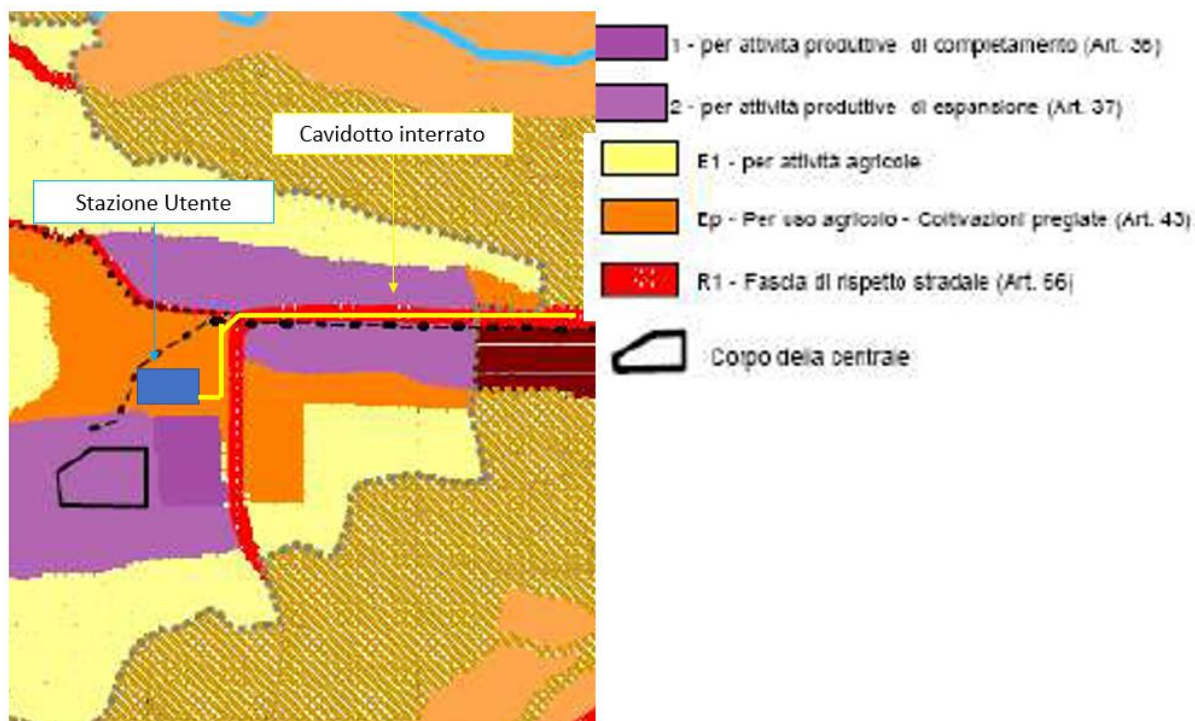


Figura 4-14 – Stralcio zonizzazione PRG Comune di Scandale

4.1.6 Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)

Per la realizzazione della porzione di progetto onshore, sono stati analizzati gli stralci delle mappe PAI della Regione Calabria che disciplinano il governo del territorio in materia di alluvioni e frane.

In particolare, come visibile nella figura seguente, il tracciato del cavidotto interrato, lungo circa 7 km, effettua la propria corsa lungo una viabilità esistente e non incontra alcun tipo di vincolo PAI inerente pericolosità e rischio idraulici. Analogamente anche l'area prevista per la realizzazione della Sottostazione Elettrica Utente non interferisce con alcun vincolo del PAI.

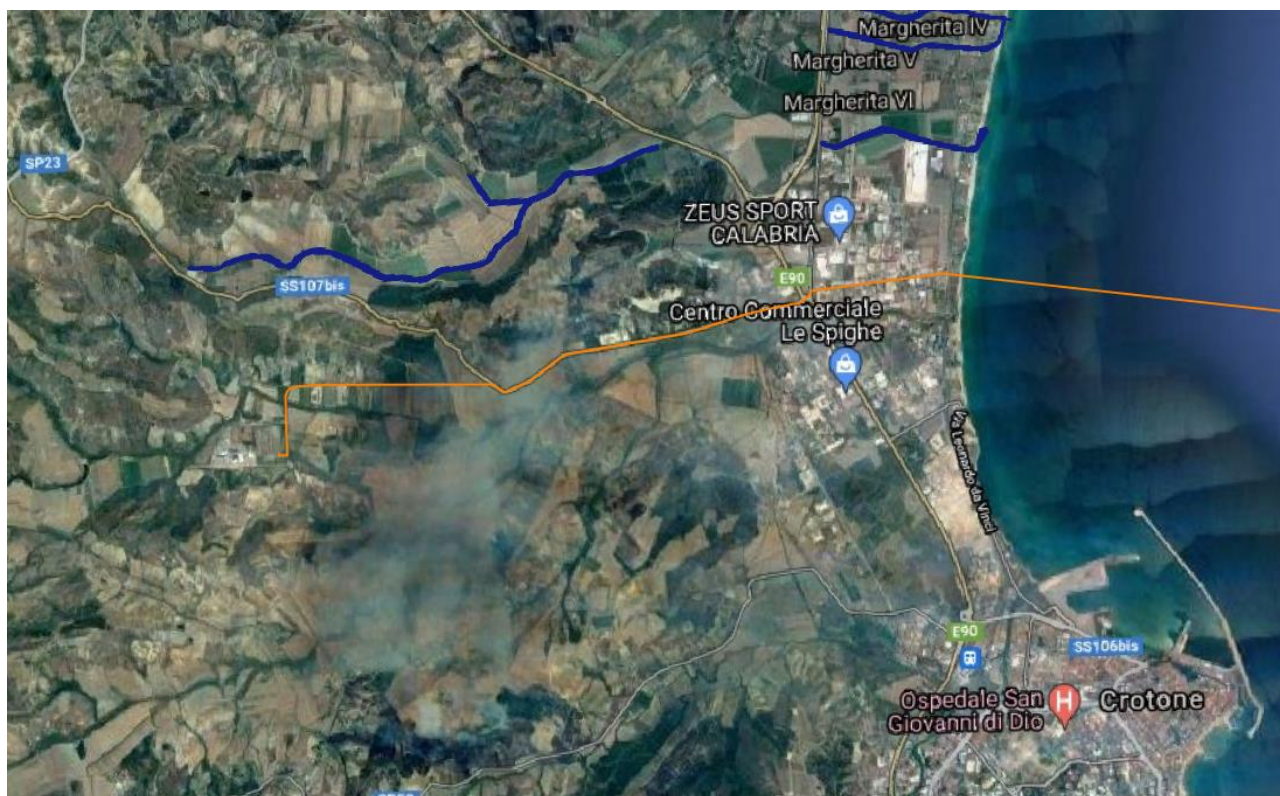


Figura 4.15 – Carta idrogeologica: rischio/pericolo alluvioni

L'elettrodotto di collegamento elettrico tra il punto di approdo e la stazione di consegna per l'allaccio alla rete elettrica nazionale non attraversa aree rischio o pericolosità frane.



Figura 4.16 – Carta geomorfologica: rischio/pericolo frane

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

4.2 Inquadramento geologico e geomorfologico

La Calabria ionica si sviluppa su un margine continentale convergente e tettonicamente attivo (IMC) che include il prisma di accrezione calabro. Quest'ultimo, immergente verso NO, marca il limite di subduzione della placca Africana sotto quella Europea. L'assetto geomorfologico del margine, sia emerso che sommerso, riflette due processi geodinamici principali ossia la tettonica di accrezione sviluppatasi durante la

migrazione verso SE del blocco calabro-peloritano a partire dal tardo Miocene, che ha dato luogo alla formazione di complesse strutture compressive e distensive ed il sollevamento regionale a scala chilometrica (fino a 1 mm/anno) delle aree emerse e di quelle di piattaforma a cominciare dal Pleistocene medio, che ha determinato l'esposizione della parte prossimale dei bacini di avanarco (Westaway, 1993; Faccenna et al., 2012). L'interazione tra questi processi ha dato luogo ad un margine continentale irregolare che rappresenta la prosecuzione a mare della catena appenninica meridionale, la quale si estende a formare un largo arco tra il Golfo di Taranto e l'area a sud del blocco calabro-peloritano, localmente sormontato da bacini di avanarco (il Bacino di Crotona-Spartivento).

Morfologicamente, le aree sommerse del margine sono caratterizzate da una ridotta (o assente) piattaforma continentale che evolve in una scarpata continentale irregolare che si spinge fino a 2000 m di profondità.

Le coste della Calabria sono interessate da sviluppati sistemi di canyon sottomarini, che rappresentano le strutture morfo-sedimentarie erosive principali dell'intero margine; i sistemi dei canyon, alimentano il bacino di avanarco e presentano spesso testate prospicienti la linea di costa.

Nella porzione di area a terra interessata dal progetto, alle quote più basse, affiorano depositi alluvionali di età olocenica (di natura litologica prevalentemente sabbioso-ghiaiosa), mentre alla sommità nei rilievi collinari (a bassa energia di rilievo) si rinvencono i depositi marini terrazzati di età pleistocenica (sintema del lago di Sant'Anna) litologicamente estremamente eterogenei: si rinvencono arenarie, conglomerati, ghiaie fino ai depositi di argille e sabbie. Le strutture collinari sono invece determinate dalla presenza della formazione geologica della "argilla marnosa di Cutro" (Piacenziano-Calambriano) litologicamente costituita da Argille, argille-marnose e siltiti di colore grigio e bruno.

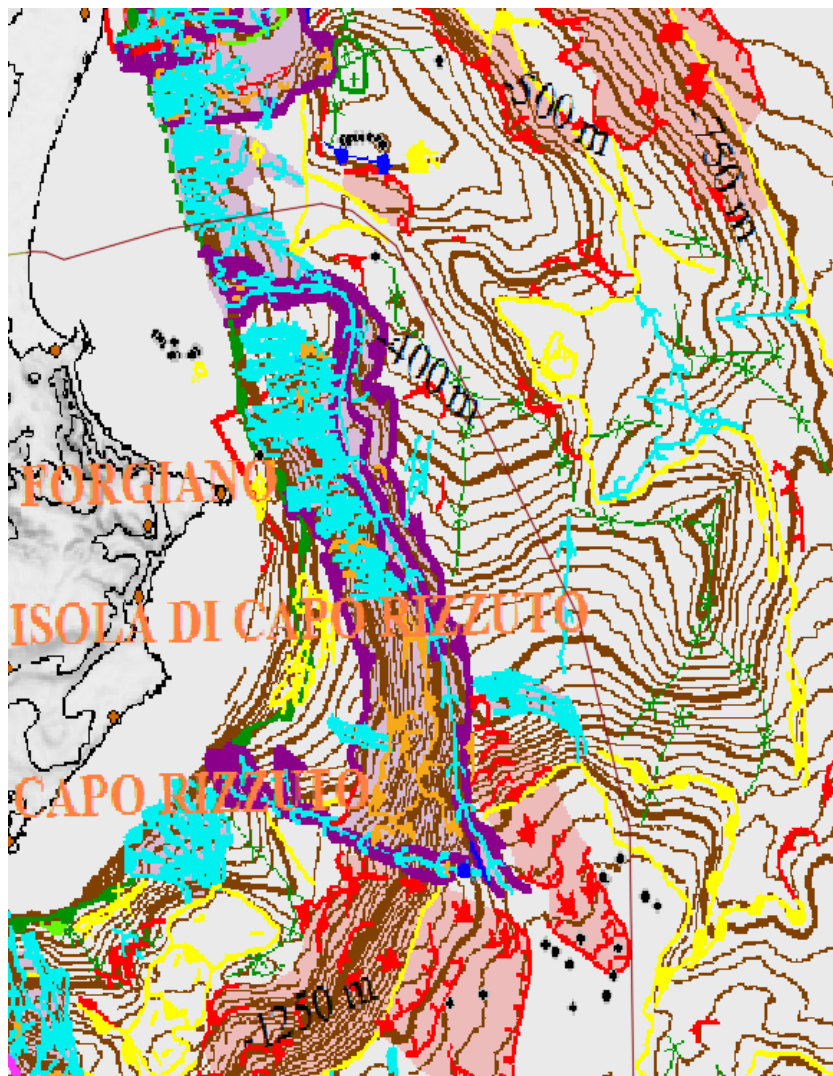


Figura 4-17 – Carta Geologica

4.2.1 Inquadramento sismico

La Calabria è caratterizzata da una notevole attività sismica che si concentra principalmente nelle aree dello Stretto di Messina, della dorsale dell'Aspromonte e delle Serre, della zona di Catanzaro (la zona compresa tra il golfo di Sant'Eufemia e quello di Squillace), nella Valle del Crati, e nel versante orientale della Sila e nel Crotonese. La sismicità deriva da zone di contatto tra placche oceaniche e continentali, si manifesta laddove la litosfera del Mar Ionio si approfondisce sotto l'arco calabro e il Tirreno meridionale. Il Mar Ionio, infatti, rappresenta il relitto di un antico grande oceano che occupava la regione del Mediterraneo e che è stato "subdotto" e in parte riassorbito nel mantello terrestre per decine di milioni di anni prima sotto le Alpi e poi sotto gli Appennini.

Sulla base della normativa:- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (Ordinanza n. 3274)" -pubblicata sulla G.U. Parte I - n. 72 del 8 maggio 2003 (OPCM 3274/03), la Protezione Civile ha realizzato, nel 2014, una Carta delle zone sismiche del territorio nazionale, con indicati i limiti comunali, e a ciascuna di loro ha assegnato un valore di

pericolosità compreso, in senso decrescente, tra da 1 e 4. Il territorio calabrese, che è caratterizzato da un'attività sismica importante, è inserito tra le zone 1 (è la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti) e 2 (nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti).

In particolare il Territorio di Crotona e di Scandale ricadono nella zona 2 (pericolosità media).

4.3 Inquadramento meteomarinario

4.3.1 Caratterizzazione batimetrica

L'ambito territoriale del Mar Ionio meridionale è caratterizzato da un andamento batimetrico con profondità che toccano i -1000 m entro i primi 8/10 km da costa. A distanze superiori, tipicamente oltre i 15 km si osserva invece una maggiore regolarità batimetrica. La zona di progetto è compresa tra profondità che vanno dai -2020 m ai -2200 m.

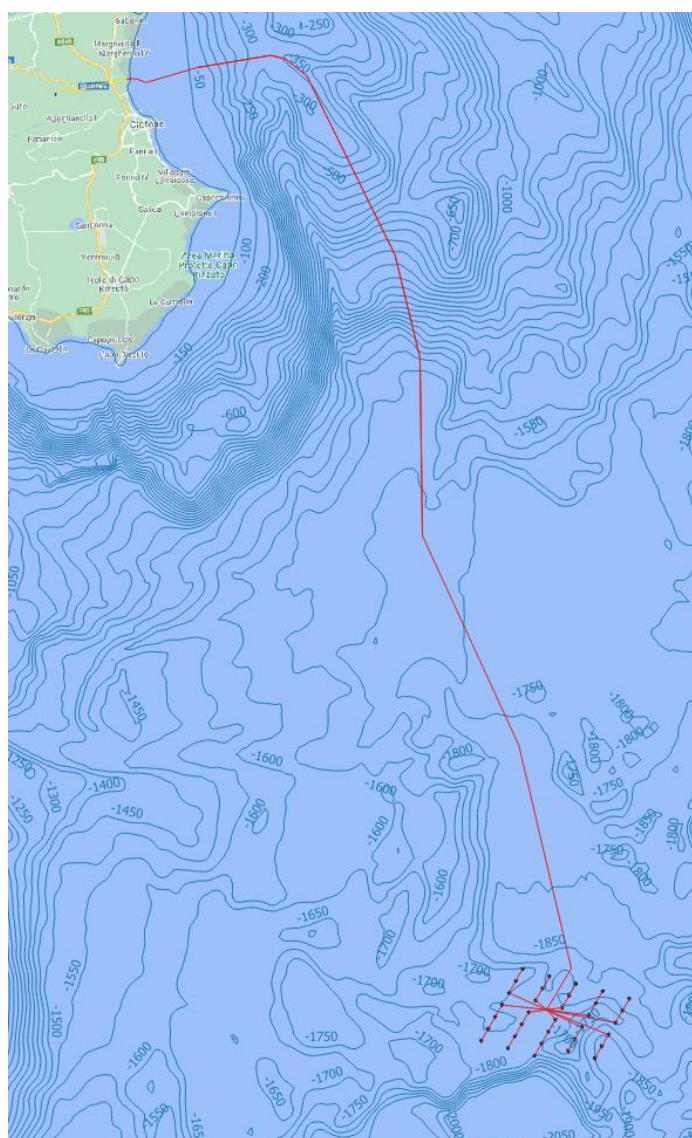


Figura 4.18 – Batimetria dell'area di interesse

4.3.2 Inquadramento oceanografico

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

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

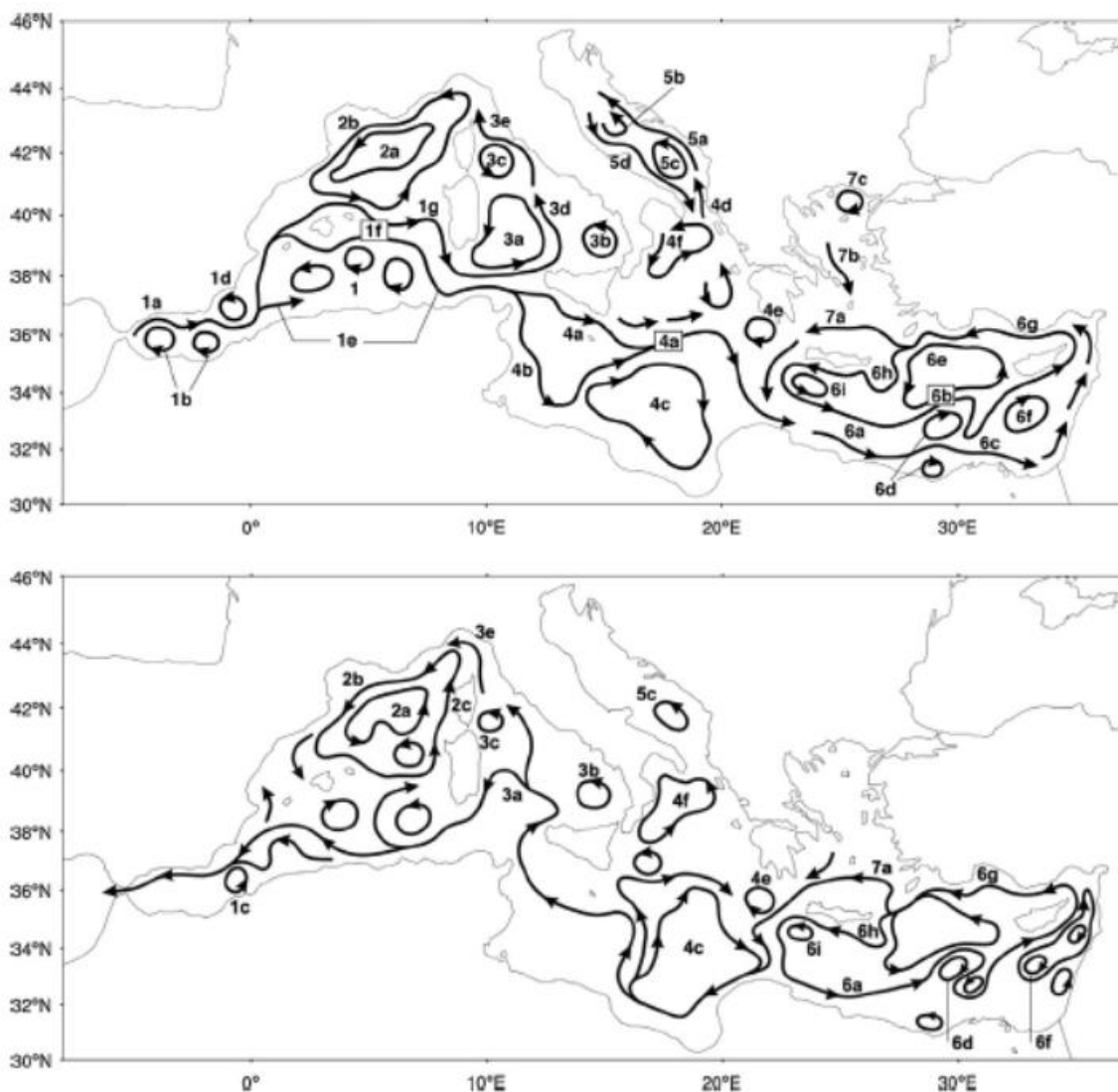


Figura 4.19 – Schema della circolazione superficiale (sopra) ed intermedia (sotto) che caratterizza il bacino del Mediterraneo

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

4.3.3 Regime dei venti

Il profilo anemologico della località, inteso come mappa di intensità e direzione del vento statisticamente significative per il sito, è stato elaborato sulla base di diversi dati estratti dal database “New European Wind Atlas” (NEWA). Il NEWA è stato sviluppato con lo scopo di provvedere dati di vento con un’alta accuratezza per la regione dell’Europa e della Turchia.

La rosa dei venti che ne deriva è mostrata nella figura successiva:

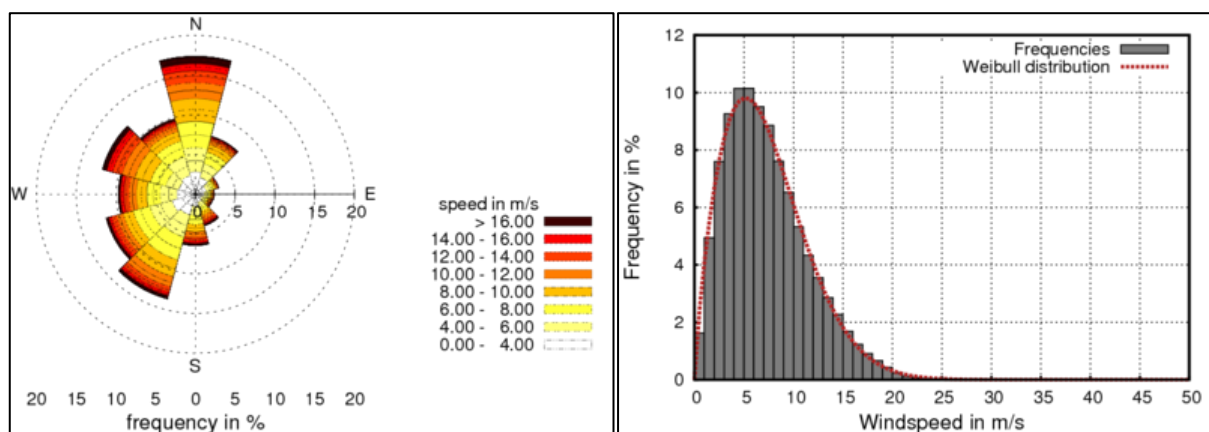


Figura 4.20 – Rosa dei venti per la località del parco

4.3.4 Regime di Moto Ondoso

Il clima di moto ondoso nell’area del parco eolico è stato stimato sulla base dall’elaborazione di dati di rianalisi climatica del database ERA5 disponibile sul sito Copernicus Climate Data Store. In particolare è stata utilizzata una serie temporale, estratta su base trioraria, relativa al periodo 2015 – 2020, in corrispondenza del punto di coordinate Lat38.2° Lon17.6° posto a circa 24 km a sud del sito di progetto a profondità confrontabile.

I risultati dell’analisi mostrano un clima dominato dalle onde provenienti dai settori di traversia da tramontana con valori massimi dell’ordine di 5-6 m di altezza significativa, e periodi tipicamente compresi tra i 3÷12 secondi.

Le distribuzioni delle altezze d’onda significative in funzione della direzione di provenienza sono riportate in Tabella 4-2 e in Figura 4-21.

Dir (°N)	Hs (m)															Tot		
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5		8.0	
0	5.12	7.33	4.04	2.50	1.50	0.98	0.70	0.42	0.34	0.13	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.15
30	2.54	3.14	1.04	0.42	0.17	0.10	0.05	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.54
60	0.62	0.75	0.30	0.17	0.10	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08
90	0.58	0.75	0.35	0.10	0.06	0.09	0.02	0.03	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.04
120	0.78	1.19	0.62	0.45	0.34	0.13	0.05	0.01	0.07	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.71
150	0.96	2.90	1.60	1.20	0.44	0.30	0.15	0.05	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.66
180	1.64	2.48	1.90	1.08	0.56	0.23	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.98
210	4.16	4.97	2.50	1.20	0.60	0.48	0.15	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.16
240	5.75	3.31	1.48	0.84	0.33	0.13	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.87
270	3.46	2.39	1.02	0.46	0.13	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.51
300	3.48	1.73	0.44	0.13	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.89
330	3.02	2.17	0.58	0.34	0.15	0.10	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.42
	32.10	33.11	15.89	8.88	4.47	2.65	1.27	0.66	0.59	0.23	0.11	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

Tabella 4-2- Distribuzione direzionale dell'altezza d'onda significativa (ERA5 Lat38.2°N Lon 17.6°).

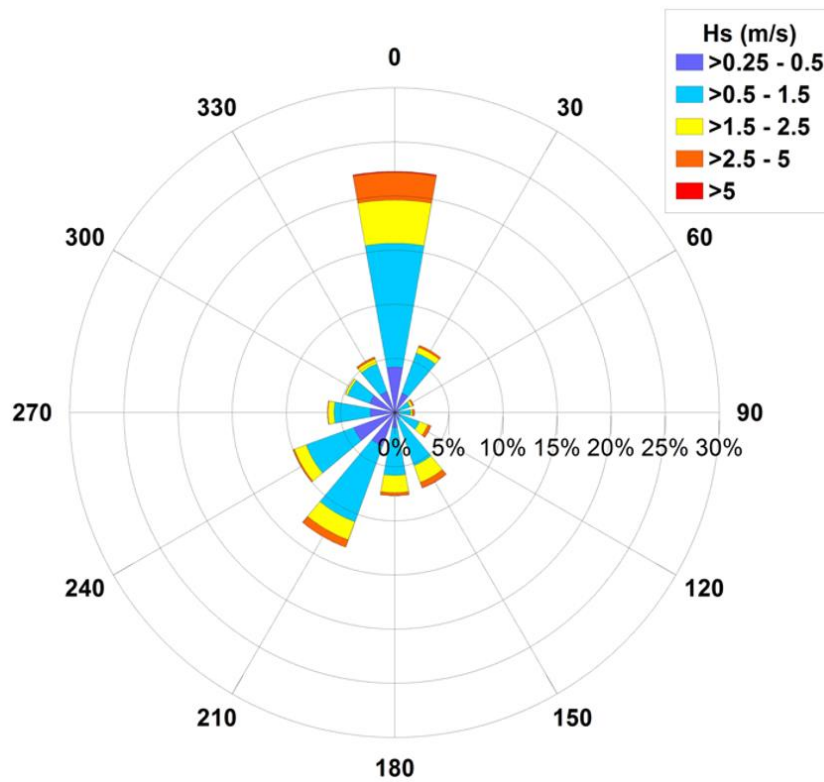


Figura 4-21 - Rosa di distribuzione del moto ondoso (convenzione Meteorologica) (ERA5 Lat38.2°N Lon 17.6°).

5 DESCRIZIONE TECNICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI IL PROGETTO

Il progetto prevede l'installazione offshore di 33 aerogeneratori di potenza nominale di 15.0 MW cadauno per una potenza nominale complessiva totale installata pari a 495 MW ad una distanza minima di circa 61.8km da Capo Rizzuto e 74.8km da Monasterace Marina.

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

5.1 Aerogeneratori

Ogni turbina eolica è costituita da una torre, una navicella e un rotore a 3 pale, sorretti da una fondazione galleggiante. Ogni fondazione galleggiante è collegata al fondo del mare attraverso ancore collegate da linee di ormeggio.

Il campo eolico ha le seguenti caratteristiche tecniche:

ELEMENTO	DESCRIZIONE
Turbina	Ad asse orizzontale
Piattaforma flottante	Con camere tubolari in acciaio di 8 m di diametro
Ancoraggio	Puntuale nel fondale
Numero di linee di ormeggio per turbina	3
Vita nominale del parco eolico	30 anni
Numero di turbine	33
Potenza della singola turbina	15 MW
Potenza totale installata	500 MW
Producibilità del parco eolico	Equivalente al consumo medio di elettricità domestica di circa 545'926 famiglie

Tabella 5.1 – Principali caratteristiche del parco eolico di progetto

In questa fase preliminare si sono individuati diversi fornitori di aerogeneratori con i quali sono in corso le interlocuzioni necessarie al fine di arrivare alla scelta della migliore turbina per il sito in esame. Tale scelta dovrà tener conto di diversi fattori tra cui le caratteristiche climatologiche del sito e la disponibilità sul mercato delle turbine nel momento in cui si otterranno le necessarie autorizzazioni e saranno prossime le fasi di costruzione dell'impianto. Al momento le turbine selezionate per il calcolo di producibilità sono rappresentate da una produzione VESTAS ma si considera la possibilità di utilizzare turbine equivalenti di altri produttori.

Design di aerogeneratori adatti alle condizioni mediterranee saranno necessari per avere una maggiore producibilità, andando a ricercare maggiori efficienze nei range di vento tipici dell'area mediterranea.



Figura 5-1 – Turbina V236-15.0MW

Il rotore della turbina eolica (parte rotante) ha un diametro massimo di 236 metri, con una superficie spazzata di 43'742m².

Le caratteristiche tecniche della turbina sono riportate nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA TURBINA	
Potenza nominale	15 MW
Velocità di Cut-in	3 m/s
Velocità di Cut-off	30 m/s
Classe di ventosità (IEC)	S or S,T
Diametro del rotore	236 m
Area spazzata	43742m ²
Numero di pale	3
Altezza del mozzo sul m.s.l.	150 m / a seconda del sito

Tabella 5-2 – Principali caratteristiche della turbina eolica

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

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

Una volta installata la turbina eolica sulla sua fondazione galleggiante, l'altezza massima finale sarà non inferiore a 268 m mentre il mozzo sarà ad una altezza non inferiore a 150 m sul livello del mare. Le turbine eoliche sono configurate per iniziare a funzionare a partire da ca. 3 m/s di vento e per arrestarsi automaticamente quando il vento supera i 30 m/s.

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

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

Segnalazione aerea e marittima

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

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

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

Queste raccomandazioni definiscono, in particolare, le dimensioni, le forme, il colore e il tipo (intermittente, fisso etc.) dei segnali luminosi o elettromagnetici da predisporre. Il piano di segnalamento marittimo sarà sottoposto al parere del Comando MARIFARI competente per la zona. Inoltre, come raccomandato da IALA O-139, le fondazioni saranno dipinte di giallo, fino a 15 metri sopra il livello delle più alte maree astronomiche.

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

5.2 Stazione di trasformazione offshore

La sottostazione di trasformazione (FOS) è il nodo di interconnessione comune per tutti gli aerogeneratori di un sottoparco. Nel caso in esame, la FOS riceverà energia dalle 33 turbine al livello di tensione 66 kV operandone la trasformazione al livello di uscita HVAC 380 kV. Un elettrodotto in corrente alternata HVAC 380 kV provvederà dunque al trasporto di energia fino alla terraferma.

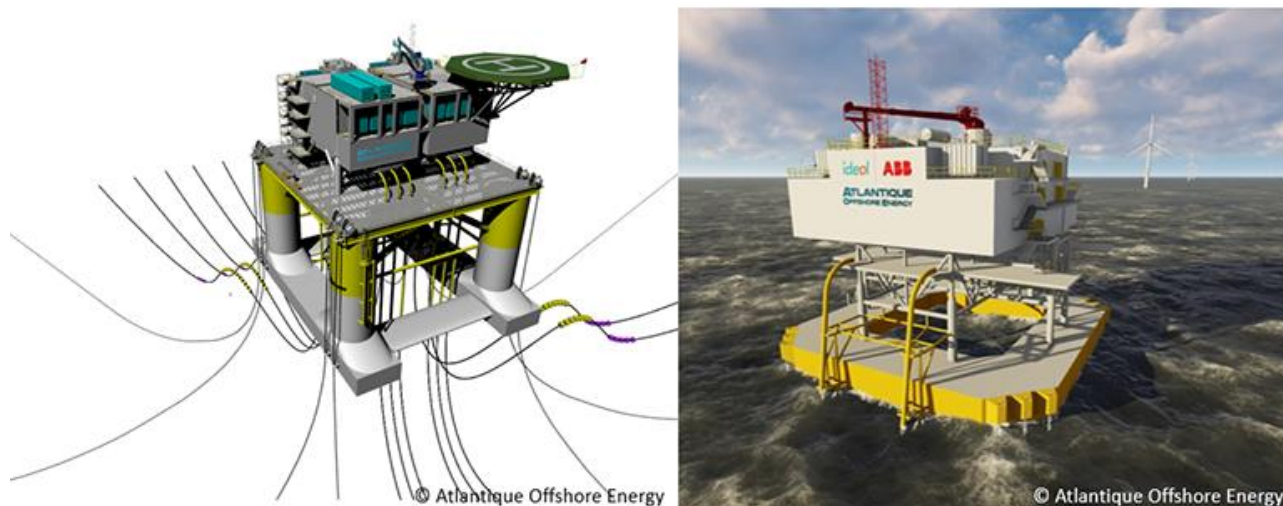


Figura 5-2 – Ipotesi di stazione di trasformazione off-shore galleggiante

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

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

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

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

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

5.3 Struttura di galleggiamento della turbina

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

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

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

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

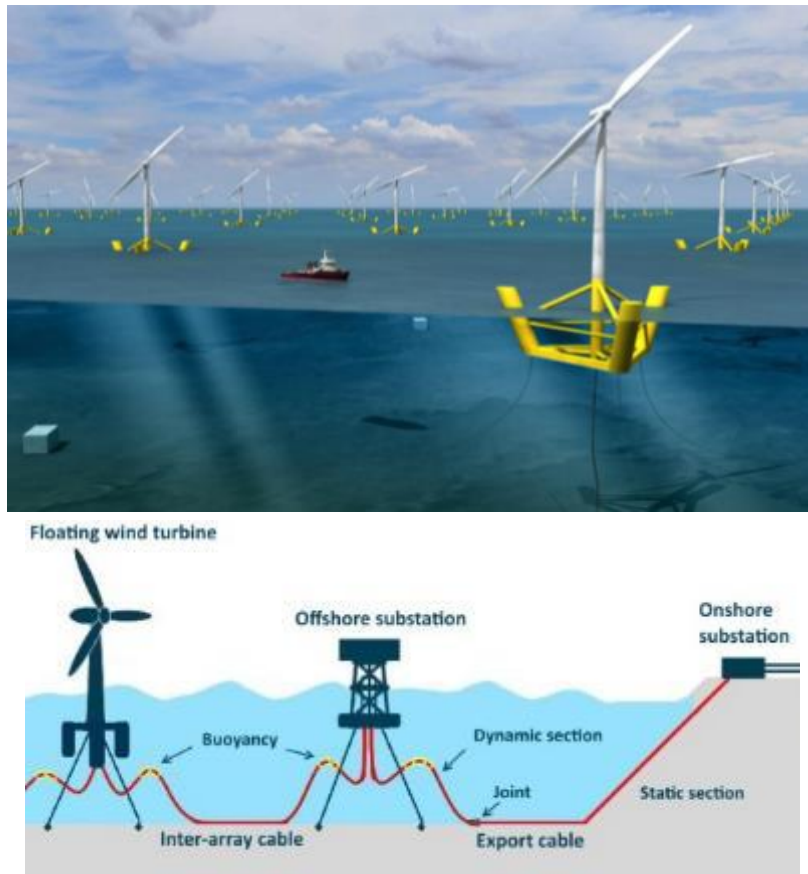


Figura 5-3 – Struttura di galleggiamento della turbina (Fonte /a22/)

5.4 Sistema di ancoraggio

La posizione delle turbine in mare sarà mantenuta grazie a sistemi di ormeggio ed ancoraggio il cui dettaglio sarà definito in funzione della natura dei fondali, una volta effettuate le operazioni di sondaggio geotecnico e geofisico. Sono state tuttavia già definite una serie di tecniche di ancoraggio, assumendo come obiettivo principale, oltre a quello di garantire la sicurezza marittima, quello di minimizzare l'impatto ambientale sui fondali.

L'individuazione del sistema di ormeggio più idoneo avverrà simulando il comportamento oltre che del sistema di ormeggio con catenaria, attualmente il più diffuso nelle installazioni off-shore, anche di sistemi tecnicamente più sofisticati, ottenuti mediante l'utilizzo di strutture puntuali sul fondale (Corpi morti, Pali infissi, Pali aspirati, Pali a vite). Il sistema di ancoraggio sarà soprattutto funzione della tipologia dei fondali, della stratigrafia e dal punto di vista del comportamento geotecnico.

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

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

Ancore con trascinamento incorporato (Drag Anchors)

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



Figura 5-4 – Esempio di ancora con trascinamento

Ancore a gravità (Deadweights)

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

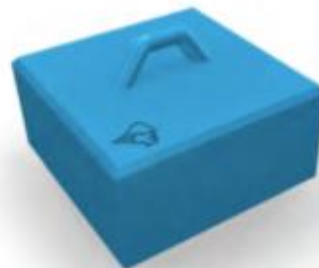


Figura 5-5 – Esempio di ancore a gravità

Pali infissi (Drilled Piles)

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



Figura 5-6 – Esempio di palo infisso nel fondale marino

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

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

Pali aspirati (Suction Buckets)

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



Figura 5-7 – Illustrazione di palo infisso per aspirazione

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

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

Pali a siluro (Torpedo Piles)

Questo tipo di ancoraggio viene calato sul fondo del mare con una grande forza che il suo stesso peso lo spinge sul fondo. L'approccio meno costoso per le turbine eoliche offshore che utilizzano sistemi di ormeggio verticali è una combinazione di siluro con una piastra condotta, che può ruotare quando viene applicata la tensione. Nel corso degli anni è stata realizzata una grande ricerca e sviluppo per l'ancoraggio di piattaforme petrolifere galleggianti con questo tipo di ancoraggio.



Figura 5-8 – Illustrazione di pali a siluro

Riepilogo sui dispositivi di ormeggio

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

CARATTERISTICHE GENERALI DEI SISTEMI DI ORMEGGIO		
Tipo di ormeggio	con catenaria	con tiranti
Materiale delle linee di ormeggio	Catene	Cavi + catene
Numero degli ormeggi	3	3
Massa degli ormeggi	Rilevante	Modesta
Numero ancore	3	3
Tipo di ancora	Ancora con trascinamento	Corpi morti, Pali infissi, Pali aspirati, Pali a vite, Pali a siluri
Profondità di affondamento dell'ancora	variabile	variabile

Tabella 5-3 – Principali caratteristiche dei sistemi di ormeggio

5.5 Sistema di protezione catodica

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

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

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

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

5.6 Architettura elettrica del parco

Il parco eolico offshore ha una potenza elettrica nominale di 495 MW. La potenza totale ai fini della connessione coincide con quella nominale dell'impianto, valore inteso come picco di prestazione dei generatori e variabile, in diminuzione, a seconda delle condizioni meteo-marine.

L'energia elettrica prodotta in bassa tensione da ciascuna turbina eolica viene elevata alla tensione di 66 kV dal trasformatore presente all'interno della torre o nella navicella. Le singole turbine sono disposte secondo uno schema regolare con una distanza geometrica costante di circa 1200 m; questa disposizione consente di avere una distanza minima tra le turbine pari a circa 5 diametri di rotore, in modo da ottimizzare il rendimento fluidodinamico.

L'interconnessione tra le turbine è effettuata mediante cavo elettrico dinamico sottomarino, i cui nodi sono posizionati internamente alle torri eoliche. All'interno delle stesse sono collocati i quadri elettrici in alta tensione (AT) con funzioni di sezionamento e protezione individuale di tutti gli apparati presenti a bordo.

I gruppi di generazione saranno suddivisi in 10 sottocampi aventi la potenza nominale da 45MW a 60MW.

Le turbine sono interconnesse tra loro con cavi in alta tensione (66 kV); le linee di sotto campo saranno connesse elettricamente nella relativa sottostazione elettrica offshore, anch'essa su fondazione galleggiante, indicata come FOS.

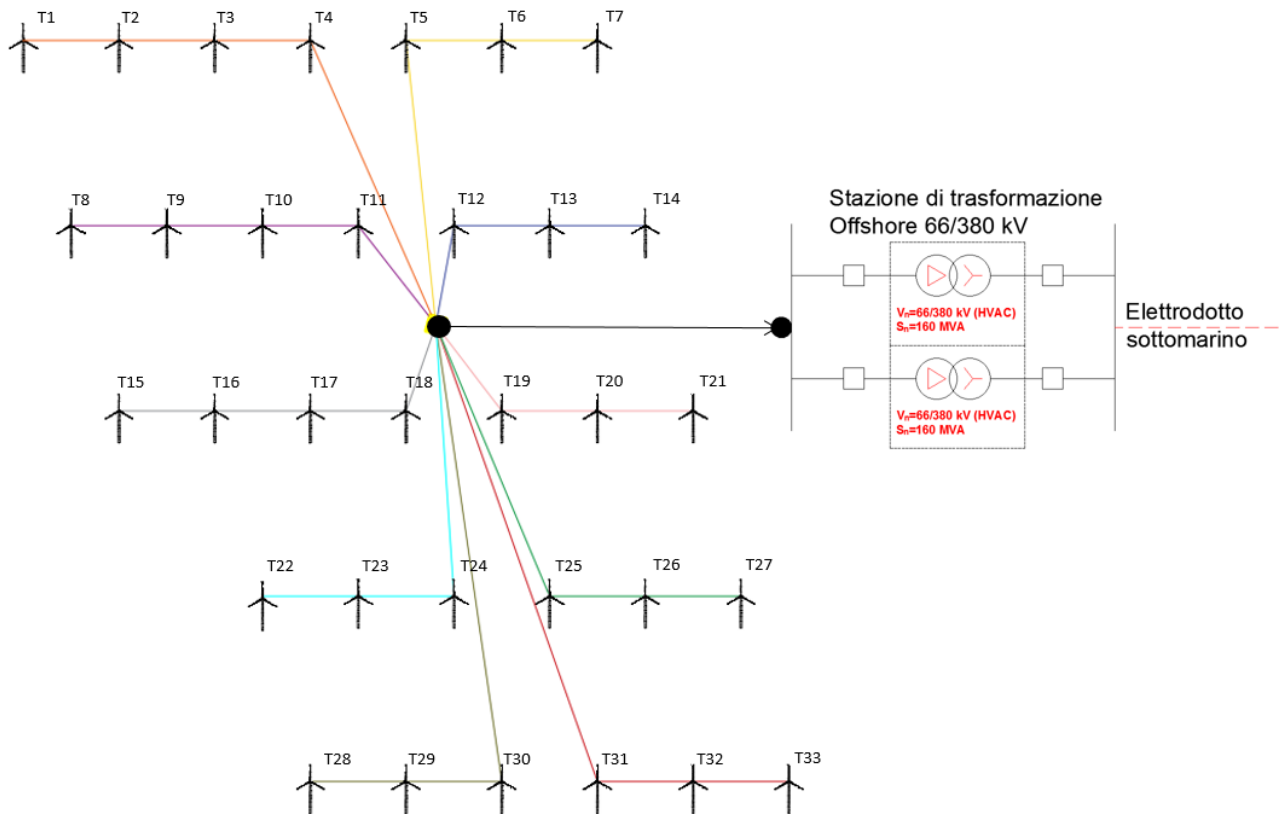


Figura 5.9 – Layout elettrico dell'impianto con i 5 sottocampi indicati dai colori

In tale FOS la tensione di 66 kV proveniente dal parco viene convertita in HVAC 380 kV tramite una coppia di trasformatori, all'uscita dei quali ha origine un collegamento marino in AAT che raggiungerà il punto di sbarco a terra.

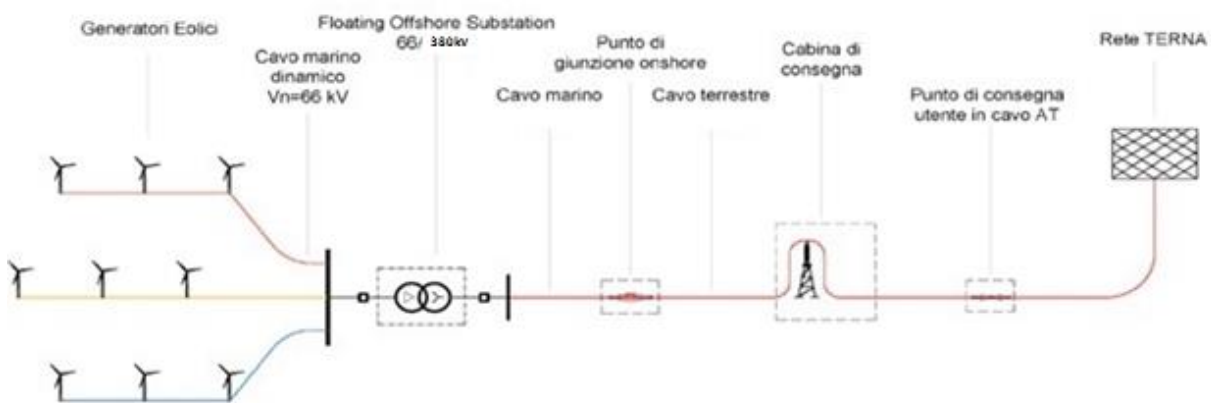


Figura 5.10 – Schema di interconnessione dell'impianto eolico

5.6.1 Cavi elettrici di collegamento tra turbine

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

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



Figura 5.11 – Esempio di cavo di connessione

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

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

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

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

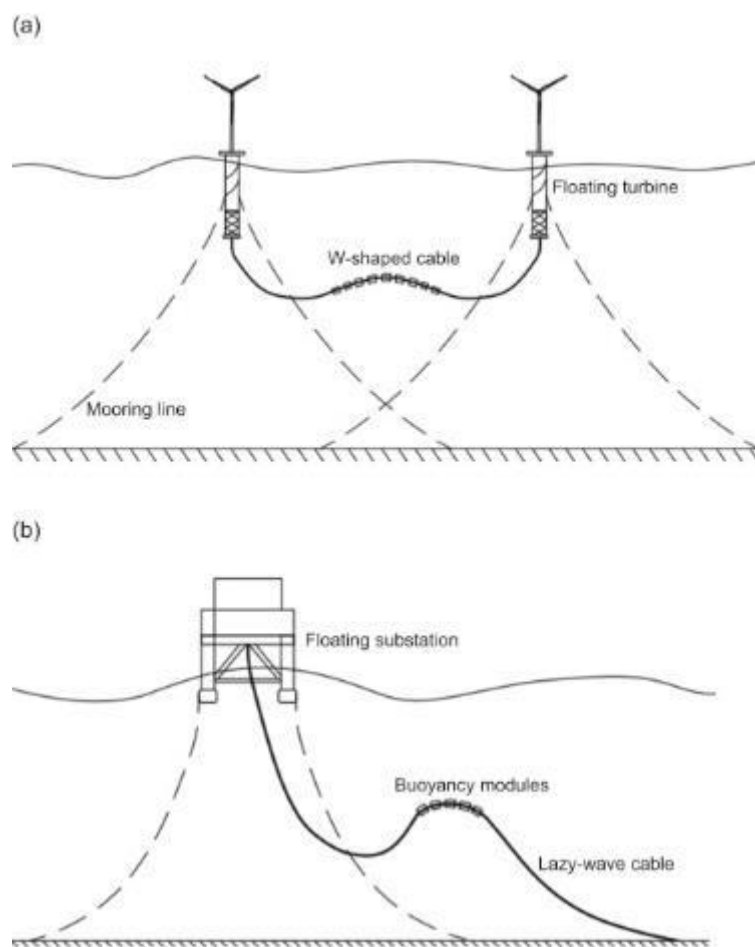


Figura 5-12 – Schema del cavo di collegamento dinamico tra le turbine (Fonte /a23/)

Gli accessori principali sono:

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

5.6.2 Cavi marini per il trasporto dell'energia a terra

Nell'ipotesi formulata il cavo marino di collegamento alla terraferma è lungo circa 105 km e attraversa le diverse batimetrie fino allo sbarco sulla costa.

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

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

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

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

5.6.3 La protezione dei cavi sottomarini

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

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



Figura 5-13 – Sistemi protezione dei cavi tramite gusci e materassi (Fonte /a24/)



Figura 5-14 – Sistemi protezione dei cavi per interramento

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

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

5.7 Opere di connessione a terra

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

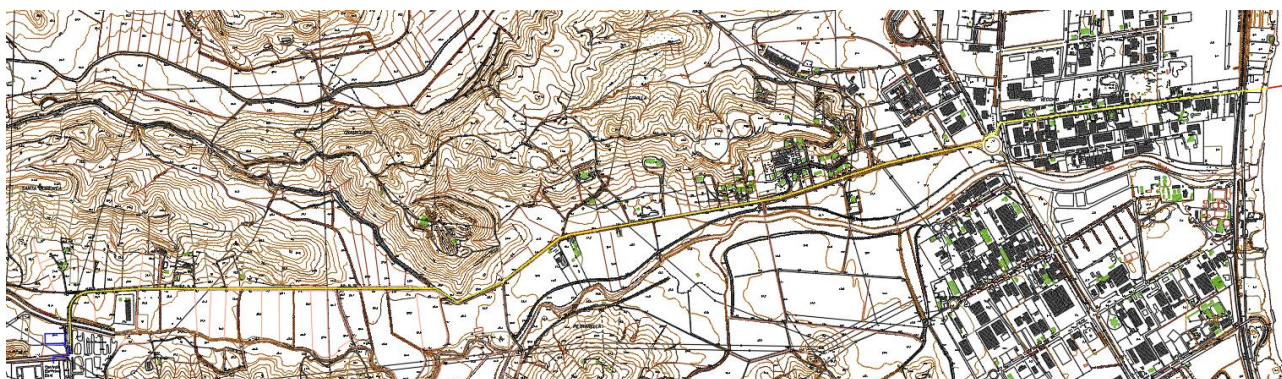


Figura 5-15 – Inquadramento corografico dell'area di intervento a terra

5.7.1 Pozzetto di giunzione a terra

Lo sbarco a terra corrisponde alla zona di transizione tra il settore marittimo e il settore terrestre e la sua localizzazione è stata individuata a nord del porto di Crotona.

La conformazione della costa e i materiali della quale è composta hanno comportato la definizione di una soluzione che semplificasse l'approccio sulla terraferma verso il punto di giunzione. Si prevede l'utilizzo della tecnica di perforazione controllata (HDD – Horizontal Directional Drilling) per l'ultimo km di corridoio.

Il diametro della perforazione dovrà essere in seguito analizzato e tale da poter garantire un adeguato spazio vitale per il cavo, consentendone il passaggio e la successiva adeguata areazione una volta in funzionamento in condizioni di normale esercizio.

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



Figura 5-16 – Pozzetto di giunzione allo sbarco (Transition Joint Bay – TJB)

Una volta sbarcato sulla terraferma, il cavo raggiunge la sottostazione di misura e consegna, mediante un percorso interrato di circa 1 km, realizzato interamente al di sotto di sedi stradali esistenti.

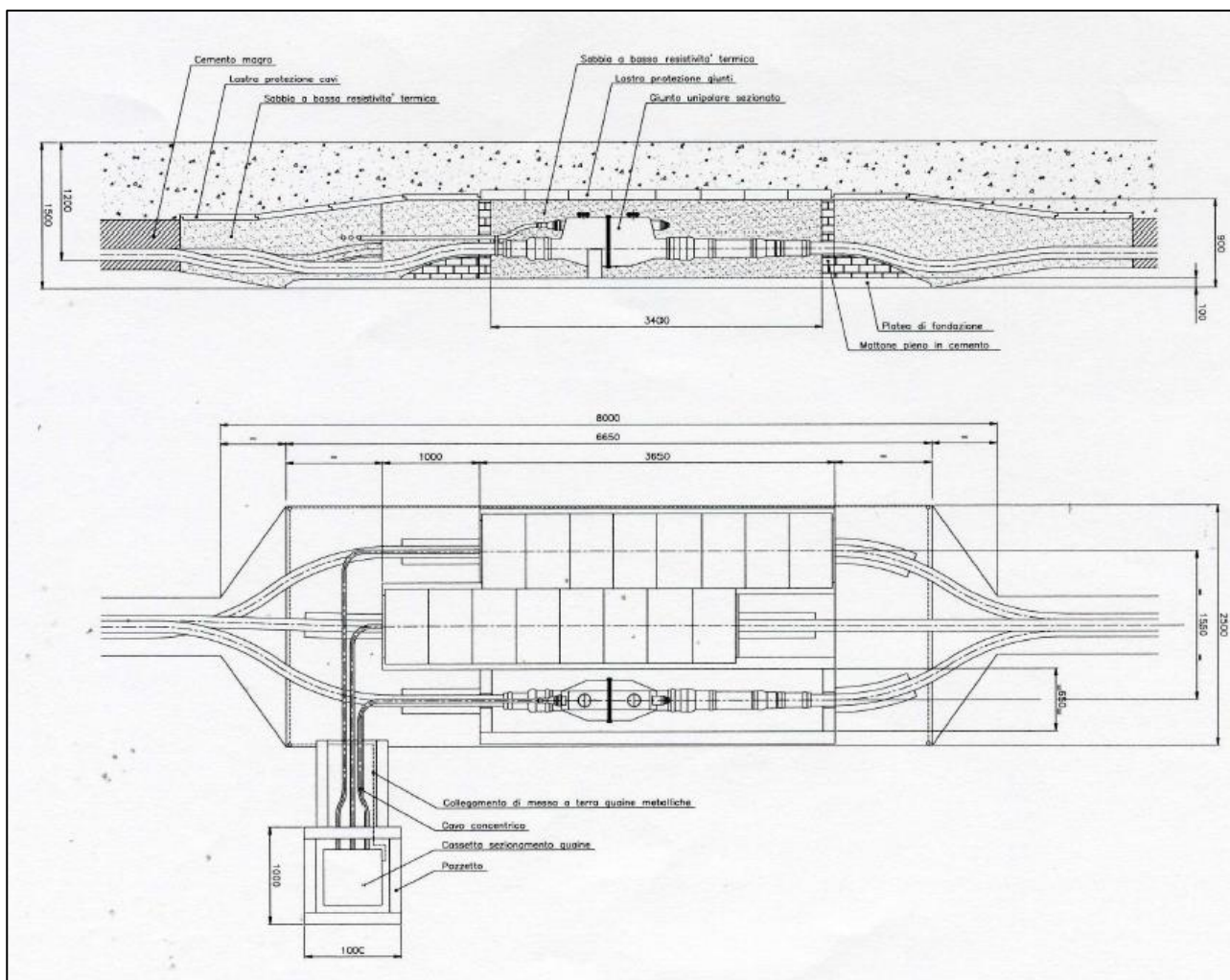


Figura 5-17 – Tipico camera giunti

5.7.2 Fibre ottiche

E' prevista l'installazione di fibre ottiche a servizio del cavidotto, le quali saranno posate contestualmente alla stesura del cavo, secondo le modalità descritte nei tipici allegati.

In sede di progetto esecutivo, e comunque prima che si dia inizio alla realizzazione dell'opera, ed in particolare prima dell'installazione della rete di comunicazioni elettroniche in fibre ottiche a servizio dell'elettrodotto, si procederà all'ottenimento dell'autorizzazione generale espletando gli obblighi stabiliti dal Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n. 259, "Codice delle comunicazioni elettroniche"; in particolare si procederà alla presentazione della dichiarazione, conforme al modello riportato nell'allegato n. 14 al suddetto decreto, contenente l'intenzione di installare o esercire una rete di comunicazione elettronica ad uso privato; ciò costituisce denuncia di inizio attività ai sensi dello stesso D.Lgs.259/2003 art. 99, comma 4.

5.7.3 Collegamento elettrico terrestre

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



Figura 5.18 – Esempio di cavo elettrico terrestre

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

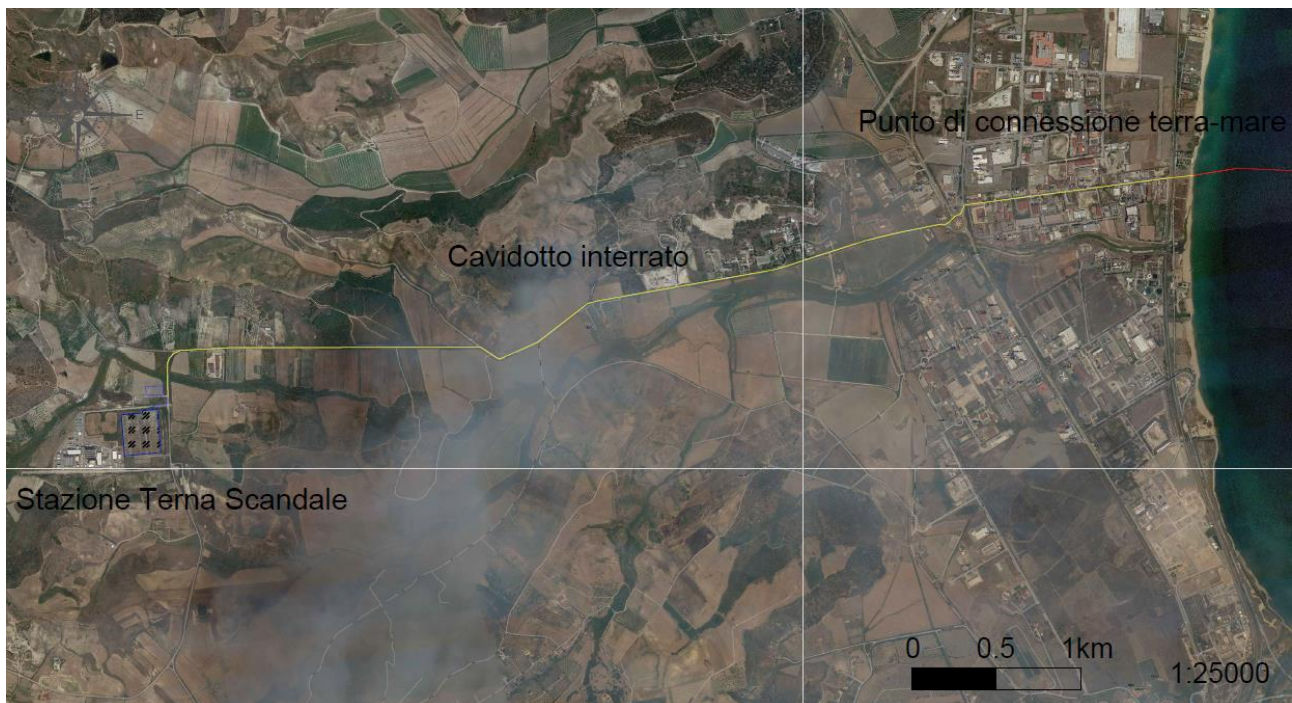


Figura 5.19 – Vista aerea del percorso del cavo di terra

5.7.4 Stazione di consegna elettrica

Il collegamento elettrico interrato giungerà alla centrale Scandale, collegata alla rete di distribuzione regionale, da dove si procederà alla costruzione di una sottostazione per accogliere la connessione della

linea a HVAC di 380 kV proveniente dal parco eolico offshore in un'area recintata di dimensione in pianta di 100x50m e dotata di accessi carrabili e pedonali.



Figura 5.19 – Ubicazione del punto di connessione alla rete regionale

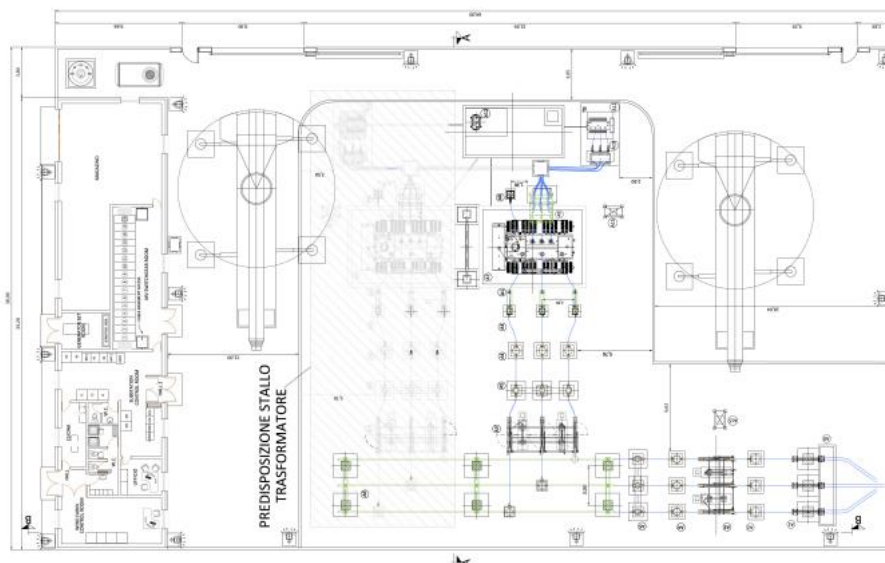


Figura 5.20 – Esempio di Schema planimetrico della Sottostazione di misura e consegna

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

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

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

Infine 1 cavo a HVAC di 380 kV in partenza dalla sottostazione raggiungeranno la stazione TERNA Scandale per la consegna dell'energia alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

6 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE E CONNESSIONE DEL PARCO OFFSHORE

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

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

6.1 SITO DI ASSEMBLAGGIO DELLE TURBINE

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

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

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

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

Per i porti di assemblaggio, al momento è stata individuata un'area nel porto nuovo (area Nord) di Crotona, sotto rappresentata:

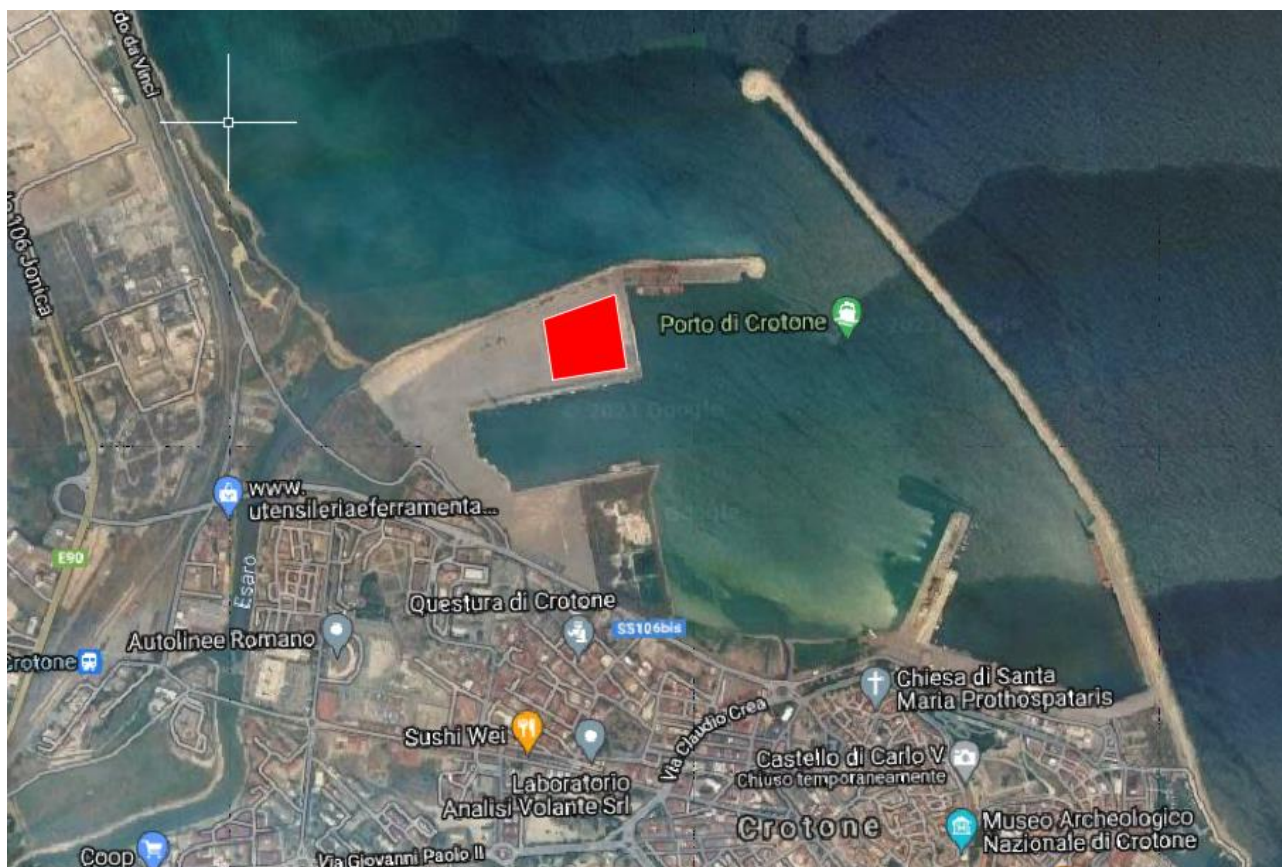


Figura 6.1 – Area portuale di Crotona, possibile sito di assemblaggio

6.2 ASSEMBLAGGIO E VARO DELLA PIATTAFORMA GALLEGGIANTE

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

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



Figura 6-2 – Assemblaggio piattaforma galleggiante (Fonte kinkardine -Cobra)



Figura 6-3 – Fasi di assemblaggio della piattaforma galleggiante (Fonte Windfloat Atlantic Project)



Figura 6-4 – Fasi di assemblaggio della piattaforma galleggiante (Fonte Windfloat Atlantic Project)

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

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



Figura 6-5 – sollevamento del rotore (Fonte: Elronic Wind solution)

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



Figura 6-6 – Esempio dell'operazione di rimorchio (Fonte Windfloat Atlantic Project)

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

6.3 POSA DEI CAVI MARINI

Per le attività di posa dei cavi di interconnessione tra aerogeneratori, in media tensione (66 kV AC) e del cavidotto marino in alta tensione (380kV HVAC), si prevede di utilizzare una nave posacavi di adeguate dimensioni opportunamente attrezzata.

La nave sarà dotata di tutte le attrezzature necessarie alla movimentazione ed al controllo dei cavi sia durante le fasi di imbarco del cavo che durante la posa.

Le operazioni verranno eseguite in stretta collaborazione con le autorità portuali al fine di coordinare i lavori nelle zone soggette a circolazione di natanti.

Come criterio generale, i cavi saranno protetti, laddove possibile, fino alla massima profondità raggiunta, con modalità differenti in funzione del tipo di fondale.

Qualora, a seguito dell'indagine marina di dettaglio, la protezione non sia ritenuta necessaria, nei tratti a maggiore profondità i cavi saranno adagiati sul fondale, senza ulteriori protezioni.

Lo schema di protezione dei cavi prevede un più alto livello di protezione per le zone in prossimità dell'approdo; ciò è dovuto alla maggiore esposizione di tali zone agli agenti meteo-marini e ad attività antropiche.

Nelle zone di sedimenti sciolti ed a bassa coesione la protezione dei cavi avverrà mediante insabbiamento con macchina a getti (sorbona) alla profondità di circa 1 m sotto la superficie del fondo marino.

La macchina a getti d'acqua si basa sul principio di fluidificare il sedimento superficiale del fondo mediante l'uso di getti d'acqua marina prelevata in sito, getti che vengono usati anche per la propulsione. La macchina si posa a cavallo del cavo da interrare e mediante l'uso esclusivo di getti d'acqua fluidifica il materiale creando una trincea entro la quale il cavo si adagia: quest'ultimo viene poi ricoperto dallo stesso materiale in sospensione; gran parte del materiale movimentato (circa il 60-70%) rimane all'interno della trincea e non può essere disperso nelle immediate zone limitrofe da eventuali correnti sottomarine; successivamente le correnti marine contribuiscono in modo naturale a ricoprire completamente il cavo e quindi a garantire una immobilizzazione totale del cavo e una sua efficace protezione. Non vengono utilizzati fluidi diversi dall'acqua marina in sito e il riempimento dello scavo si effettua in pratica esclusivamente con lo stesso materiale di risulta.

Nel caso in cui la copertura di interrimento fosse insufficiente, si provvederà alla messa in opera di sacchetti di cemento o di materassi o altri mezzi idonei a copertura dei cavi.

Nel caso di fondo roccioso o nelle zone di sedimenti cementati, i cavi saranno ancorati alla roccia con collari, fissati manualmente da sommozzatori, ovvero in alternativa lasciati appoggiati sul fondo ed eventualmente protetti con materassi di cemento o ghiaia.

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

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



Figura 6-7 – Illustrazione dell'installazione del cavo (Fonte: Offshore Gode-wind)

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

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

6.4 APPRODO DEL CONDOTTO MARINO

Nelle immediate vicinanze della costa, le operazioni di protezione verranno effettuate da sommozzatori con un sistema manuale con un principio di funzionamento analogo a quello della macchina a getti.

Per la posa in prossimità dell'approdo si potrà procedere seguendo la tecnica riportata nelle figure seguenti, che prevede l'utilizzo di barche di appoggio alla nave principale per il tiro a terra della parte terminale dei cavi, tenuti in superficie tramite dei galleggianti durante le operazioni.

Il tratto compreso fra l'approdo e la buca giunti sarà realizzato con trivellazione teleguidata. Il profilo e le caratteristiche di posa in questo tratto sono illustrate nella figura sopra riportata.

Dopo aver effettuato le trivellazioni, i cavi saranno posati all'interno di tubi in acciaio o PEAD (polietilene ad alta densità).

L'estremità lato mare del tratto da eseguire con trivellazione teleguidata (HDD o microtunnel) sarà provvisoriamente protetto con apposito cassone in lamiera, all'interno del quale sarà effettuato uno scavo per far uscire le suddette estremità evitando al contempo il contatto con l'acqua per minimizzare l'uscita di fanghi, in modo da facilitare le operazioni di posa delle tubazioni all'interno dei fori e la successiva posa dei

cavi. Il cassone sarà scoperto sul lato superiore e avrà un'altezza di circa 1 m oltre il livello massimo dell'acqua. Avrà una larghezza di circa 20 m per 15 m di profondità.

La trivellazione avverrà posizionando la macchina in corrispondenza dell'estremità lato terra (buca giunti), effettuando pertanto i fori con avanzamento verso il mare. Giunti all'altra estremità, si procederà al trascinarsi in senso opposto dei tubi, dotati di apposita testa per l'ancoraggio all'utensile della macchina. La posa avverrà ad una profondità non inferiore a 2 m.

In prossimità dell'approdo, i cavi verranno inseriti in opportuna tubazione sotterranea, posata mediante perforazione teleguidata (directional drilling).

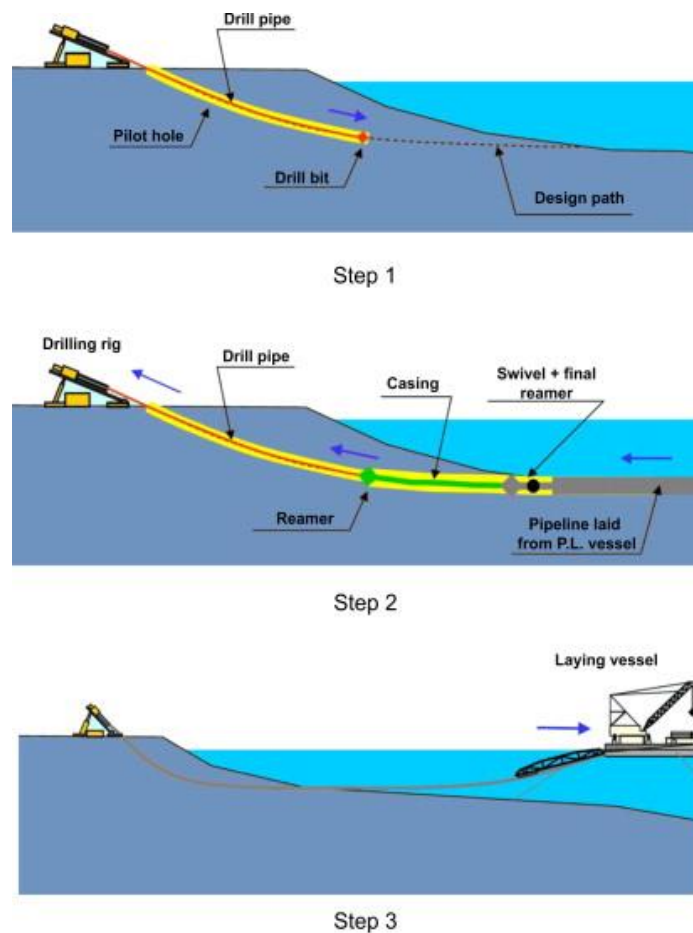


Figura 6-8 – Tipico di posa del cavo mediante “directional drilling” (Fonte Science Direct)

6.5 OPERATIVITA' CANTIERE OFFSHORE

Le condizioni atmosferiche sono uno dei parametri più importanti da considerare nel caso di lavori in mare aperto. Durante le fasi di cantiere offshore le condizioni atmosferiche saranno pertanto monitorate costantemente in modo da produrre un bollettino meteorologico locale previsionale dettagliato e sempre aggiornato. Il cantiere procederà tenendo in considerazione l'ipotesi del verificarsi di condizioni atmosferiche difficili e prevedendo, già in fase di programmazione esecutiva dell'attività lavorativa, piani che permettano di adattarsi, in modo rapido e flessibile, alle variazioni delle condizioni meteo-marine.

In linea generale, il periodo utile per il cantiere offshore è compreso tra inizio maggio e fine ottobre. Viceversa, durante i mesi invernali (da inizio novembre a fine aprile), il cantiere potrebbe essere a operatività ridotta.

In base alle indicazioni fornite dallo studio meteomarinario, è possibile effettuare una valutazione di massima dell'operatività del cantiere. L'altezza d'onda di soglia, al di sopra della quale è necessario sospendere le operazioni di cantiere, dipende dalle caratteristiche del pontone prescelto e dalla tipologia di lavoro considerata.

6.6 POSA DEI CAVI TERRESTRI

Il tracciato è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11- 12-1933 n.1775, comparando le esigenze di pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati.

Nella definizione dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;

- mantenere il tracciato del cavo il più possibile parallelo alle strade esistenti, soprattutto in corrispondenza dell'attraversamento di nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico.

La realizzazione dell'opera avverrà per fasi sequenziali di lavoro che permettano di contenere le operazioni in un tratto limitato (circa 500÷600 metri) della linea in progetto, avanzando progressivamente sul territorio.

In generale le operazioni si articoleranno secondo le fasi elencate nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- ricopertura della linea e ripristini.

La posa del cavo terrestre si svolge tra il pozzetto di giunzione (TJB) e la sottostazione per uno sviluppo lineare di circa 6.5 km. Il cavo sarà posato lungo le strade esistenti usando normali macchine da cantiere.

La posa avviene realizzando una trincea di circa 0,70 m di larghezza e circa 1,7 m di profondità lungo il percorso. La figura a seguire mostra una sezione tipica dell'elettrodotta terrestre su strada.

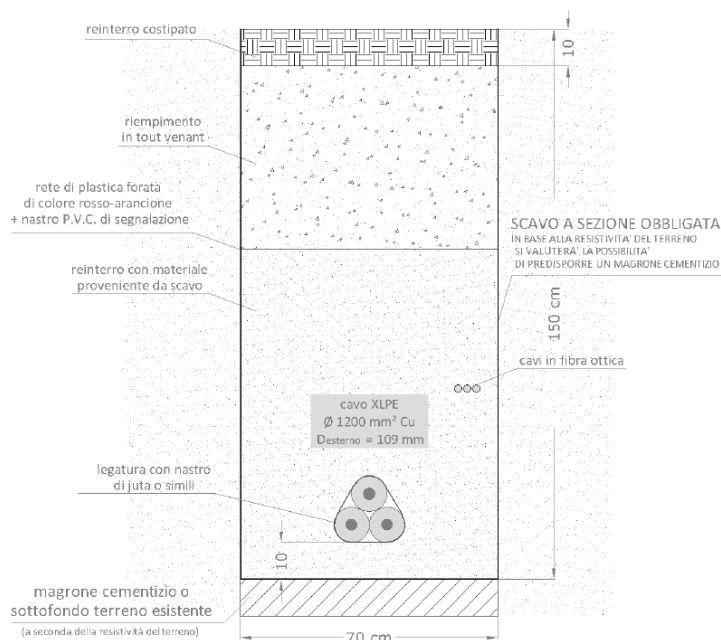


Figura 6-9 – Tipico di posa di cavo in corrente alternata

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

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

Posa con fodere in PEAD

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

Posa con tubi in PVC

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

Posa con TOC

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

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

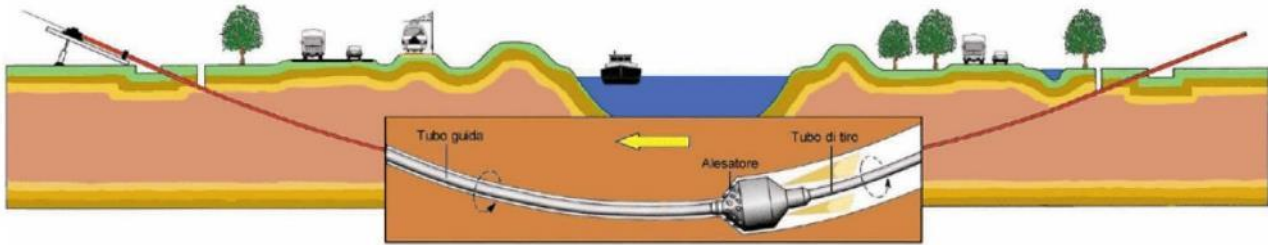


Figura 6-10 – Rappresentazione schematica di una TOC

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

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

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato di adeguato spessore. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

E' previsto inoltre il posizionamento di targhette resistenti ed inalterabili (di tipo non intrusivo) sulla sede stradale, per la segnalazione del tracciato del cavo.

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 500÷800 m l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di opportune buche giunti. Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto.

E' prevista l'installazione di fibre ottiche a servizio del cavidotto, le quali saranno posate contestualmente alla stesura del cavo.

In sede di progetto esecutivo, e comunque prima che si dia inizio alla realizzazione dell'opera, ed in particolare prima dell'installazione della rete di comunicazioni elettroniche in fibre ottiche a servizio dell'elettrodotto, si procederà all'ottenimento dell'autorizzazione generale espletando gli obblighi stabiliti dal Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n. 259, "Codice delle comunicazioni elettroniche"; in particolare si procederà alla presentazione della dichiarazione, conforme al modello riportato nell'allegato n. 14 al suddetto decreto, contenente l'intenzione di installare o esercire una rete di comunicazione elettronica ad uso privato; ciò costituisce denuncia di inizio attività ai sensi dello stesso D.Lgs. 259/2003 art. 99, comma 4.

6.7 STAZIONE DI CONSEGNA

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

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

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

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

7 MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

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

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

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

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

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

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

8 PIANO DI DISMISSIONE

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

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

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

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

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

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

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

Il ripristino delle condizioni ambientali deve essere effettuato come un restauro ecologico e quindi condotto secondo i criteri e metodi di Restoration Ecology (come da standard internazionali definiti dalla Society for Ecological Restoration).

9 CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma di costruzione può essere riassunto nelle seguenti fasi:

1) Fasi preliminari, indagini e sopralluoghi specialistici

- Indagine geologica e geotecnica;
- Ingegneria di costruzione.

2) Allestimento del cantiere

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

3) Assemblaggio turbina

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

4) Assemblaggio sottostazione elettrica galleggiante

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

5) Installazioni in mare

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

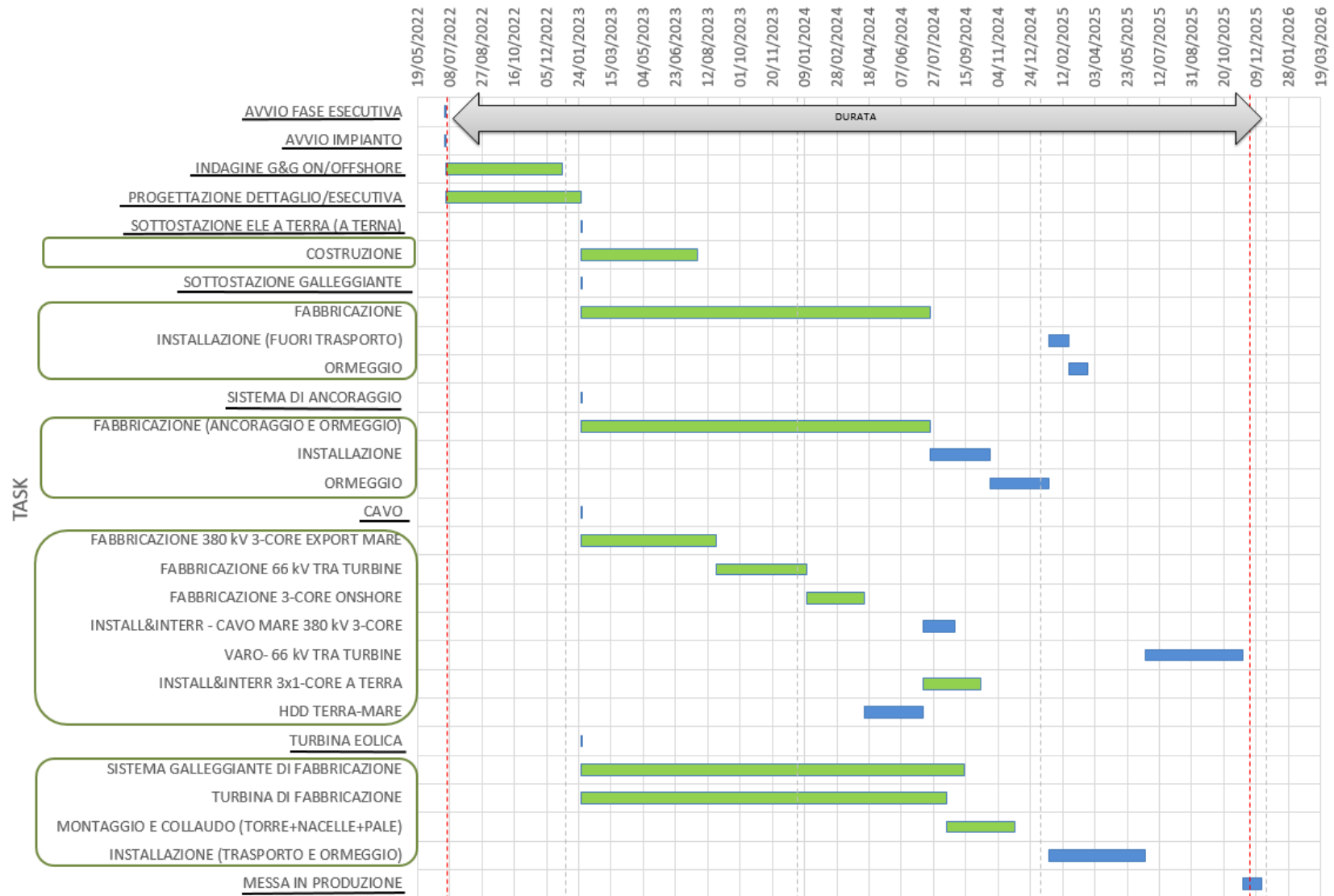
- verifiche e ispezioni finali;

6) Costruzione delle opere a terra

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

7) Collaudo e messa in esercizio dell'impianto.

CRONOPROGRAMMA PARCO EOLICO OFFSHORE



10 RIFERIMENTI

- /A1/Geoportale Nazionale, tratto da <http://www.pcn.minambiente.it/viewer/>
- /A2/New European wind Atlas, tratto da <https://www.neweuropeanwindatlas.eu/>
- /A3/Wind Europe Community, tratto da <https://windeurope.org/>
- /A4/<http://www.comune.crotone.it/>
- /A5/AMP "Aree Marine Protette". (s.d.).
- /A6/CMEMS. (2020). CMEMS, Copernicus Marine Environment Monitoring Service. Tratto da <http://marine.copernicus.eu>
- /A7/DHI. (2020). MetOcean Data Portal, On demand data and analytics globally. Tratto da <http://www.metocean-ondemand.com> EMODnet.
- /A8/EMODnet. (2020). EMODnet Bathymetry. Tratto da <http://www.emodnet-bathymetry.eu>
- /A9/EMODnet. (2020). EMODnet Human Activities. Tratto da <http://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php>
- /A10/ENEA. (2019). Mediterranean + Black Sea circulation forecast, run daily. Tratto da <https://giotto.casaccia.enea.it/mito/>
- /A11/Falco, L., Pititto, A., Adnams, W., Earwaker, N., & Greidanus, H. (2019). EU Vessel density map - Detailed Method. EMODnet.
- /A12/INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.
- /A13/MARIN. Report No.18591.620/TECH_DOC/2 - Contact drift model. MARIN.
- /A14/MarineTraffic. (2019). MarineTraffic: Global ship tracking intelligence. Tratto da <http://www.marinetraffic.com>
- /A15/Rawson, A., & Rogers, E. (2015). Assessing the impacts to vessel traffic from offshore wind farms in the Thames estuary. Scientific Journal of the Maritime University of Szczecin , 99-107.
- /A16/SSPA Sweden AB. (2008). Methodology for assessing risks to ship traffic from offshore wind farms. SSPA.
- /A17/Technical University of Denmark (DTU). (2020). Global Wind Atlas. Tratto il giorno Marzo 2020 da <https://globalwindatlas.info/>
- /A18/Vinnem, J.-E. (2014). Offshore risk assessment. Londra: Springer.
- /A19/Web Map di DGSUNMIG - MISE - Direzione generale per la sicurezza anche ambientale delle attività minerarie ed energetiche DGS-UNMIG. (s.d.).
- /A20/ZTB "Zone di Tutela Biologica". (s.d.).
- /A21/www.ser.org
- /A22/<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142061521003677>
- /A23/<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/floating-offshore-wind-turbine>
- /A24/<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032118305355>
- /A25/<http://geoportale.regione.calabria.it/opendata>