

REGIONE  
ABRUZZO

Comune  
di Ortona

Comune  
di Francavilla  
al mare

Comune di  
Ripa Teatina

Comune di  
Torrevecchia  
Teatina

Comune  
di Chieti

Comune di  
San Giovanni  
Teatino

Comune di  
Cepagatti

Comune  
di Spoltore

Comune  
di Moscufo

Comune di  
Collecervino



**Il Committente:**

**NP Francavilla Wind**

**NP FRANCAVILLA WIND S.R.L**  
Galleria Passarella, 2 - 20122 Milano  
(MI) C.F./ Part. IVA 12502520963  
Pec: npfrancavillawind@legalmail.it

**Il Progettista:**

**Agon engineering**  **Entrope srl**  **Seahorse Wind** 



**dott. ing. VITTORIO RANDAZZO**

**dott. ing. VINCENZO DI MARCO**

**dott. ENRICO FORCUCCI**



**Titolo del progetto:**

**PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"**

Documento:

**PROCEDURA DI SCOPING**

N. Documento:

**REL\_04**

TIPOLOGIA:

FORMATO:

TITOLO:

**RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA**

FOGLIO:

SCALA:

NA:

Rev:	Data	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	03/11/2023			V.D.	V.R.

	<p><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p>RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</p>	<p>19/09/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 2</p>

	<p><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p><b>RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</b></p>	<p>19/09/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 3</p>

## INDICE

1. PREMESSA	4
2. SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3. NATURA DELLE FONTI DI EMISSIONE	6
4. CAMPI ELETTROMAGNETICI EMESSI DA CAVI SOTTOMARINI	7
5. EFFETTI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI SULLA FAUNA MARINA	10
6. EFFETTI DEL CALORE EMESSO DAI CAVI SULL'ECOSISTEMA MARINO	12
7. MISURE DI MITIGAZIONE	13
7.1. TIPOLOGIA DEL CAVO	14
7.2. INTERRAMENTO DEL CAVO	15
8. CONCLUSIONI	16

	<p><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p>RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</p>	<p>19/09/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 4</p>

## 1. PREMESSA

Il presente elaborato è redatto per fornire una valutazione, a livello preliminare, delle emissioni elettromagnetiche sulla fauna marina del parco eolico offshore che verrà realizzato nel Medio Adriatico e che sarà composto da 54 aerogeneratori (di cui 44 dalla Potenza Nominale ciascuna di 15 MW, e 10 dalla Potenza Nominale di 14 MW) per una potenza complessiva di 800 MW; è altresì prevista la realizzazione di un impianto storage di potenza pari a 200 MW e capacità d'accumulo di 800 MWh.

Nel dettaglio la scelta di tale sito è stata effettuata tenendo conto della risorsa eolica potenzialmente disponibile, della distanza dalla costa, dei possibili nodi di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) gestita da Terna S.p.A. e, non da ultimo, minimizzando/evitando il più possibile le aree di maggior interferenza a livello ambientale.

	<p align="center"><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p align="center">RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</p>	<p align="center">19/09/2023</p>	<p align="center">REV.1</p>	<p align="center">Pag. 5</p>

## 2. SCOPO DEL DOCUMENTO

La costruzione di un parco eolico prevede l'introduzione nell'ambiente di cavi sottomarini per il trasporto di energia alla rete elettrica nazionale a terra.

Durante la fase operativa, i cavi producono campi elettrici e campi magnetici. I campi elettrici sono generalmente confinati nella parte interna del cavo mediante l'utilizzo di guaine e armature altamente conduttive; d'altra parte, la tecnologia di isolamento attualmente disponibile risulta solo parzialmente efficace nella schermatura di emissioni elettromagnetiche che pertanto possono essere causa di impatto sull'ambiente marino circostante.

È quindi indubbio che il cablaggio associato ai parchi eolici offshore provochi campi elettromagnetici che interessano le aree limitrofe al cavo e, di conseguenza, le specie faunistiche che le abitano. Tuttavia, in base alle informazioni disponibili (Copping 2018) non vi è evidenza di alcun impatto (positivo o negativo) sulla fauna marina durante la fase operativa di un parco eolico.

Va altresì specificato che la soluzione progettuale scelta e cioè l'utilizzo di un sistema di trasmissione ad Alta Tensione in Corrente Continua (in inglese High Voltage Direct Current – HVDC) minimizza l'impatto del campo magnetico sull'ambiente circostante in quanto il campo magnetico associato ai cavi di trasmissione in DC può considerarsi pressoché nullo.

Scopo di questo studio è la valutazione, in via previsionale, del possibile impatto determinato dalla produzione di campi elettromagnetici dovuto all'installazione del parco eolico sulle specie faunistiche marine più sensibili ai possibili impatti e che potenzialmente frequentano l'area interessata dal progetto.

Lo studio illustrerà:

	<p align="center"><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p align="center">RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</p>	<p align="center">19/09/2023</p>	<p align="center">REV.1</p>	<p align="center">Pag. 6</p>

- la natura dei campi elettromagnetici marini generati dalla presenza di cavi elettrici (Cap. 4);
- i possibili effetti dei campi elettromagnetici sulle specie faunistiche marine di maggior sensibilità (Cap. 5);
- i possibili effetti del calore generato dai cavi elettrici sottomarini sulle specie faunistiche marine di maggior sensibilità (Cap. 6);
- possibili misure di mitigazione adottabili per eliminare o ridurre gli impatti dei campi elettromagnetici e del calore (Cap. 7);
- le conclusioni (Cap. 8).

### 3. NATURA DELLE FONTI DI EMISSIONE

Il parco eolico, per quanto riguarda la parte situata in area marina, sarà costituito da:

- n. 54 aereogeneratori posizionati in una maglia poligonale e tra loro interconnessi a formare stringhe di generatori mediante cavi dinamici sottomarini a 66 kV<sub>AC</sub>;
- una Stazione di Trasformazione e Conversione offshore (denominata STC1) fissa che si occuperà di raccogliere la potenza generata dal parco, elevare la tensione fino al valore necessario ad effettuare la conversione da un sistema AC ad un sistema DC;
- un sistema bipolare DC  $\pm 320$  kV (cioè un polo avrà tensione, riferita all'elettrodo di riferimento, solitamente la massa, pari a + 320 kV e l'altro polo avrà tensione, sempre riferita alla massa, pari a – 320 kV) e ritorno metallico.

	<p align="center"><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p align="center">RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</p>	<p align="center">19/09/2023</p>	<p align="center">REV.1</p>	<p align="center">Pag. 7</p>

I cavi sbarcheranno a terra presso il comune di Ortona (CH), frazione di Postilli, dove raggiungeranno una fossa giunti che conetterà il cavo marino alla controparte terrestre per poi indirizzarla alle strutture d'impianto a terra.

## 4. CAMPI ELETTROMAGNETICI EMESSI DA CAVI SOTTOMARINI

L'attenzione verso i potenziali impatti ecologici dei campi elettromagnetici (EMF) è in continua crescita per via dei possibili impatti ambientali.

I campi elettromagnetici sono generati dal flusso di corrente che passa attraverso i cavi elettrici durante il funzionamento e possono essere distinti in:

- campi elettrici (chiamati campi **E**, misurati in volt per metro, V/m);
- campi magnetici (chiamati campi **B**, misurati in  $\mu\text{T}$ ).

I campi elettrici aumentano in funzione dell'aumento della tensione ma sono in genere efficacemente confinati all'interno dei cavi dall'armatura tanto da risultare trascurabile già in prossimità del cavo, inoltre, nei cavi interrati si aggiunge anche l'effetto di schermatura del terreno che riduce ancora di più il valore del campo elettrico al di fuori del cavo. Le caratteristiche dei campi elettromagnetici dipendono dal tipo di cavo (distanza tra i conduttori, bilanciamento del carico tra le tre fasi nel cavo, ecc.), dalla potenza e dal tipo di corrente (corrente continua o alternata).

Quando il cavo elettrico è sepolto, lo strato di sedimento non elimina completamente il campo magnetico generato, ma riduce l'intensità dello stesso che risulta maggiore a contatto diretto con il cavo.

La forza dei campi magnetici ed elettrici indotti aumenta proporzionalmente con il flusso di corrente e diminuisce rapidamente con la distanza dal cavo. Correnti elettriche con intensità

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</b></p>	<p>19/09/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 8</p>

di 1600 A sono comuni nei cavi sottomarini, in risposta, campi magnetici di circa 3200  $\mu\text{T}$  sono generati sulla superficie del cavo, diminuendo a 320  $\mu\text{T}$  a 1 m distanza, 110  $\mu\text{T}$  a 4m e valori simili al campo magnetico terrestre (50  $\mu\text{T}$ ) oltre i 6m.

Il campo magnetico, inoltre, varia notevolmente sia in funzione del tipo di cavo, sia in funzione del tipo di corrente (se corrente continua o alternata) e la modellazione del campo magnetico indotto, mostra questa eterogeneità variando notevolmente sulla superficie del cavo.

Per esempio, in presenza di corrente continua (e quindi di campi magnetici statici) e con sistema bipolare con correnti di stessa intensità ma verso opposto (come nel caso in esame), gli effetti del campo magnetico generato dai due cavi sono contrapposti e la loro somma vettoriale risulta trascurabile, diventando nullo nel caso ideale di cavi coassiali e coincidenti.

I cavi sottomarini sono specificamente progettati per trasmettere correnti elettriche nelle seguenti forme:

- corrente alternata (AC);
- come corrente continua (DC).

Il tipo di trasmissione è determinato dalla capacità e dalla lunghezza della linea di trasmissione, così come da questioni commerciali. Per esempio, una linea DC può trasmettere più potenza di una linea AC delle stesse dimensioni, ma richiede sistemi di conversione più costosi rispetto le stazioni in AC; di contro, un sistema AC presenta alcune limitazioni poiché il flusso di potenza reattiva dovuto alla grande capacità del cavo provoca una perdita di potenza, che poi limita la distanza massima di trasmissione (< 100 km).

La corrente continua è quindi l'opzione tecnica più conveniente per i collegamenti via cavo a lunga distanza.



	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</p>	<p>19/09/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 9</p>

I cavi in uso oggi includono sistemi monopolari, bipolari e trifase. I diametri degli SPC sono compresi tra 5 e 30 cm e pesano tra 15 e 120 kg/m.

Esistono diversi metodi per isolare i cavi elettrici al fine di contenere i campi elettrici emessi. Progetti specifici sono stati affrontati per i cavi dinamici, con strati di armatura e componenti interni specifici. Infatti, la loro posizione elevata nella colonna d'acqua li rende più suscettibili alla pressione affaticante e alla torsione causata dall'idrodinamica (in particolare in caso di mareggiate).

Con specifico riferimento al Progetto in esame l'analisi delle emissioni elettromagnetiche verrà effettuata sugli elettrodotti di collegamento tra le torri eoliche del parco e dovrà essere effettuata considerando la posa dell'elettrodotto marino in AT (66 kV) sul fondale e protezione con materiali compatibili con le caratteristiche locali del fondale.

Si anticipa che l'emissione elettromagnetica imputabile al cavo marino sarà, per le caratteristiche fisiche di arrangiamento dei conduttori elettrici all'interno del corpo del cavo, assai limitata.

Per esempio, la disposizione a trifoglio con cordatura elicoidale determina infatti l'annullamento della risultante di campo nel dominio del cavo e il suo rapido decadimento all'esterno dello stesso cosicché, per esempio, l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T sia già raggiunto entro un metro di distanza dal cavo.

La configurazione scelta prevede la suddivisione in nove stringhe:

- 8 stringhe da 5 torri da 15 MW + 1 da 14 MW;
- 1 stringa da 4 torri da 15 MW + 2 da 14 MW.

Per ogni stringa è prevista la partenza del cavo di trasmissione marino a 66kV diretto verso le Stazioni di Trasformazione e conversione AC/DC 66 kV/±320 kV e da queste fino a terra.

	<p><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p>RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</p>	<p>19/09/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 10</p>

## 5. EFFETTI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI SULLA FAUNA MARINA

Per quanto riguarda i possibili impatti sulla fauna marina, diverse specie di fauna marina distribuite globalmente sono note per essere sensibili ai campi elettromagnetici, tra queste:

- elasmobranchi (razze e squali);
- pesci ossei;
- mammiferi marini;
- tartarughe marine;
- molluschi;
- crostacei.

Infatti, è noto che la maggior parte di questi utilizzano il campo geomagnetico terrestre per l'orientamento e la migrazione. Alcune specie, come gli elasmobranchi, sono elettrosensibili e sono in grado di rilevare i campi elettrici attraverso specifici organi sensoriali chiamati "ampolle di Lorenzini". Questo elettrosenso può essere utilizzato per rilevare campi elettrici emessi da prede, conspecifici o potenziali predatori, così come per l'orientamento. Si suppone ad esempio che alcuni episodi di morsi osservati su cavi elettrici non sepolti possono essere legati al campo elettrico emesso dai cavi.

Gli elasmobranchi possono rilevare campi elettrici e campi magnetici di intensità anche molto bassa. I cavi elettrici che producono campi magnetici di intensità elevata possono allontanare molte specie di elasmobranchi, modificando o impedendo alcuni movimenti tra aree di importanza ecologica per le specie (come aree di alimentazione, accoppiamento e riproduzione).

	<p align="center"><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</b></p>	<p align="center">19/09/2023</p>	<p align="center">REV.1</p>	<p align="center">Pag. 11</p>

Studi focalizzati a studiare gli impatti dei campi elettromagnetici emessi dai cavi sottomarini su diverse specie di elasmobranchi hanno mostrato che la risposta sembra essere specifica della specie, forse anche degli individui (Gill et al., 2009). Per quel che riguarda i pesci ossei (teleostei) è dimostrato che alcune specie utilizzano i campi elettromagnetici per orientare le proprie migrazioni, come ad esempio le anguille che sembra modulare la propria velocità di nuoto in funzione dell'intensità del campo magnetico terrestre.

Inoltre, secondo quanto riportato nelle linee guida OSPAR (2012) i pesci teleostei marini mostrano reazioni fisiologiche ai campi elettrici a intensità di campo minime di 7 mV / m e risposte comportamentali a 0,5-7,5 V / m (Poleo et al. 2001)

Per quel che riguarda i possibili effetti su mammiferi marini, tartarughe marine e specie pelagiche in generale, si denota una generale lacuna di dati che non permette di quantificare e valutare gli eventuali impatti dei campi elettromagnetici sulle specie potenzialmente presenti nell'area interessata dalla posa del cavo. In conclusione, la presenza di campi elettromagnetici può eventualmente interagire in modo negativo con le specie faunistiche marine maggiormente sensibili, con particolare attenzione agli organismi bentonici e demersali che vivono negli strati più bassi della colonna d'acqua, in prossimità del fondo.

Le conseguenze dei campi elettromagnetici possono causare i seguenti effetti:

- effetti sulle interazioni predatore/preda;
- effetti di allontanamento/attrazione e altri effetti comportamentali;
- effetti sulle capacità di navigazione/orientamento delle specie;
- effetti fisiologici e di sviluppo.

	<p align="center"><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p align="center">RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</p>	<p align="center">19/09/2023</p>	<p align="center">REV.1</p>	<p align="center">Pag. 12</p>

## 6. EFFETTI DEL CALORE EMESSO DAI CAVI SULL'ECOSISTEMA MARINO

Quando l'energia elettrica viene trasportata, una certa quantità viene persa come calore per effetto Joule, portando ad un aumento della temperatura sulla superficie del cavo e un conseguente riscaldamento dell'ambiente immediatamente circostante (OSPAR, 2012).

Il flusso costante di acqua intorno a un cavo posato o dinamico tende a dissipare l'energia termica che risulta limitata alla superficie del cavo. Tuttavia, per i cavi interrati, la radiazione termica può significativamente riscaldare il sedimento circostante a diretto contatto con il cavo, anche a diverse decine di centimetri di distanza da esso, soprattutto in presenza di sedimenti coesivi. L'emissione di calore è più alta nei cavi percorsi da corrente alternata piuttosto che in quelli a corrente continua a parità di velocità di trasmissione. L'emissione di calore può essere modulata in funzione delle caratteristiche fisiche e della tensione elettrica del cavo, della profondità, del tipo di fondo (conduttività termica, resistenza termica, ecc.) e delle caratteristiche fisiche dell'ambiente (OSPAR, 2012).

La trasposizione di questi risultati ad altre località è difficile, considerando il gran numero di fattori che influenzano la radiazione termica, e sono necessari altri studi sul campo per ottenere una migliore comprensione degli effetti della radiazione termica.

Gli aumenti di temperatura vicino al cavo possono modificare le proprietà chimiche e fisiche del substrato, come la concentrazione di ossigeno (profondità dell'interfaccia redox) e, indirettamente, lo sviluppo delle comunità di microrganismi e/o l'attività batterica

La temperatura può potenzialmente causare piccoli cambiamenti spaziali nella

	<p align="center"><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p align="center">RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</p>	<p align="center">19/09/2023</p>	<p align="center">REV.1</p>	<p align="center">Pag. 13</p>

struttura della comunità bentonica attraverso la modifica del comportamento migratorio, con le specie criofile che vengono escluse dal percorso del cavo a favore di altre specie più tolleranti.

A nostra conoscenza, gli impatti dell'aumento di temperatura locale causato da cavi elettrici sulle comunità bentoniche (diversità della macrofauna o struttura e funzionamento microbico) sono stati raramente esaminati, e mancano indagini in situ. Inoltre, gli studi che utilizzano aumenti di temperatura controllati sono spesso irrealistici per quanto riguarda l'estensione del sospetto riscaldamento. Questa considerevole lacuna di conoscenza impedisce di trarre conclusioni sugli impatti ecologici della radiazione termica di lunga durata sugli ecosistemi, ma considerando la ristrettezza del corridoio e la prevista debolezza della radiazione termica, gli impatti non sono considerati essere significativi.

## 7. MISURE DI MITIGAZIONE

Dal momento che il posizionamento e la messa in opera dei cavi sottomarini possono influenzare l'ambiente marino, esistono delle linee guida che prevedono l'eventuale applicazione di opportune misure di mitigazione (OSPAR 2009).

Le misure disponibili per minimizzare o addirittura evitare la maggior parte degli impatti ambientali causati dalla posa e utilizzo dei cavi sottomarini si differenziano a seconda del possibile impatto generato.

Nella fattispecie, per quanto riguarda le emissioni dei campi EMF ed il calore generato dal passaggio di corrente, le misure di mitigazione più adeguate sono individuate nelle seguenti azioni:

interramento del cavo;

accurata scelta della tipologia del cavo.

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</p>	<p>19/09/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 14</p>

## 7.1. TIPOLOGIA DEL CAVO

I campi elettrici generati direttamente sono considerati controllabili da un'adeguata schermatura, ad esempio mediante piastre d'acciaio, guaine all'interno del cavo che isolano il conduttore, ecc. Tuttavia, può verificarsi un campo elettrico indotto generato dal campo magnetico. In caso di elevati flussi di corrente durante la trasmissione di energia i campi elettrici vicino al cavo superano significativamente i valori tipici in condizioni naturali.

Il verificarsi di campi magnetici associati alla trasmissione di energia è meglio limitato dalla compensazione del campo che si ottiene utilizzando modelli appropriati di posizionamento del conduttore/cavo e/o la geometria della configurazione. Quando si usano due cavi separati a conduttore singolo per una trasmissione in corrente continua (come nell'ipotesi progettuale proposta), essi dovrebbero essere sepolti nel fondo marino parallelamente e alla minima distanza possibile l'uno dall'altro ("close lying"), in modo che i campi magnetici si annullino a vicenda per quanto possibile. In un cavo a due conduttori questa neutralizzazione raggiunge idealmente il 100% quando si usa un design coassiale e nessun campo sarà indotto; tale sistema dovrebbe quindi essere considerato e, dove possibile, applicato come misura di prevenzione.

Nel caso di sistemi di trasmissione AC (come per le linee di connessione delle torri), il campo magnetico è meglio limitato utilizzando cavi a tre conduttori che portano ad una neutralizzazione quasi completa del campo sulla superficie del cavo, poiché la somma delle tensioni e delle correnti delle tre fasi è zero in qualsiasi momento. Se si usano tre cavi a conduttore singolo, di nuovo devono essere installati il più vicino possibile e elicordati l'uno rispetto all'altro per ottenere una sufficiente compensazione del campo. Tuttavia, a causa del carattere fasico

	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</p>	<p>19/09/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 15</p>

del campo magnetico, un campo elettrico sarà indotto nei materiali conduttivi circostanti come l'acqua salata.

Infine, l'utilizzo di un sistema HVDC come sistema di trasmissione della potenza verso terra, riduce l'impatto ambientale della radiazione termica.

Come riportato nella Relazione Elettrica, le linee elettriche AT di connessione degli aerogeneratori, funzionanti a 66kV, dal parco eolico alle stazioni di trasformazione saranno costituite da cavi tripolari armati in rame, comprensivi di fibra ottica il cui tubetto è inglobato all'interno dell'armatura del conduttore idonei alla posa sottomarina, elicordati e opportunamente schermati al fine di ridurre il campo elettrico e magnetico generato.

Si rimanda agli schemi unifilari per ulteriori dettagli sui cavi utilizzati.

## 7.2. INTERRAMENTO DEL CAVO

Poiché la forza dei campi magnetici e dei campi elettrici (indotti) diminuisce in funzione della distanza dal cavo, un'ulteriore riduzione dell'esposizione delle specie marine ai campi elettromagnetici può essere ottenuta con la copertura degli stessi con cuscinetti litici. Il sistema non ha alcun effetto schermante, ma riduce l'esposizione delle specie sensibili ai campi elettromagnetici aumentando la distanza degli animali dal cavo.

L'aumento di temperatura indotto dal cavo nello strato superiore del fondo marino sarà limitato dall'afflusso costante di acqua dovuto alle correnti sia naturali sia dovute alla variazione di densità dell'acqua riscaldata dal cavo e riducendo significativamente l'aumento locale della temperatura.

Ci sono prove che vari organismi marini reagiscono sensibilmente ad un aumento anche minimo della temperatura ambientale ma, sulla base delle conoscenze



	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</b></p>	<p>19/09/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 16</p>

attuali, non è ancora possibile specificare in rapporto a quale aumento di temperatura nel sedimento ci si possono aspettare conseguenze significative per l'ambiente marino (BFS 2005).

Per le acque offshore tedesche, l'Agencia Federale per la Conservazione della Natura, ha concordato una soglia di un aumento massimo tollerabile della temperatura di 2 K a 20 cm di profondità nel sedimento. Questo valore è stato originariamente stabilito come approccio precauzionale al fine di proteggere gli organismi del fondo da danni e le comunità bentoniche dai cambiamenti causati dall'aumento antropogenico della temperatura.

Oltre agli aspetti ecologici e alle opzioni tecniche riguardanti la posa dei cavi, è necessario prendere in considerazione le proprietà termiche del sedimento, il tipo di cavo e la capacità di trasmissione quando si definisce il tipo di posa.

## 8. CONCLUSIONI

I cavi elettrici installati nell'ambiente marino, durante la fase operativa, emettono un campo magnetico che decresce in intensità molto rapidamente man mano che ci si allontana dal cavo. Questo campo magnetico induce un campo elettrico di basso valore. Di conseguenza, solo le comunità biotiche nelle immediate vicinanze del cavo potrebbero essere esposte al campo magnetico.

Sulla base dei dati disponibili fino ad oggi, non esiste evidenza di campi elettromagnetici (EMF) associati con generazione elettrica marina rinnovabile che abbiano alcun impatto (positivo o negativo) sulle specie faunistiche dell'area di interesse (Copping 2018).

Per quel che riguarda le specie di mammiferi marini, sebbene non manchino in letteratura esempi di specie di cetacei che visitano regolarmente i parchi eolici operativi (Lindeboom et al. 2011), non esiste tuttavia alcuna evidenza che la



	<p align="center"><b>PARCO EOLICO OFFSHORE "MEDIO ADRIATICO"</b></p>	  		
	<p align="center"><b>RELAZIONE TECNICA VALUTAZIONE IMPATTI EMISSIONI EMF SULLA FAUNA MARINA</b></p>	<p align="center">19/09/2023</p>	<p align="center">REV.1</p>	<p align="center">Pag. 17</p>

presenza dei campi eolici e dell'elettromagnetismo dei cavi sottomarini ad essi associati, possano generare alcun impatto negativo sui cetacei dell'area. Alcune specie di cetacei, tuttavia, potrebbero essere in grado di rilevare variazioni nei campi magnetici (Normandeu Associates Inc 2011).

Per quanto concerne i mammiferi marini, desta particolare attenzione la possibile presenza della foca monaca (*Monachus monachus*); per questa specie, e per i pinnipedi in generale, non ci sono prove riguardo alla capacità di poter rilevare o rispondere ai campi elettromagnetici. Inoltre, dal momento che i mammiferi marini sono generalmente noti per frequentare le strutture dei parchi eolici offshore senza alcuna evidenza di disturbo che possa essere associato alla presenza di EMF, si presuppone che la sua entità e indice di vulnerabilità siano complessivamente trascurabili.

In conclusione, alla luce delle analisi condotte fino ad ora, e sulla base della bibliografia disponibile, non vi sono evidenti elementi di rischio nella valutazione degli effetti dei campi elettromagnetici emessi dai cavi sottomarini per le diverse specie che compongono la fauna marina (cetacei, pinnipedi, pesci, crostacei e molte specie pelagiche).

Analogamente, si giunge alla stessa conclusione per quel che riguarda i possibili effetti del calore emesso dai cavi sulla fauna marina.