

Progetto Definitivo

# PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA



# POSELE

C0123BR00POSELE00a

# TYRRHENIAN WIND ENERGY

Ministero dell'Ambiente  
e della Sicurezza Energetica

Ministero della Cultura

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti

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

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

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

## Relazione tecnica ELETTRODOTTO MARINO

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

Elaborazioni  
**iLStudio.**  
Engineering & Consulting **Studio**



00	Luglio 2023	Emesso per approvazione		
Rev. Est.	Data emissione	Descrizione		Cod. Ela.

Cod.:

<b>C</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>P</b>	<b>O</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>L</b>	<b>E</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>a</b>
Tipo	Num. Com.	Anno	Cod. Set.	Tip. Ela.	Prog. Ela.	Descrizione elaborato					Rev. Est.	Rev. Int.					

<b>PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA</b>		
PROGETTO DEFINITIVO		
<b>Relazione tecnica - Elettrodotto marino</b>		
Codice documento: <b>C0123BR00POSELE00a</b>	Data emissione: <b>Luglio 2023</b>	Pagina <b>I di IV</b>

## SOMMARIO

---

<b>1. SCOPO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELLE OPERE A MARE .....</b>	<b>3</b>
3.1. Elettrodotto marino di esportazione, Ofec .....	3
3.1.1. Aspetti costitutivi del cavo statico .....	4
3.1.2. Caratteristiche elettriche del cavo statico.....	5
3.1.3. Tracciato del cavo fino al TJB.....	6
3.2. Posa e protezione dei cavi marini.....	8
3.2.1. Protezione per interramento .....	11
Scava-trincee a getto – jet trenching .....	11
Scava-trincee meccaniche – mechanical trenching.....	12
Scava-trincee a trascinamento – cable ploughs .....	12
Trenching chirurgico.....	13
<b>Trivellazione orizzontale controllata (TOC).....</b>	<b>13</b>
3.2.2. Altri sistemi di protezione (senza interramento) .....	14
Protezione con massi naturali – rockdumping.....	14
Protezione con materassi in calcestruzzo.....	14
Protezione con elementi tubolari modulari .....	16
3.2.3. Applicabilità dei sistemi di protezione per interramento .....	17
3.2.4. Stima dei volumi e tempi di escavazione .....	19

---

<b>PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA</b> PROGETTO DEFINITIVO		
<b>Relazione tecnica - Elettrodotto marino</b>		
Codice documento: <b>C0123BR00POSELE00a</b>	Data emissione: <b>Luglio 2023</b>	Pagina <b>II di IV</b>

## **INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1.1 – Ubicazione delle opere di progetto. ....	1
Figura 2.1 – Schema concettuale dell'impianto. ....	2
Figura 3.1 – Esempio di giunto statico per applicazioni in ambito offshore. ....	3
Figura 3.2 – Costruzione tipica di un cavo statico.....	5
Figura 3.3 – Percorso elettrodotto di esportazione marino.....	7
Figura 3.4 – Tipico di posa dell'elettrodo marino 66 kV AC. ....	11
Figura 3.5 – ROV jet trencher, (a sinistra) componenti principali, (a destra) fase di posa del cavo. ....	12
Figura 3.6 – Scavattrincee a catena. A sinistra componenti principali, a destra fase di preparazione alla posa del cavo. .	12
Figura 3.7 – Esempio di dispositivo per la posa in trincea del cavo. ....	12
Figura 3.8 – Scava-trincee a trascinamento, (a sinistra) componenti principali, (a destra) fase di posa del cavo. ....	13
Figura 3.9 – Esempio di posa con tecnica di trenching chirurgico. ....	13
Figura 3.10 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in massi naturali.....	14
Figura 3.11 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione a materassi in cls. ....	15
Figura 3.12 – Esempio di posa con protezione a materassi in cls (rendering).....	15
Figura 3.13 – Esempio di utilizzo di materassi zavorrati per interventi di reimpianto di Posidonia oceanica. ....	16
Figura 3.14 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in elementi tubolari modulari.....	17
Figura 3.15 – Esempio di posa con protezione in elementi modulari tubolari. ....	17
Figura 3.18 - Definizione di trincea fornita da Carbon Trust. ....	19

<b>PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA</b> PROGETTO DEFINITIVO		
<b>Relazione tecnica - Elettrodotto marino</b>		
Codice documento: <b>C0123BR00POSELE00a</b>	Data emissione: <b>Luglio 2023</b>	Pagina <b>III di IV</b>

## **INDICE DELLE TABELLE**

---

Tabella 3.1 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell’elettrodotto marino di esportazione. ....	6
Tabella 2.1 - Coordinate punti cavi marini di esportazione.....	8
Tabella 3.2 – Matrice di rischio per valutazione CBRA interrimento cavi. ....	18
Tabella 3.3 – Matrice di applicabilità delle tecniche di interrimento cavi.....	18
Tabella 3.4 – Parametri per il calcolo della profondità target della trincea (Traget Trench Depth).....	20
Tabella 3.5 – Lunghezze e stime dei volumi di escavazione della trincea per ogni cavo di esportazione. ....	20
Tabella 3.6 – Stima dei tempi di esecuzione escavazione della trincea per ogni cavo di esportazione e metodo di interrimento. ....	21

---

## **INDICE DELLE VOCI**

---

<b>ALARP</b>	As Low As Reasonably Practical
<b>BAT</b>	Best Available Technology
<b>CBRA</b>	Cable Burial Risk Assessment
<b>IAC</b>	Inter-Array Cable
<b>MAG</b>	MAGnetometriche
<b>MBES</b>	Multi Beam Echo Sounder
<b>ROV</b>	Remotely Operated Vehicle
<b>RTN</b>	Rete di Trasmissione Nazionale
<b>SBP</b>	Sub Bottom Profiler
<b>SSS</b>	Side Scan Sonar
<b>TOC</b>	Trivellazione Orizzontale Controllata
<b>TJB</b>	Transition joint bay
<b>UHR</b>	Ultra-High Resolution
<b>WTG</b>	Wind Turbine Generator

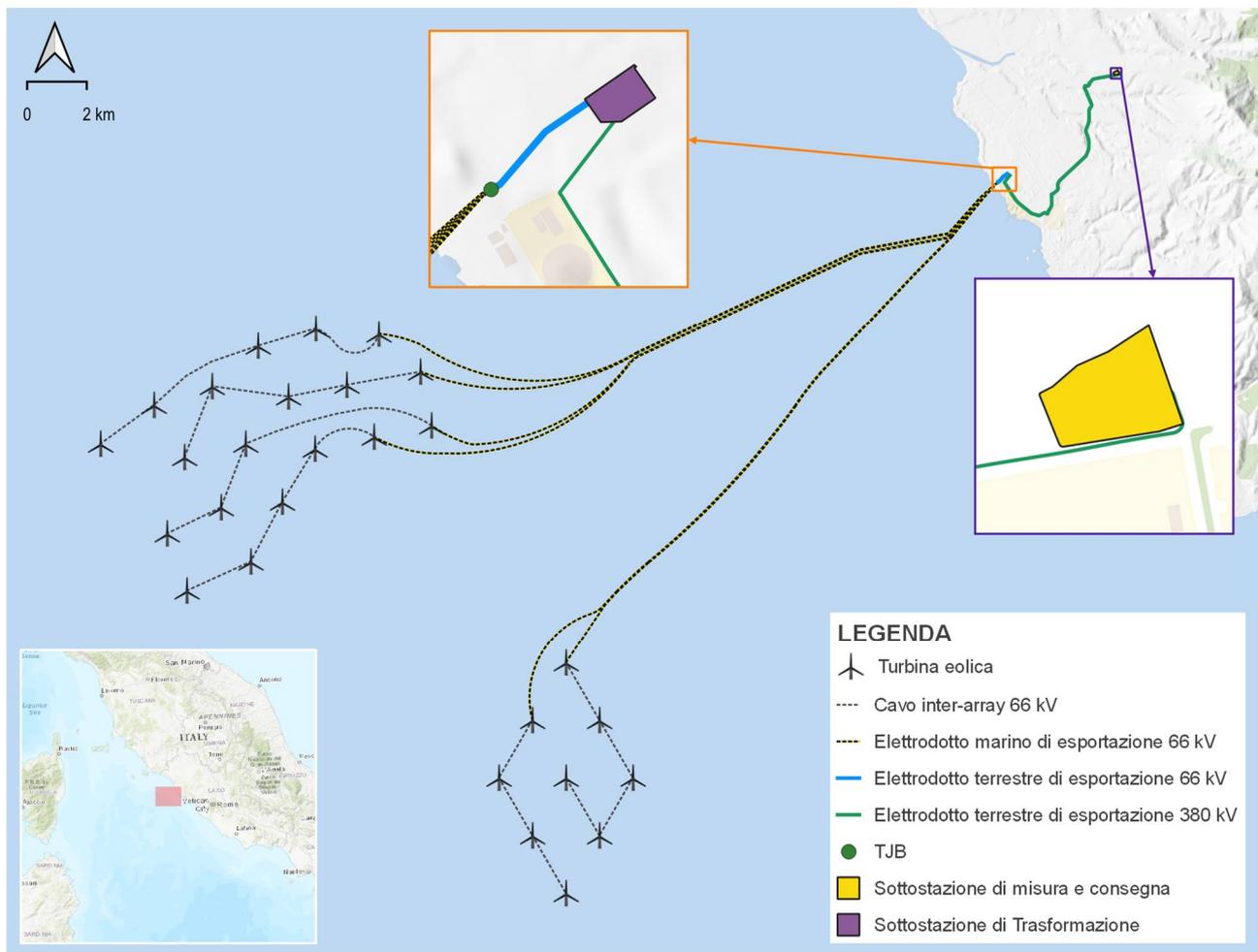
---

## 1. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il progetto di realizzazione di un parco eolico offshore al largo delle coste di Civitavecchia qui presentato prevede attività di posa in mare di una rete di cavi marini inter-array e di un sistema di 6 cavi marini tripolari di esportazione a 66 kV, con approdo in TOC a circa 200 m oltre la linea di costa in un punto di giunzione a terra.

Nell'ambito del procedimento per il rilascio del Provvedimento Unico in Materia Ambientale di cui all'art. 27, co. 2, lett. c), D.lgs. 152/2006, la presente relazione mira a descrivere il tracciato dell'elettrodotto marino e le modalità di posa, al fine di ottenere l'autorizzazione riguardante le attività di posa in mare di cavi e condotte di cui all'art. 109 del medesimo decreto.

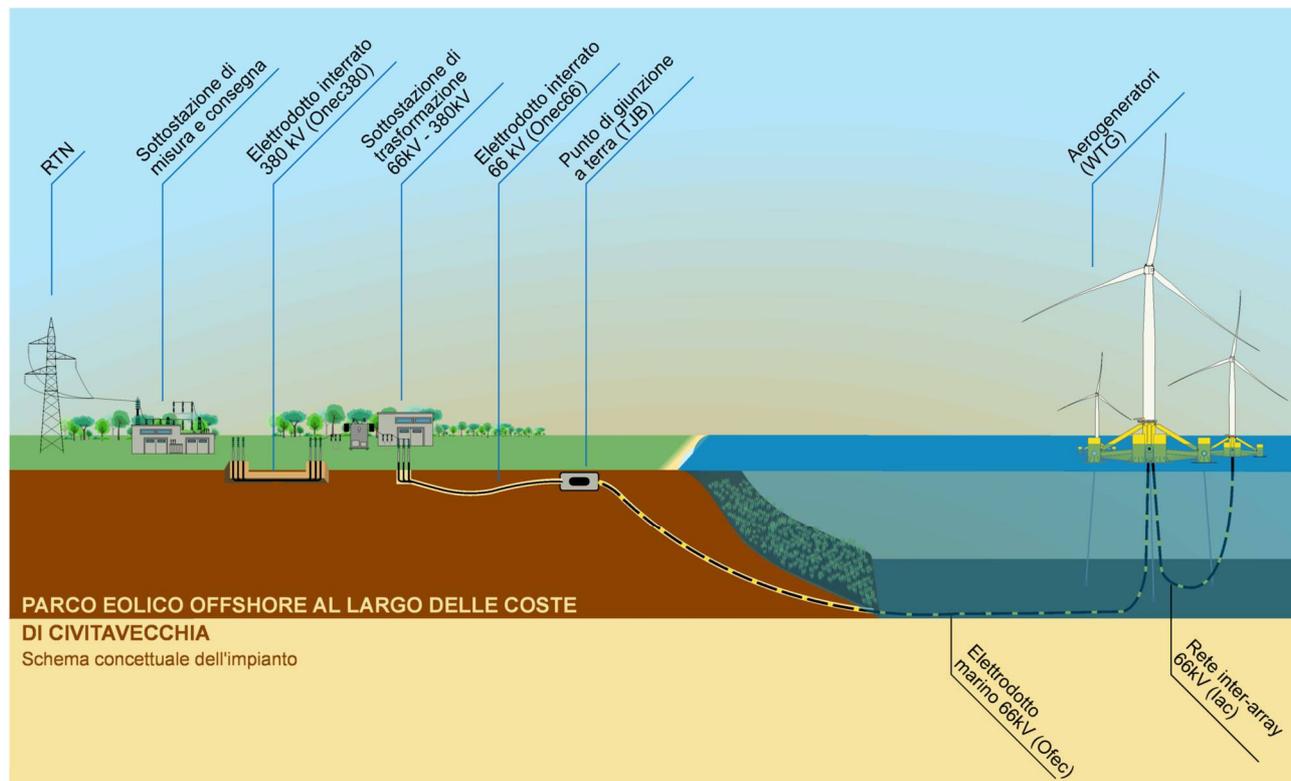
In particolare, ai sensi dell'art. 109, co. 5-bis, D.lgs. 152/2006 "per gli interventi assoggettati a valutazione di impatto ambientale, nazionale o regionale, le autorizzazioni ambientali di cui ai commi 2 e 5 sono istruite e rilasciate dalla stessa autorità competente per il provvedimento che conclude motivatamente il procedimento di valutazione di impatto ambientale" e, pertanto, l'Autorità competente al rilascio di detto provvedimento è il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.



**Figura 1.1 – Ubicazione delle opere di progetto.**

## 2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'impianto di produzione eolica, a realizzarsi nel Mar Tirreno nel settore geografico sud-ovest delle coste di Civitavecchia, a oltre 20 km dalle più vicine coste laziali, garantirà una potenza nominale massima pari a 504 MW attraverso l'utilizzo di 28 aerogeneratori sostenuti da innovative fondazioni galleggianti.



**Figura 2.1 – Schema concettuale dell'impianto.**

Elaborazione iLStudio.

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

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

Ciascun aerogeneratore (*Wind Turbine Generator – WTG*) sarà costituito da un rotore tripala con diametro fino a 255 m calettato su torre ad una quota sul livello medio mare fino a 165 m. L'energia elettrica prodotta dalle turbine alla tensione di 66 kV sarà collettata attraverso una rete di cavi marini inter-array (*Inter-array cable - Iac*) e convogliata verso la terraferma attraverso un sistema di 6 cavi marini tripolari di esportazione (*Offshore export cable - Ofec*) a 66 kV, con approdo in TOC a circa 200 m oltre la linea di costa in un punto di giunzione a terra (*Transition Junction Bay - TJB*). Da qui, previo collegamento a 66 kV (*Onshore export cable – Onec66*), l'energia sarà trasportata presso una sottostazione elettrica di trasformazione prossima al punto di giunzione, ove sarà effettuata l'elevazione della tensione nominale da 66 kV a 380 kV. Un nuovo elettrodotto interrato di esportazione a 380 kV (*Onshore export cable – Onec380*), permetterà quindi il collegamento alla nuova sottostazione di misure e consegna in prossimità della esistente stazione elettrica RTN TERNA "Aurelia" per la definitiva connessione alla Rete Nazionale.

### **3. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELLE OPERE A MARE**

#### **3.1. Elettrodotto marino di esportazione, Ofec**

L'elettrodotto di esportazione congiunge il lato AT 66 kV di ciascun sottocampo del parco eolico al relativo punto di giunzione onshore TJB a partire dalla quale l'energia elettrica prodotta dall'impianto viene convogliata, mediante elettrodotto terrestre interrato 66 kV, verso la sottostazione di trasformazione 380 kV e successivamente verso la stazione di misura e consegna. Di qui un elettrodotto di connessione 380 kV consentirà la connessione alla adiacente stazione RTN TERNA "Aurelia". Il progetto prevede 6 sottocampi ed in uscita da ciascuno di essi, l'impiego di un singolo cavo tripolare con struttura ibrida statica-dinamica, ottenuto mediante giunzione di una sezione dinamica e di una sezione statica; la prima interessa il tratto discendente dall'ultimo aerogeneratore di ogni sottocampo fino al relativo touchdown point, la seconda corrisponde invece al tratto orizzontale in contatto col fondale e non soggetto a carichi di tipo dinamico (se non di piccola entità). Anche in questo caso è prevedibile la posa del tratto dinamico in configurazione lazy-S per assecondare l'escursione della struttura aerogeneratore-fondazione mentre l'installazione sul fondale sarà di tipo misto, in relazione alle specifiche condizioni geofisiche e geotecniche, con eventuale combinazione di tratti in trincea, tratti in appoggio semplice con ricopertura di protezione mediante materassini in cls, rockdumping o con elementi tubolari modulari.

In relazione alla lunghezza di posa, il cavo di esportazione includerà certamente una serie di giunzioni intermedie realizzate in fabbrica (giunti flessibili) e di giunzioni rigide realizzate direttamente in loco.

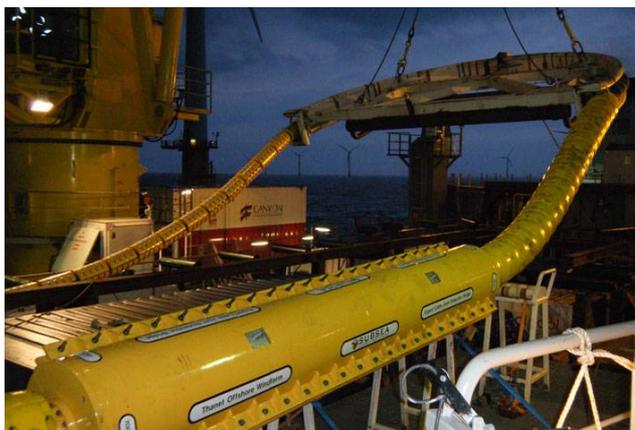
In un giunto flessibile i conduttori sulle due estremità dei cavi da unire sono collegati mediante saldatura o brasatura. Il sistema di isolamento, la guainatura e la ricostruzione delle armature sono effettuate strato per strato secondo modalità specifiche del costruttore. Dopo il ripristino il giunto ha approssimativamente lo stesso diametro del cavo originale nonché simile comportamento a flessione e può essere gestito con i normali macchinari per la movimentazione dei cavi.

I giunti rigidi al contrario impiegano un manicotto isolante prefabbricato il cui involucro esterno è solitamente assimilabile ad un cilindro metallico saldamente collegato all'armatura del cavo. Giunti di questa tipologia sono certamente più veloci da realizzare rispetto ai giunti flessibili ma la posa richiede l'utilizzo di gru e considerazioni specifiche sulla movimentazione da definire come parte dell'ingegneria di dettaglio.



**Figura 3.1 – Esempio di giunto statico per applicazioni in ambito offshore.**

Fonte: <https://www.subenesol.co.uk>

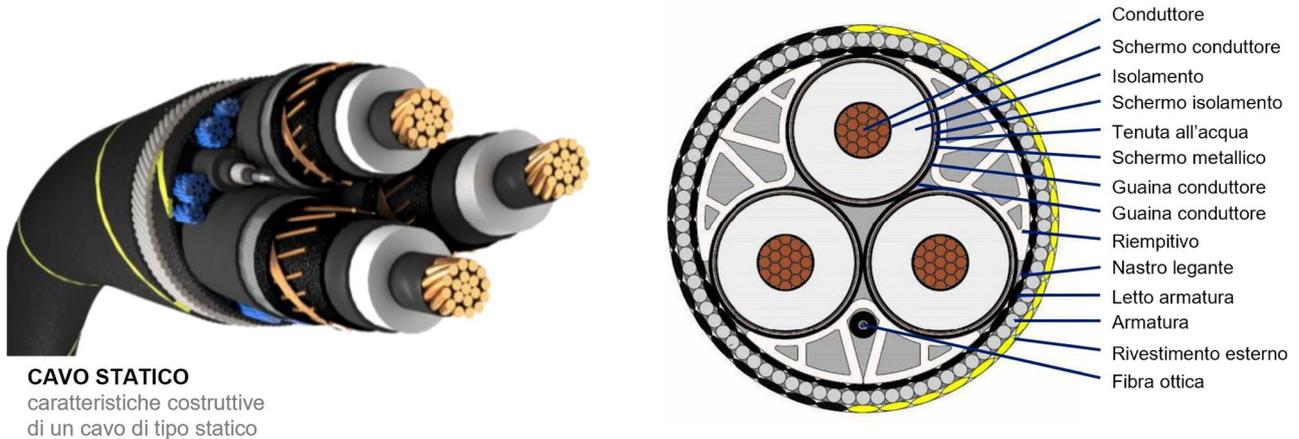


Per il progetto, il giunto di transizione tra la sezione dinamica e quella statica del cavo di esportazione sarà un giunto flessibile realizzato in fabbrica. Sarà inoltre disponibile una soluzione tecnica di giunto rigido per la gestione di eventuali scenari di riparazione sia durante le fasi di costruzione che di funzionamento del progetto. Tutti i giunti lungo il cavo saranno chiaramente contrassegnati durante la produzione e l'esatta posizione dei giunti lungo il percorso sarà registrata durante l'installazione e inclusa nella relativa documentazione *as-built*.

### **3.1.1. Aspetti costitutivi del cavo statico**

La costruzione di un cavo statico può ritenersi consolidata sulla scorta delle molteplici esperienze maturate in diversi progetti offshore internazionali. Il progetto prevede tuttavia una soluzione tecnica all'avanguardia che utilizza cavi a 66 kV con elevata capacità in corrente. La struttura del cavo è simile a quella analizzata per i cavi dinamici, sono quindi previsti in generale:

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

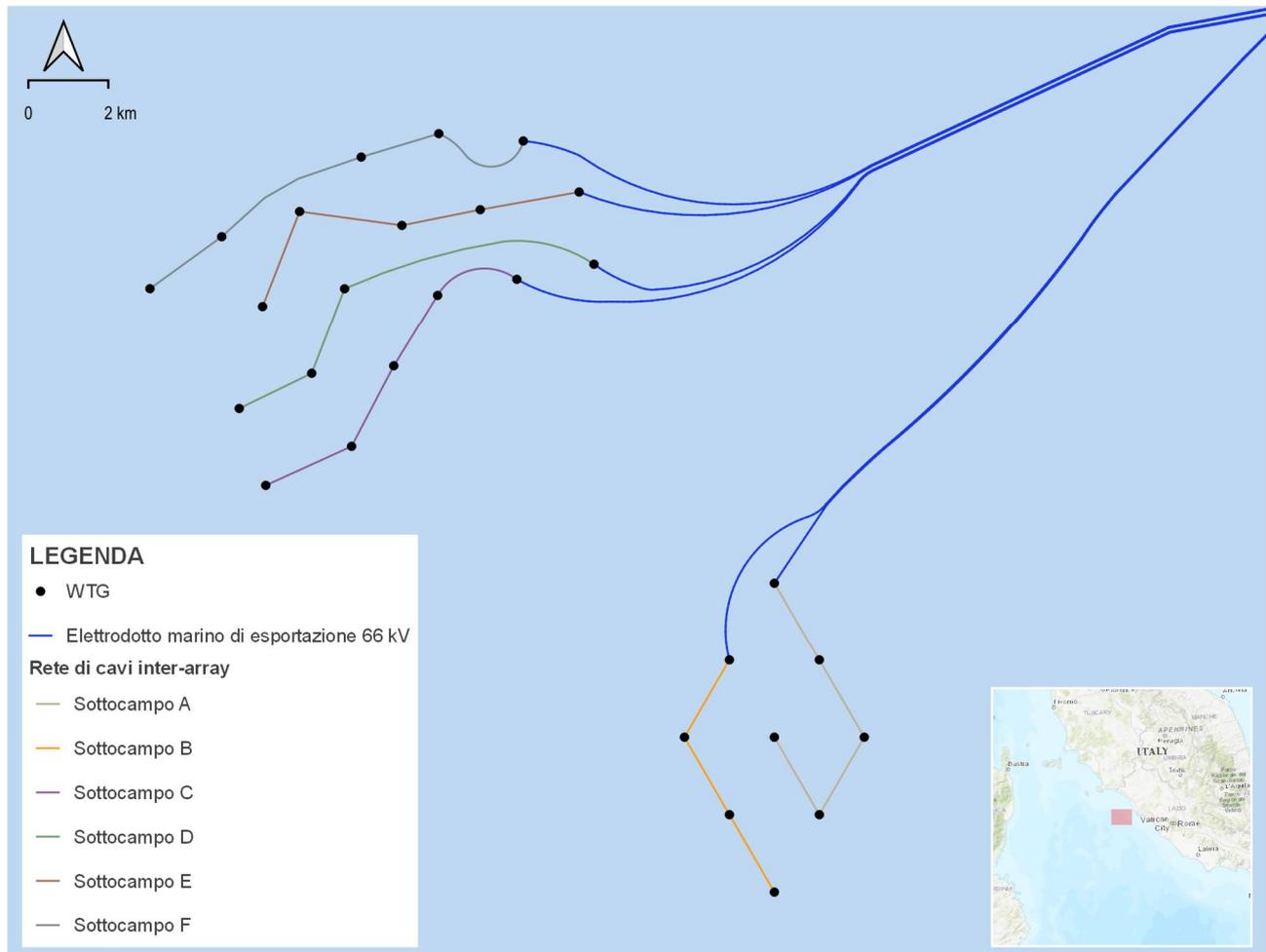


**CAVO STATICO**  
caratteristiche costruttive  
di un cavo di tipo statico

**Figura 3.2 – Costruzione tipica di un cavo statico.**  
Elaborazione iLStudio.

### 3.1.2. Caratteristiche elettriche del cavo statico

I conduttori elettrici dei cavi di esportazione sono dimensionati in relazione alla portata elettrica determinata al livello operativo di tensione (66 kV) e alla potenza nominale dell'impianto ed in particolare dei sottocampi (90 MW per i sottocampi che raggruppano n.5 aerogeneratori e 72 MW per i sottocampi che raggruppano n.4 aerogeneratori).



**Figura 2.3 – Layout parco eolico e linee di sottocampo.**  
Elaborazione iLStudio.

Le sezioni elettriche, il tipo e la lunghezza stimata della tratta dagli ultimi aerogeneratori di ogni sottocampo al TJB sono riportate in tabella.

**Tabella 3.1 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto marino di esportazione.**

<b>CAVO MARINO DI ESPORTAZIONE</b>	
<b>Tensione elettrica operativa</b>	66 kV AC
<b>Sezione elettrica</b>	800 mm <sup>2</sup> (conduttori in rame)
<b>Diametro esterno cavo</b>	167 +/- 4.5 mm
<b>Lunghezza cavo di esportazione per ogni sottocampo (dal nodo terminale fino al TJB)</b>	Sottocampo A ~ 22.2 km Sottocampo B ~ 24.9 km Sottocampo C ~ 24.0 km Sottocampo D ~ 22.0 km Sottocampo E ~ 21.4 km Sottocampo F ~ 23.0 km

### **3.1.3. Tracciato del cavo fino al TJB**

Il tracciato dell'elettrodotto marino di esportazione, con una lunghezza dei cavi compresa tra circa 21.4 km a circa 24.9 km, attraversa le diverse batimetrie a partire dagli ultimi aerogeneratori di ogni sottocampo fino alla terraferma fino ad arrivare alla TJB, collocata a poco più di 200 metri dalla linea di battigia.

Il percorso del cavo è stato progettato per garantire la piena compatibilità con aree protette o di interesse naturalistico, aree militari, aree riservate alla pesca o aree archeologiche. Lo studio del percorso, sono anche considerati aspetti tecnici legati all'installabilità delle opere e alla sicurezza di esercizio dell'impianto per l'intera vita utile prevista oltreché alle eventuali interferenze con infrastrutture antropiche esistenti quali, ad esempio, altri elettrodotti sottomarini di potenza o per le telecomunicazioni. In altre parole, il tracciato sintetizza la profonda conoscenza delle caratteristiche dell'area di intervento sviluppata attraverso ricerche documentali nonché sulla scorta di approfondite campagne oceanografiche per la completa caratterizzazione dell'ambiente marino lungo tutta l'area di interesse.

Nello specifico delle campagne oceanografiche, sono state condotte indagini geofisiche per la caratterizzazione della morfologia di fondo, dei processi geologici e della eventuale presenza di geohazard (zone di rischio geologico), finalizzate allo sviluppo di un modello del terreno (ground model) utile alla progettazione delle fondazioni, dei relativi ancoraggi, del percorso e delle modalità di posa dei cavi elettrici.

Le indagini geofisiche e ambientali sono state eseguite sia in area nearshore sia offshore; tra le diverse analisi effettuate si citano, a titolo indicativo, analisi Multi Beam Echo Sounder (MBES), Side Scan Sonar (SSS), Sub Bottom Profiler (SBP), analisi MAGnetometriche (MAG), analisi sismiche 2D Ultra High Resolution (UHR), acquisizione immagini con tecnologia ROV e campionamenti di sedimento.

Nello specifico della progettazione del percorso cavo e delle relative modalità di posa, si riporta nel prossimo paragrafo un breve quadro delle tecniche e delle tecnologie di riferimento.

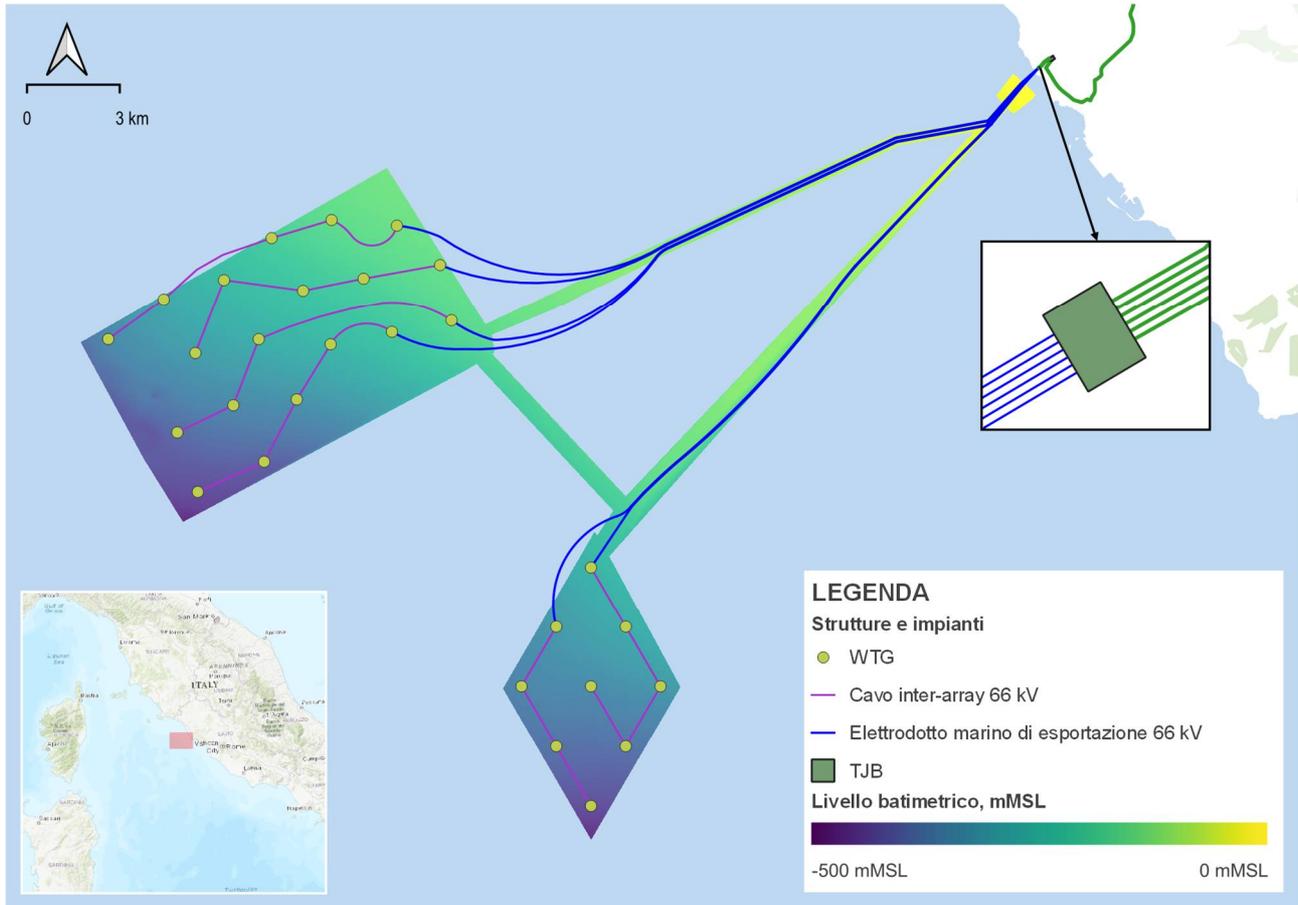


Figura 3.3 – Percorso elettrodotto di esportazione marino.  
Elaborazione iLStudio.

### 3.2. Posa e protezione dei cavi marini

La posa del cavo marino di esportazione verrà effettuata per mezzo di un'apposita imbarcazione posa cavi (preferibilmente) durante i mesi estivi nei quali si prevedono le migliori condizioni meteorologiche per le operazioni offshore, in quanto caratterizzate da venti poco intensi e mare poco mosso. Il mezzo marino sarà dotato di tutte le attrezzature necessarie alla movimentazione ed al controllo dei cavi, sia durante le fasi di imbarco del cavo che durante la posa.

La protezione dei cavi marini dalle perturbazioni antropogeniche (es. pesca, ancoraggio delle imbarcazioni) e naturali (es. azione delle correnti) richiederà l'applicazione di idonei sistemi nelle aree a maggiore rischio, soprattutto sottocosta. A tal scopo usualmente viene predisposta un'analisi preliminare di rischio (CBRA, Cable Burial Risk Assessment), al fine di valutare i potenziali rischi connessi alla posa dei cavi e fornire raccomandazioni sulle strategie di mitigazione più idonee. La metodologia di analisi risponde alle indicazioni delle principali linee guida di settore, tra cui:

- Carbon Trust Cable Burial Risk Assessment (CBRA) Methodology;
- CBRA Application Guide;
- DNV-GL Subsea Power Cables in Shallow Water.

La protezione del cavo può essere effettuata mediante l'impiego di molteplici tecniche, quali l'interramento (co-trenching) o l'applicazione materassi in cls o rockdumping (pietrame). La scelta più idonea viene effettuata a seconda delle caratteristiche geofisiche e dell'eventuale presenza di biocenosi sul fondale.

Considerando le caratteristiche del fondale che risulta essere prevalentemente sabbioso, fangoso e fango sabbioso, per gli elettrodotti marini di esportazione è ragionevolmente impiegabile la posa con interrimento in trincea. Nelle aree sottocosta, in presenza di habitat di particolare interesse naturalistico (come *Posidonia oceanica*) si procederà con l'adozione di idonei sistemi di posa dei cavi, preferendo la Trivellazione Orizzontale Controllata e, laddove dovesse risultare difficoltoso l'impiego della TOC, mediante l'applicazione di elementi modulari tubolari in ghisa.

Nelle tabelle seguenti, per ognuno dei cavi marini di esportazione, si riportano le coordinate geografiche dei punti che ne individuano il tracciato (si precisa che i punti sono stati estratti considerando la porzione di tracciato per la quale è potenzialmente impiegabile la posa in trincea).

**Tabella 3.2 - Coordinate punti cavi marini di esportazione.**

Coordinate secondo EPSG6706 RDN2008.

Sottocampo A			Sottocampo B			Sottocampo C		
ID punto	Latitudine	Longitudine	ID punto	Latitudine	Longitudine	ID punto	Latitudine	Longitudine
1	42.1250	11.7394	1	42.1251	11.7392	1	42.1264	11.7401
2	42.1216	11.7355	2	42.1217	11.7353	2	42.1230	11.7360
3	42.1182	11.7315	3	42.1184	11.7312	3	42.1197	11.7319
4	42.1151	11.7271	4	42.1153	11.7269	4	42.1180	11.7267
5	42.1120	11.7227	5	42.1122	11.7225	5	42.1173	11.7207
6	42.1089	11.7183	6	42.1090	11.7181	6	42.1166	11.7147
7	42.1057	11.7140	7	42.1059	11.7138	7	42.1160	11.7088
8	42.1025	11.7098	8	42.1027	11.7095	8	42.1153	11.7028
9	42.0994	11.7055	9	42.0995	11.7053	9	42.1146	11.6968
10	42.0962	11.7012	10	42.0963	11.7010	10	42.1132	11.6911
11	42.0930	11.6969	11	42.0932	11.6967	11	42.1114	11.6856
12	42.0898	11.6927	12	42.0900	11.6925	12	42.1097	11.6800
13	42.0866	11.6884	13	42.0868	11.6882	13	42.1079	11.6745
14	42.0834	11.6841	14	42.0836	11.6839	14	42.1061	11.6689

Sottocampo A		
ID punto	Latitudine	Longitudine
15	42.0803	11.6799
16	42.0770	11.6757
17	42.0736	11.6718
18	42.0700	11.6681
19	42.0664	11.6645
20	42.0629	11.6607
21	42.0594	11.6569
22	42.0560	11.6530
23	42.0526	11.6490
24	42.0493	11.6449
25	42.0460	11.6407
26	42.0428	11.6365
27	42.0397	11.6322
28	42.0366	11.6278
29	42.0335	11.6233
30	42.0306	11.6188
31	42.0277	11.6142
32	42.0248	11.6095
33	42.0220	11.6048
34	42.0191	11.6002
35	42.0161	11.5957
36	42.0131	11.5913
37	42.0098	11.5871
38	42.0062	11.5835
39	42.0025	11.5800
40	41.9988	11.5765
41	41.9952	11.5730

Sottocampo B		
ID punto	Latitudine	Longitudine
15	42.0804	11.6797
16	42.0772	11.6755
17	42.0737	11.6716
18	42.0702	11.6679
19	42.0666	11.6642
20	42.0631	11.6605
21	42.0596	11.6566
22	42.0562	11.6527
23	42.0528	11.6487
24	42.0495	11.6446
25	42.0462	11.6404
26	42.0430	11.6362
27	42.0399	11.6319
28	42.0368	11.6275
29	42.0338	11.6230
30	42.0308	11.6185
31	42.0278	11.6139
32	42.0250	11.6093
33	42.0222	11.6046
34	42.0193	11.5999
35	42.0163	11.5954
36	42.0132	11.5910
37	42.0100	11.5868
38	42.0073	11.5820
39	42.0058	11.5764
40	42.0035	11.5711
41	42.0007	11.5664
42	41.9974	11.5624
43	41.9936	11.5592
44	41.9894	11.5569
45	41.9850	11.5555
46	41.9806	11.5551
47	41.9761	11.5557

Sottocampo C		
ID punto	Latitudine	Longitudine
15	42.1043	11.6634
16	42.1025	11.6578
17	42.1007	11.6523
18	42.0990	11.6467
19	42.0972	11.6412
20	42.0954	11.6356
21	42.0936	11.6301
22	42.0918	11.6245
23	42.0900	11.6190
24	42.0883	11.6134
25	42.0865	11.6079
26	42.0846	11.6024
27	42.0814	11.5982
28	42.0780	11.5942
29	42.0748	11.5900
30	42.0718	11.5854
31	42.0691	11.5806
32	42.0666	11.5756
33	42.0644	11.5703
34	42.0625	11.5649
35	42.0608	11.5593
36	42.0595	11.5535
37	42.0584	11.5477
38	42.0577	11.5417
39	42.0572	11.5357
40	42.0571	11.5297
41	42.0573	11.5236
42	42.0575	11.5176
43	42.0581	11.5116
44	42.0593	11.5058
45	42.0610	11.5002

**Relazione tecnica - Elettrodotto marino**

Sottocampo D		
ID punto	Latitudine	Longitudine
1	42.1244	11.7373
2	42.1211	11.7332
3	42.1184	11.7286
4	42.1178	11.7226
5	42.1171	11.7167
6	42.1164	11.7107
7	42.1158	11.7047
8	42.1151	11.6987
9	42.1140	11.6929
10	42.1122	11.6873
11	42.1105	11.6818
12	42.1087	11.6762
13	42.1069	11.6707
14	42.1051	11.6651
15	42.1033	11.6596
16	42.1016	11.6540
17	42.0998	11.6485
18	42.0980	11.6429
19	42.0962	11.6374
20	42.0944	11.6318
21	42.0926	11.6263
22	42.0909	11.6208
23	42.0891	11.6152
24	42.0873	11.6097
25	42.0855	11.6041
26	42.0827	11.5992
27	42.0793	11.5953
28	42.0761	11.5910
29	42.0732	11.5864
30	42.0705	11.5815
31	42.0681	11.5764
32	42.0660	11.5711
33	42.0642	11.5656
34	42.0626	11.5599
35	42.0614	11.5541
36	42.0605	11.5482
37	42.0599	11.5422
38	42.0597	11.5362
39	42.0609	11.5304
40	42.0628	11.5249
41	42.0653	11.5199

Sottocampo E		
ID punto	Latitudine	Longitudine
1	42.1260	11.7388
2	42.1227	11.7347
3	42.1197	11.7304
4	42.1190	11.7244
5	42.1183	11.7184
6	42.1176	11.7125
7	42.1169	11.7065
8	42.1162	11.7005
9	42.1155	11.6946
10	42.1137	11.6890
11	42.1119	11.6835
12	42.1102	11.6779
13	42.1084	11.6723
14	42.1066	11.6668
15	42.1048	11.6612
16	42.1031	11.6557
17	42.1013	11.6501
18	42.0995	11.6446
19	42.0977	11.6390
20	42.0959	11.6335
21	42.0942	11.6279
22	42.0924	11.6224
23	42.0906	11.6169
24	42.0888	11.6113
25	42.0870	11.6058
26	42.0850	11.6004
27	42.0830	11.5950
28	42.0812	11.5894
29	42.0797	11.5837
30	42.0785	11.5779
31	42.0775	11.5720
32	42.0768	11.5660
33	42.0764	11.5600
34	42.0763	11.5540
35	42.0764	11.5479
36	42.0769	11.5419
37	42.0776	11.5360
38	42.0785	11.5301
39	42.0798	11.5243
40	42.0813	11.5186

Sottocampo F		
ID punto	Latitudine	Longitudine
1	42.1264	11.7391
2	42.1232	11.7349
3	42.1199	11.7308
4	42.1192	11.7248
5	42.1185	11.7188
6	42.1179	11.7128
7	42.1172	11.7069
8	42.1165	11.7009
9	42.1158	11.6949
10	42.1141	11.6893
11	42.1123	11.6838
12	42.1105	11.6782
13	42.1087	11.6727
14	42.1070	11.6671
15	42.1052	11.6616
16	42.1034	11.6560
17	42.1016	11.6505
18	42.0998	11.6449
19	42.0981	11.6394
20	42.0963	11.6338
21	42.0945	11.6283
22	42.0927	11.6227
23	42.0909	11.6172
24	42.0891	11.6116
25	42.0874	11.6061
26	42.0862	11.6028
27	42.0842	11.5974
28	42.0824	11.5919
29	42.0810	11.5861
30	42.0799	11.5803
31	42.0791	11.5743
32	42.0786	11.5683
33	42.0785	11.5623
34	42.0788	11.5563
35	42.0794	11.5503
36	42.0803	11.5444
37	42.0815	11.5386
38	42.0831	11.5329
39	42.0850	11.5274
40	42.0872	11.5222
41	42.0897	11.5171
42	42.0918	11.5118
43	42.0932	11.5061
44	42.0941	11.5001

Di seguito si fa una panoramica delle possibili modalità di posa e protezione dei cavi marini, rimandando al Paragrafo 3.2.4 la stima dei volumi e tempi di escavazione circa la posa in trincea.

### 3.2.1. Protezione per interrimento

Tra le tecniche di protezione dei cavi, molto diffusa è la posa del cavo in trincea (cable burial/trenching) con ricopertura per uno spessore minore o uguale a quello della trincea stessa. Tale metodologia prevede, dunque, la realizzazione di uno scavo mediante una scava-trincee sottomarina. Le ultime innovazioni del settore hanno portato allo sviluppo di dispositivi che permettono simultaneamente lo scavo della trincea, la posa del cavo e il suo ricoprimento con lo stesso materiale *in situ* (co-trenching).

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



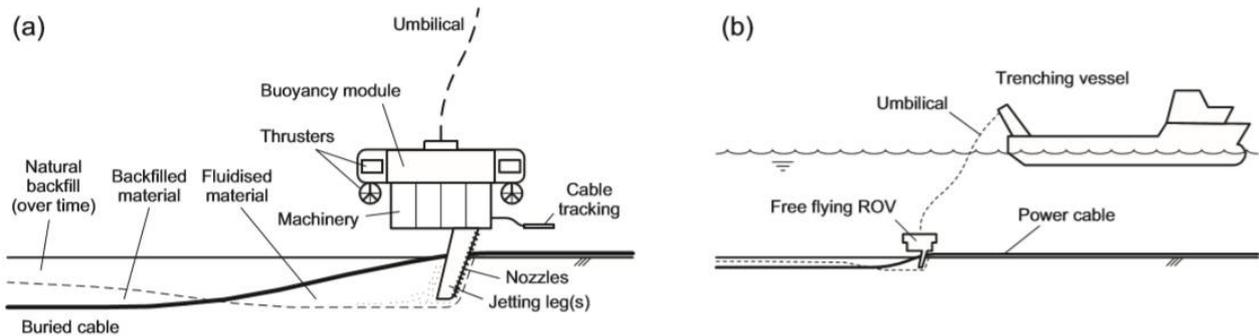
**Figura 3.4 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino 66 kV AC.**

Elaborazione ILStudio.

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

#### **Scava-trincee a getto – jet trenching**

I trencher a getto fluidificano il sedimento pompando acqua marina ad alta pressione attraverso un sistema di ugelli montato su supporti mobili. Durante l'operazione di scavo, il cavo affonda nel sedimento fluidizzato penetrando nella trincea per gravità. La tecnica è evidentemente adatta a fondali soffici costituiti da sabbie a grana fine/media o argille morbide, mentre risulta più difficilmente applicabile a fondali con argille molto rigide o aree di sabbia grossolana e ghiaia.

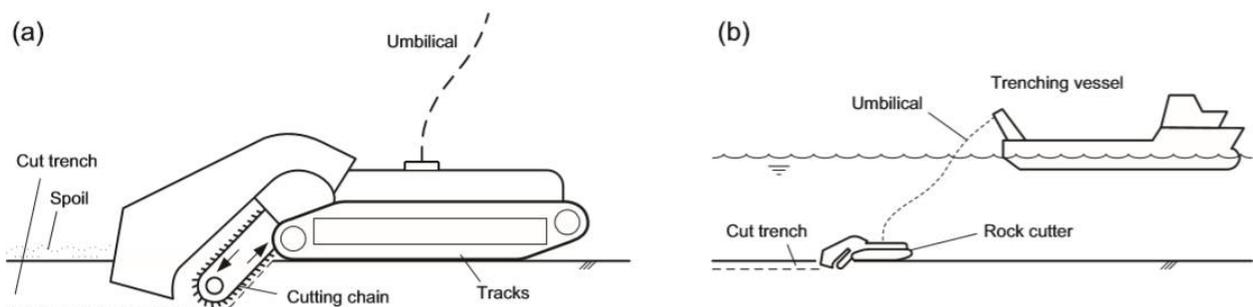


**Figura 3.5 – ROV jet trencher, (a sinistra) componenti principali, (a destra) fase di posa del cavo.**

Fonte: (Estate, 2019).

### **Scava-trincee meccaniche – mechanical trenching**

I sistemi di trenching di tipo meccanico realizzano la trincea mediante una vera e propria operazione di taglio del fondale marino realizzata ad opera di un *cutter*. Le scava-trincee meccaniche sono generalmente adatte in presenza di terreni duri (es. argille rigide) mentre sono poco consigliabili in situazioni con terreni granulari per i quali da un lato la silice determina un'elevata usura dei taglienti, dall'altro i fianchi della trincea tendono a crollare prima che il cavo si adagi sul fondo dello scavo. Per quest'ultima eventualità, esistono sul mercato sistemi ibridi che implementano dispositivi a getto e che ritardano il crollo della trincea consentendo l'affondamento del cavo.



**Figura 3.6 – Scavatrincee a catena. A sinistra componenti principali, a destra fase di preparazione alla posa del cavo.**

Fonte: (Estate, 2019).



**Figura 3.7 – Esempio di dispositivo per la posa in trincea del cavo.**

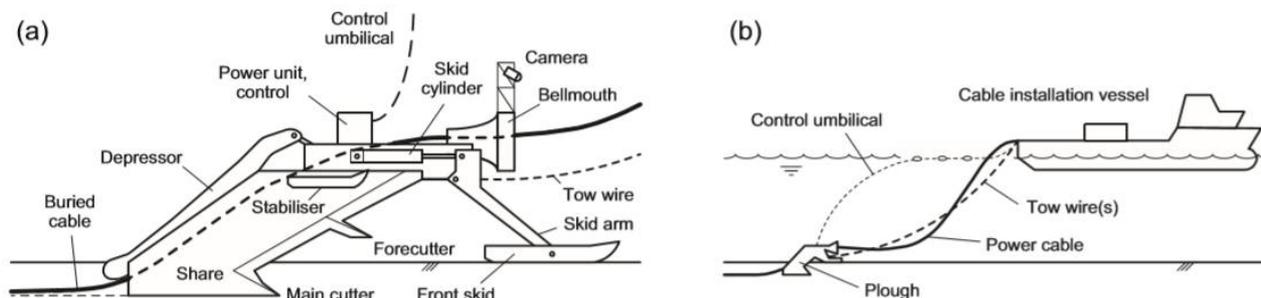
Fonte: <https://www.seatools.com>.

### **Scava-trincee a trascinamento – cable ploughs**

I sistemi scava-trincee a trascinamento operano per mezzo di un aratro specificatamente progettato per diversi tipi di terreno e profondità di posa. L'operazione di scavo si realizza per l'azione di traino esercitata sull'aratro

da una imbarcazione da tiro in grado di fornire la necessaria forza di traino.

La fase di scavo e di posa del cavo possono avvenire simultaneamente; si parla in tal caso di aratri non dislocanti. Al contrario, aratri dislocanti sono utilizzati per pre-tagliare la trincea in condizioni di terreno molto duro; in tal caso, la trincea resta aperta ed è necessario, dopo la posa del cavo, un secondo passaggio di ricoprimento.



**Figura 3.8 – Scava-trincee a trascinamento, (a sinistra) componenti principali, (a destra) fase di posa del cavo.**

Fonte: (Estate, 2019).

### Trenching chirurgico

La tecnica di trenching chirurgico rappresenta una valida alternativa alle tradizionali tecniche di scavo e rappresenta una tecnica a basso impatto ambientale, in quanto garantisce:

- minore movimentazione di materiale;
- basso impatto sul fondale determinato dalle minori dimensioni della trincea e dalla ridotta movimentazione durante lo scavo;
- minor intorbimento dell'acqua.

Attraverso tale tecnologia viene realizzato un preciso taglio sul fondale realizzando uno scavo a minima sezione e con limitate ripercussioni sull'ambiente marino circostante. Tale tecnica può essere applicata in presenza di praterie di Posidonia.



**Figura 3.9 – Esempio di posa con tecnica di trenching chirurgico.**

### Trivellazione orizzontale controllata (TOC)

La tecnica di posa mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC) rappresenta una delle migliori alternative quando si presentano condizioni ambientali delicate in quanto la posa del cavo avviene al di sotto dello strato di terreno/fondale interessato da biocenosi. Tale tecnica garantisce:

- basso impatto ambientale;
- minima movimentazione di materiale;

impatto sul fondale limitato alle sole sezioni di uscita della fresa;  
minimo intorbimento dell'acqua controllabile mediante l'impiego di panne anti torbidità galleggianti.

Per queste caratteristiche la tecnica costituisce a tutti gli effetti la migliore scelta per condizioni di posa sotto costa in ambienti delicati. Inoltre la tecnologia permette oggi di applicare una BAT innovativa, ossia per lubrificare la testa fresante è possibile evitare l'utilizzo di fanghi bentonitici in favore di sostanze lubrificanti a matrice biologica (tipo gomma di Xantano, un polisaccaride utilizzato come additivo alimentare) biodegradabili in acqua.

### **3.2.2. Altri sistemi di protezione (senza interrimento)**

Qualora le caratteristiche geotecniche o morfologiche del fondale o la presenza di altre infrastrutture sommerse (es. cavi marini, condotte sottomarine, etc.) non dovessero permettere la realizzazione della trincea, la protezione del cavo potrebbe essere effettuata attraverso la copertura del cavo con massi naturali (rockdumping), materassi in calcestruzzo o elementi tubolari modulari (es. conchiglie in ghisa).

#### **Protezione con massi naturali – rockdumping**

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

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

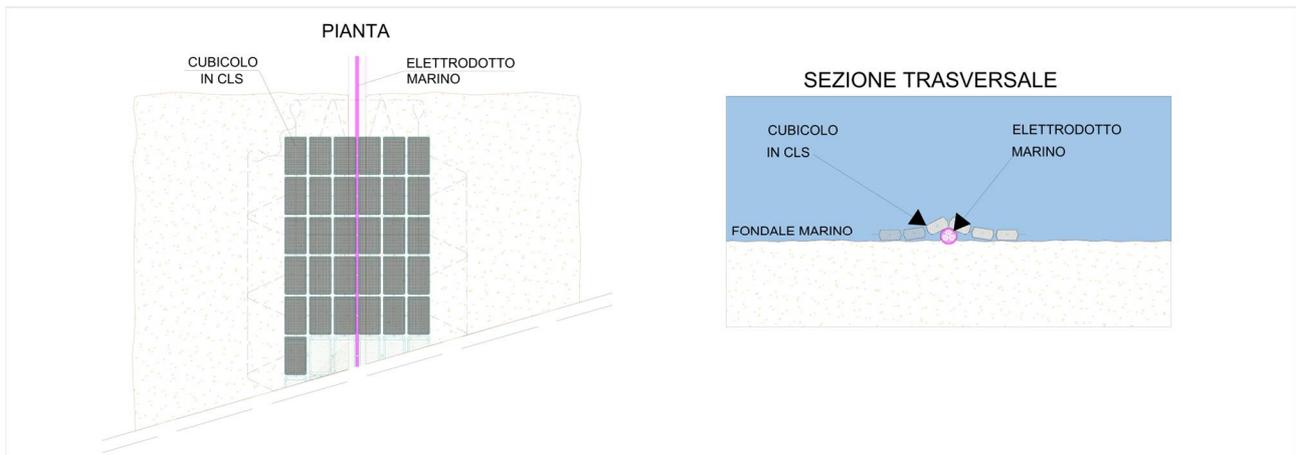


**Figura 3.10 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in massi naturali.**

Elaborazione iLStudio.

#### **Protezione con materassi in calcestruzzo**

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



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

Elaborazione iLStudio.



**Figura 3.12 – Esempio di posa con protezione a materassi in cls (rendering).**

Fonte: <https://tdnenergy.com>.

Questo tipo di protezione offre i seguenti vantaggi:

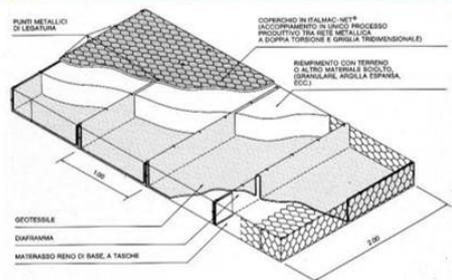
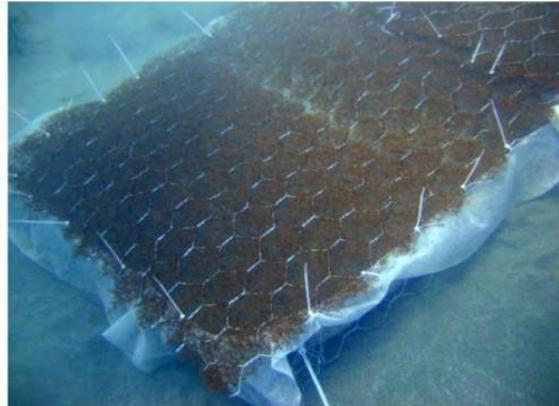
- possibilità di protezione simultanea di più cavi;
- buona capacità di adattamento al fondale;
- maggiore facilità di posa mediante gru e imbarcazioni più piccole.

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

**Materasso riempito con sabbia**



**Materasso con coperchio in polipropilene**



**Figura 3.13 – Esempio di utilizzo di materassi zavorrati per interventi di reimpianto di Posidonia oceanica.**

Fonte: Maccaferri e ISPRA.

**Protezione con elementi tubolari modulari**

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



**Figura 3.14 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in elementi tubolari modulari.**

Elaborazione iLStudio.

Nelle aree in cui sono presenti biocenosi di particolare interesse naturalistico (ad esempio praterie di Posidonia Oceanica), l'utilizzo di conchiglie protettive in ghisa può essere una soluzione di protezione ammissibile, ove risulti impossibile l'interramento mediante TOC (es. Figura 3.15).



**Figura 3.15 – Esempio di posa con protezione in elementi modulari tubolari.**

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

### **3.2.3. Applicabilità dei sistemi di protezione per interrimento**

La valutazione di rischio CBRA identifica le possibili cause di criticità sui cavi operando una classificazione in "elementi di pericolo primari" ed "elementi di pericolo secondari". Un elemento di pericolo primario ha un impatto diretto sul cavo e può causarne il danneggiamento. Tra questi:

- le ancore delle navi che, una volta calate, potrebbero impattare o impigliarsi sul cavo;
- le attività di pesca, in particolare lo strascico, i cui attrezzi potrebbero danneggiare i cavi;
- i fenomeni di instabilità del fondale marino che potrebbe causare stress e/o danni da fatica.

Gli elementi di pericolo secondari non hanno impatto diretto (ovvero non danneggiano un cavo), ma possono determinare un aumento del rischio dei danni da elementi di pericolo primari. Sono esempi di elementi di pericolo secondari:

- la mobilità dei sedimenti;
- l'instabilità dei versanti e altri fenomeni naturali come terremoti/tsunami, in cui lo spostamento dei sedimenti superficiali può ridurre o eliminare del tutto la copertura di un cavo precedentemente interrato.

Il metodo CBRA esamina ciascun pericolo identificato in base alla frequenza di accadimento e alla magnitudo delle conseguenze previste. Il risultato combinato di frequenza e magnitudo indica se il rischio è *Inaccettabile*,

Accettabile al livello minimo ragionevole (As Low As Reasonably Pratical, ALARP) o Accettabile.

**Tabella 3.3 – Matrice di rischio per valutazione CBRA interrimento cavi.**

		Conseguenze				
		1	2	3	4	5
Frequenza	1					
	2				<b>INACCETTABILE</b>	
	3			<b>ALARP</b>		
	4	<b>ACCETTABILE</b>				
	5					

Freq.	Definizione	Periodo di ritorno
1	Mai sentito nel settore	Superiore a 100 mila anni
2	Sentito nel settore	Tra 10 mila e 100 mila anni
3	Incidente avvenuto nelle vicinanze	Tra mille e 10 mila anni
4	Avviene spesso nel settore	Tra 100 e 1000 anni
5	Avviene spesso nel sito	Inferiore a 100 anni

Cons.	Definizione
1	Danni trascurabili
2	Danni minori, esposizione ad altri pericoli
3	Danni localizzati, nessuna riduzione di capacità
4	Danni maggiori o sostituzione di piccole sezioni, riduzione di capacità
5	Danni estesi, sostituzione di sezioni e perdita di capacità significative

L' idoneità di ciascuno dei metodi di interrimento proposti ai paragrafi precedenti viene valutata sulla base della matrice di idoneità riportata in Tabella 3.4.

**Tabella 3.4 – Matrice di applicabilità delle tecniche di interrimento cavi.**

	<b>APPLICABILE</b>	Interrimento conseguibile
	<b>PARZIALMENTE APPLICABILE</b>	Interrimento potenzialmente conseguibile
	<b>NON APPLICABILE</b>	Interrimento non conseguibile

Il traffico che si prevede intersecherà il percorso dei cavi ed è stato stimato su dati EMODNet; i principali contributi sono relativi al traffico navale e alla pesca adeguatamente modellati nella valutazione di rischio. Combinando il modello di traffico con le caratteristiche di potenziale affondamento delle ancore, la valutazione probabilistica del rischio indica un livello ALARP / Accettabile, sia per i cavi di esportazione sia per quelli inter-array, ovvero non sono necessarie ulteriori misure di protezione per la mitigazione di questo elemento di pericolo. Riguardo all'attività di pesca, il rischio può essere costituito dall'utilizzo delle reti a strascico.

Di conseguenza, onde evitare il danneggiamento degli elettrodotti marini, all'interno dell'area prevista per la realizzazione del parco, sia la navigazione che l'attività di pesca saranno interdette attraverso apposito avviso ai naviganti emanato dall'Autorità competente. L'interrimento del cavo ad una profondità di 0.4÷0.5 m rispetto al livello fondale si ritiene comunque sufficiente per una efficace mitigazione del rischio.

Per quanto concerne gli elementi di pericolo secondari caratteristici dell'area vasta di indagine, si ritiene, invece, che abbiano un minore impatto sul profilo di rischio; già in fase di progettazione del percorso cavo, infatti, sulla base degli esiti delle campagne oceanografiche eseguite *in situ*, sono state evitate aree ad elevata

pendenza e instabilità, mentre gli effetti legati a calamità naturali potrebbero essere in parte mitigati attraverso le misure di cui sopra.

Si ritiene che il tracciato dell'elettrodotto di esportazione Ofec sia compatibile con l'interramento.

Le possibili soluzioni per l'interramento dei cavi marini del presente progetto sono le seguenti:

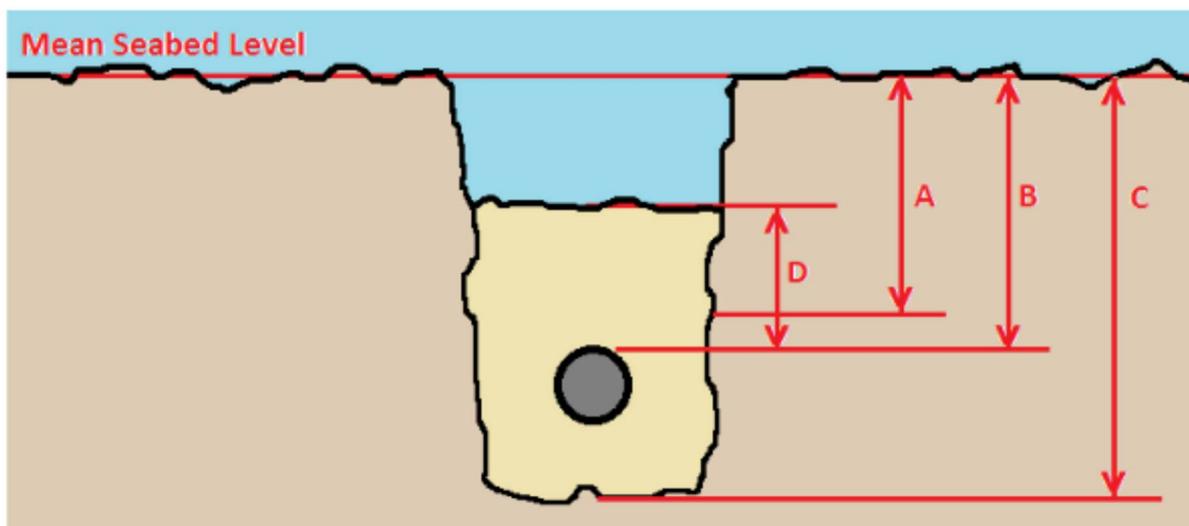
- scava-trincee a getto – jet trenching;
- scava-trincee meccaniche – mechanical trenching;
- scava-trincee a trascinamento – cable ploughs.

La scelta della strategia di posa più idonea e delle apparecchiature di lavoro verrà fatta, in fase successiva, a valle delle ulteriori caratterizzazioni geotecniche del fondale propedeutiche alla fase di costruzione.

Nelle aree in cui l'interramento dovesse risultare inapplicabile si potrà procedere all'applicazione di una strategia di protezione senza interrimento tra quelle descritte nei paragrafi seguenti prevedendo comunque uno spessore di protezione di circa 0.5 m rispetto alla parte superiore del cavo.

### 3.2.4. Stima dei volumi e tempi di escavazione

La normativa Carbon Trust CBRA racchiude le definizioni per descrivere la *depth of lowering* (profondità di interro) mostrate nella figura sottostante (Carbon Trust, Febbraio 2015).



**Figura 3.16 - Definizione di trincea fornita da Carbon Trust.**

- **A – Depth of Lowering (DoL)** – profondità di interro: questa è la profondità minima raccomandata per proteggere dai pericoli esterni e dovrebbe includere un margine di sicurezza, se applicabile;
- **B – Target Depth of Lowering to Top of Cable (ToC)** – rispetto alla cima del cavo: questo è il minimo che gli installatori di cavi dovrebbero raggiungere e dovrebbe essere uguale o superiore alla DoL raccomandata (A) per consentire che, considerando l'incertezza e/o variazione di profondità localizzata durante le operazioni di scavo, la specifica DoL sia sempre soddisfatta. Questo dovrebbe essere determinato in base alle condizioni del fondale marino e dell'attrezzatura di scavo proposta.
- **C – Target Trench Depth (TTD)** – profondità di scavo / trincea: la profondità dello scavo è determinata dagli installatori di cavi in base allo strumento di scavo e alle proprietà del cavo (in particolare il diametro complessivo e la rigidità del cavo).
- **D – Depth of Cover (DOC) to Top of Cable (ToC)** – profondità del terreno fino ad inizio cavo per fornire protezione da pericoli come oggetti caduti e attrezzi da pesca.

In generale, la geometria di una trincea dipende in gran parte dallo strumento di scavo, dalla geologia, dalla geometria della trincea (compresa la profondità e la larghezza), dalla stabilità della trincea ecc.

Per i cavi di esportazione, una profondità di threatline combinata per la pesca e la mobilità dei sedimenti può essere considerata come una profondità minima di interrimento. Questo valore potrebbe corrispondere ragionevolmente a 0.3m bSBL (below Seabed level) e 0.2m bSBL rispettivamente in argilla soffice e sabbia / argilla dura / roccia. Questa DoL è definita rispetto al Top of Cable (ToC) e sarebbe appropriata anche a proteggere dalla pesca, così come da altri rischi come la stabilità sul fondo.

Questa DoL può essere combinata con un margine di sicurezza per ottenere una Target Depth of Lowering preliminare. Il margine di sicurezza tiene conto di incertezze come l'accuratezza della misurazione della DoL, piccole mobilità dei sedimenti e l'instabilità degli strumenti di interrimento; il valore finale dovrà essere ben definito con chi si occuperà dell'esecuzione dei lavori e dell'installazione del cavo.

Inoltre, deve essere preso in considerazione il diametro del prodotto per ricavare la Target Trench Depth (al Bottom of Cable, BoC). In tabella si riepilogano i valori ottenuti.

**Tabella 3.5 – Parametri per il calcolo della profondità target della trincea (Target Trench Depth).**

Parametro [m]	Valore [m]
DoL Minima (ToC)	Da 0.2 a 0.3
Margine di sicurezza (TBC)	0.2
Diametro cavo (TBC)	0.2*
<b>Target DoL (ToC) = DoL Minima + Margine di Sicurezza</b>	<b>Da 0.4 a 0.5</b>
<b>Target Trench Depth (BoC) = Target DoL + OD</b>	<b>Da 0.6 a 0.7</b>

\* il diametro del cavo è di 167 ÷ 171.5 mm, conservativamente è stato assunto pari a 0.2 m.

La larghezza di scavo ipotizzata è pari a 50 cm, ovvero 2.5 volte il diametro del cavo assunto in via conservativa pari a 0.2 m.

Si specifica comunque che le grandezze riportate nella tabella precedente sono ad oggi suscettibili di possibili modifiche a seguito di un'analisi di rischio specifica per i cavi marini, prevista nelle successive fasi di progetto.

Le lunghezze dei tracciati in cui sono previsti scavo della trincea e posa del cavo sono stimati a partire dal punto di touchdown dei cavi di esportazione in uscita da ogni sottocampo fino all'inizio dell'area protetta secondo la Rete Natura 2000.

**Tabella 3.6 – Lunghezze e stime dei volumi di escavazione della trincea per ogni cavo di esportazione.**

Cavo	Lunghezza [m]	Volume escavazione [m <sup>3</sup> ]
Cavo export – Sottocampo A	21091	7382
Cavo export – Sottocampo B	23814	8335
Cavo export – Sottocampo C	23012	8054
Cavo export – Sottocampo D	21005	7352
Cavo export – Sottocampo E	21114	7390
Cavo export – Sottocampo F	22048	7717

**Tabella 3.7 – Stima dei tempi di esecuzione escavazione della trincea per ogni cavo di esportazione e metodo di interrimento.**

Cavo / Metodo di interrimento	Tempo di esecuzione [hr]		
	Jetting	Ploughing	Cutting
	300 [m/hr]	300 [m/hr]	100 [m/hr]
Cavo export – Sottocampo A	70.3	70.3	210.9
Cavo export – Sottocampo B	79.4	79.4	238.1
Cavo export – Sottocampo C	76.7	76.7	230.1
Cavo export – Sottocampo D	70.0	70.0	210.0
Cavo export – Sottocampo E	70.4	70.4	211.1
Cavo export – Sottocampo F	73.5	73.5	220.5
<b>TOTALE</b>	~ 440	~ 440	~ 1321

## **RIFERIMENTI**

---

Carbon Trust, Febbraio 2015. *Cable Burial Risk Assessment Methodology, Guidance for the Preparation of Cable Burial Depth of Lowering Specification, CTC835.* s.l.:s.n.

Estate, T. C., 2019. *Review of cable installation, protection, mitigation and habitat recoverability*, London: The Crown Estate.

---

<b>PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA</b> PROGETTO DEFINITIVO		
<b>Relazione tecnica - Elettrodotto marino</b>		
Codice documento: <b>C0123BR00POSELE00a</b>	Data emissione: <b>Luglio 2023</b>	Pagina <b>23 di 23</b>

*Il presente documento, composto da n. 29 fogli è protetto dalle leggi nazionali e comunitarie in tema di proprietà intellettuali delle opere professionali e non può essere riprodotto o copiato senza specifica autorizzazione del Progettista.*

*Taranto, Luglio 2023*

*Dott. Ing. Luigi Severini*