

# Parco Eolico "Scintilia"

## Comune di Favara e Comitini (AG)

**Proponente**



**Sorgenia Grecale Srl**

via Alessandro Algardi 4, Milano

P.IVA/CF: 11884780963

PEC: [sorgenia.grecale@legalmail.it](mailto:sorgenia.grecale@legalmail.it)



## R12- RELAZIONE SPECIALISTICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

**Progettista**



**TiemesSrl**

Via Sangiorgio 15- 20145 Milano

tel. 024983104/ fax. 0249631510

[www.tiemes.it](http://www.tiemes.it)

0	10/12/2021	Prima emissione				
Rev.	Data emiss	Descrizione	Preparato	Approvato		
		Documento n°				
		Commessa	Proc.	Tipo doc	Num	Rev
		21007	FVR	PD	R	12
		Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata / Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden				
Origine File: 21007 FVR_PD_R_12_00.docx						

## INDICE

<b>1</b>	<b>Premessa</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Scopo</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Proponente</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Generalità</b> .....	<b>5</b>
4.1	Normativa.....	6
<b>5</b>	<b>Impatto dell'opera</b> .....	<b>6</b>
5.1	Induzione magnetica dei conduttori in MT interrati.....	7
5.2	Induzione magnetica degli aerogeneratori .....	8
5.3	Induzione magnetica della SSE 150/30 kV .....	9
5.4	Induzione magnetica dei conduttori in AT interrati .....	10
5.5	Campi elettrici .....	11
<b>6</b>	<b>Conclusioni</b> .....	<b>11</b>

## **INDICE DELLE FIGURE**

FIGURA 5-1 – ANDAMENTO DELL'INDUZIONE MAGNETICA PER TRE CONDUTTORI UNIPOLARI DI SEZIONE 500MMQ IN MT (SINGOLA TERNA), IN FUNZIONE DELLA DISTANZA DAI CONDUTTORI, IN RIFERIMENTO A NORMA CEI 106-11 .....	8
FIGURA 5-2 – DPA PER CABINA PRIMARIA (FONTE: ENEL DISTRIBUZIONE SPA).....	9
FIGURA 5-3 – DPA PARI A 14M DALLA SEZIONE IN AT DELLA SSE.....	9
FIGURA 5-4 – AREA PROPOSTA PER LA REALIZZAZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA .....	10

## **INDICE DELLE TABELLE**

TABELLA 5.1 – CARATTERISTICHE DEI CONDUTTORI DEL CAVIDOTTO IN MT INTERRATO.....	7
---	---

## 1 Premessa

La società Sorgenia Grecale Srl, d'ora in avanti il proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella provincia di Agrigento, in agro dei comuni di Favara e Comitini.

L'impianto, denominato parco eolico "Scintilia", è costituito da 8 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 6 MW, per una potenza installata complessiva di 48 MW. Le opere di progetto si inseriscono su terreni agricoli coltivati a seminativo semplice, localizzati in prossimità della Stazione Elettrica (SE) della rete di trasmissione nazionale (RTN) a 220/150 kV di Favara (AG), a circa 2 km dall'agglomerato industriale di Favara-Aragona.

Data la potenza dell'impianto, superiore ai 10.000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i.. In accordo con la soluzione tecnica minima generale (STMG) trasmessa da Terna e formalmente accettata in data 07/09/2021 l'impianto è collegato in antenna con la sezione a 150kV della SE a 220/150 kV di Favara (AG).

I generatori eolici forniscono energia elettrica in bassa tensione (690V) e sono pertanto dotati di un trasformatore MT/BT ciascuno, alloggiato all'interno dell'aerogeneratore stesso e in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco. La rete del parco è costituita di un cavidotto interrato in media tensione (30kV), tramite il quale l'energia elettrica viene convogliata dagli aerogeneratori alla sottostazione elettrica (SSE) di trasformazione AT/MT di proprietà del proponente, ubicata in prossimità della SE a 220/150 kV di Favara (AG).

Le opere progettuali sono quindi sintetizzate nel seguente elenco:

- parco eolico composto da 8 aerogeneratori, da 6 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 125 m e diametro del rotore fino a 170 m, e dalle relative opere civili connesse quali strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- opere di connessione alla rete elettrica, consistenti nel cavidotto in media tensione (30kV) interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti, nella SSE di trasformazione 150/30 kV di proprietà del Proponente e nell'elettrodotto a 150kV di collegamento tra la SSE e la SE di Favara (AG).

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997" e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e s.m.i..

L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti. Per il progetto in esame si stima una producibilità del parco eolico superiore a 105 GWh/anno, che consente di risparmiare almeno 19'635 TEP/anno (*fonte ARERA: 0,187 TEP/MWh*) e di evitare almeno 51'849 ton/anno di emissioni di CO<sub>2</sub> (*fonte ISPRA, 2020: 493,80 gCO<sub>2</sub>/kWh*).

## 2 Scopo

Scopo del presente documento è stimare le emissioni elettro-magnetiche connesse all'esercizio del parco eolico "Scintilia", che la società Sorgenia Grecale Srl propone di realizzare in agro dei comuni di Favara e Comitini (AG), definendo eventuali fasce di rispetto dalle componenti dell'impianto.

## 3 Proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è Sorgenia Grecale S.r.l., interamente parte del gruppo Sorgenia Spa, uno dei maggiori operatori energetici italiani. Il Gruppo è attivo nella produzione di energia elettrica con oltre 4'750 MW di capacità di generazione installata e oltre 400'000 clienti in fornitura in tutta Italia. Efficienza energetica e attenzione all'ambiente sono le linee guida della sua crescita. Il parco di generazione, distribuito su tutto il territorio nazionale, è costituito dai più avanzati impianti a ciclo combinato e da impianti a fonte rinnovabile, per una capacità di circa 370 MW tra biomassa ed eolico. Nell'ambito delle energie rinnovabili, il Gruppo, nel corso della sua storia, ha anche sviluppato, realizzato e gestito impianti di tipo fotovoltaico (ca. 24 MW), ed idroelettrico (ca. 33 MW). In quest'ultimo settore, Sorgenia è attiva con oltre 75 MW di potenza installata gestita tramite la società Tirreno Power, detenuta al 50%. Il Gruppo Sorgenia, tramite le sue controllate, fra le quali Sorgenia Grecale S.r.l., è attualmente impegnata nello sviluppo di un importante portafoglio di progetti rinnovabili di tipo eolico, fotovoltaico, biometano, geotermico ed idroelettrico, caratterizzati dall'impiego delle Best Available Technologies nel pieno rispetto dell'ambiente.

## 4 Generalità

Si definisce campo elettrico una regione dello spazio soggetta ad una forza di tipo elettrico, dovuta alla presenza di cariche elettriche; in tale regione una particella carica elettricamente risulta sottoposta a una forza di attrazione o repulsione.

Il campo magnetico è invece una regione dello spazio soggetta ad una forza di tipo magnetico, causata da un magnete o dal passaggio di una corrente elettrica in un conduttore; all'interno di un campo magnetico un dipolo magnetico è soggetto a una forza di rotazione (momento) che tende a modificarne l'orientamento nello spazio.

Un campo elettromagnetico è il risultato della concatenazione di un campo elettrico e di un campo magnetico generati da un campo (elettrico o magnetico) variabile nel tempo; i campi elettromagnetici hanno la proprietà di diffondersi nello spazio e di trasportare energia e sono usualmente rappresentati sotto forma di onde con determinata frequenza (numero di oscillazioni al secondo).

I campi elettromagnetici sono usualmente classificati secondo la frequenza in:

- Campi a Frequenza Estremamente Bassa, detti ELF (Extremely Low Frequency), da 30 a 300 Hz;
- Campi a Radiofrequenza, detti RF, da 300 kHz a 300 MHz;
- Microonde, da 300 MHz a 300 GHz.

I campi generati dagli elettrodotti sono caratterizzati dalla cosiddetta frequenza industriale (50Hz) e pertanto appartengono alla prima categoria (ELF). Per essi non si parla usualmente di campi elettromagnetici ma, separatamente, di campi elettrici e campi magnetici. Ciò è dovuto al fatto che, a frequenze così basse, le principali proprietà dei campi elettromagnetici, cioè la concatenazione dei campi e la capacità di irradiarsi nello spazio, vengono a mancare. Il campo elettrico e quello magnetico hanno pertanto proprietà, e assumono valori, indipendenti l'uno dall'altro e, inoltre, esauriscono in massima parte i loro effetti a distanza limitata dalla sorgente.

L'intensità del campo elettrico, generalmente indicata con la lettera E, si esprime in Volt per metro (V/m), generato dagli elettrodotti, mantiene livelli stabili nel tempo in una data posizione spaziale e dipende da diversi fattori:

- dalla tensione della linea (cresce al crescere della tensione);
- dalla distanza dalla linea (decresce allontanandosi dalla linea);
- dall'altezza dei conduttori da terra (decresce all'aumentare dell'altezza).

L'intensità del campo magnetico è indicata con la lettera H ed è espressa in Ampere per metro (A/m); oltre a tale unità di misura è frequentemente utilizzata la grandezza "induzione elettromagnetica", indicata con la lettera B ed espressa usualmente in Tesla (T) o microTesla ( $\mu\text{T}$ ). Tale grandezza è correlata alla permeabilità magnetica del mezzo attraversato. Nei mezzi isotropi B e H assumono lo stesso valore: poiché la permeabilità magnetica dell'aria e del corpo umano sono uguali, nelle valutazioni che hanno attinenza con la salute umana i due termini sono usati indifferentemente.

I livelli di campo magnetico variano nel tempo in funzione della variazione di corrente, infatti la sua intensità dipende:

- dalla corrente che scorre lungo i fili conduttori delle linee (aumenta con l'intensità di corrente sulla linea);
- dalla distanza dalla linea (decresce allontanandosi dalla linea);
- dall'altezza dei conduttori da terra (decresce all'aumentare dell'altezza).

## 4.1 Normativa

La Legge n.36 del 22 febbraio 2001 è indirizzata alla tutela della salute della popolazione e dei lavoratori dai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati da qualsiasi impianto che operi nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 300 GHz e che emetta in ambiente esterno o in ambiente interno.

La tutela della salute viene conseguita attraverso la definizione di tre differenti livelli: limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità

Il DPCM 08/07/2003 disciplina, a livello nazionale, in materia di esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz) generati dagli elettrodotti, fissando:

- i limiti per il campo elettrico (5 kV/m);
- i limiti per l'induzione magnetica (100  $\mu\text{T}$ );
- i valori di attenzione (10  $\mu\text{T}$ ) e gli obiettivi di qualità (3  $\mu\text{T}$ ) per l'induzione magnetica;

Il decreto prevede, inoltre, la determinazione di distanze di rispetto dalle linee elettriche, definibili come il luogo dei punti circostanti la fonte del campo magnetico caratterizzati da una induzione magnetica di intensità uguale all'obiettivo di qualità. La distanza di prima approssimazione (DPA), è definibile come la proiezione in pianta di tale distanza di rispetto.

## 5 Impatto dell'opera

L'opera proposta non costituisce una sorgente di radiazioni ionizzanti. Per quanto riguarda le radiazioni non ionizzanti queste sono associate al cavo di collegamento tra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica, alla SSE di trasformazione 150/30 kV e al cavo interrato in AT per la connessione alla SE di Favara (AG).

La soluzione prescelta per il collegamento alla rete elettrica nazionale è costituita da un elettrodotto interrato a 30 kV della lunghezza massima di circa 4,7 km. Si precisa che gli aerogeneratori saranno raggruppati in due sottocampi, i cavidotti interni al parco collegheranno gli aerogeneratori di ciascun sottocampo in configurazione “entra-esce” e ciascuno dei due sottocampi sarà direttamente collegato alla sottostazione elettrica.

I conduttori avranno una lunghezza totale (cavidotti interni e elettrodotto di connessione alla SSE) di 7,8 km, per il primo sottocampo e 8,8 km per il secondo sottocampo. La sezione dei conduttori è dimensionata per garantire la portanza di corrente di progetto e per mantenere la caduta di tensione al di sotto del 4%. Considerando di utilizzare cavi di tipo unipolare o tripolare cordati ad elica visibile e conduttori in alluminio a spessore ridotto, isolati in XLPE, con guaina in polietilene (tipo ARE4H1RX), tale obiettivo si ottiene con cavi di sezione come illustrato in Tabella 5.1.

**Tabella 5.1 – Caratteristiche dei conduttori del cavidotto in MT interrato**

Sezione del cavidotto	Lunghezza [m]	Potenza [MW]	Sezione [mmq]	In [A]	Iz [A]	ΔV [%]
<b>Sottocampo 1</b>						2,37%
FV4-FV3	3689	6	95	116,6	196	1,06%
FV3-FV2	1625	12	150	233,3	250	0,61%
FV2-FV1	1540	18	300	349,9	370	0,45%
FV1-SSE	990	24	500	466,5	483	0,25%
<b>Sottocampo 2</b>						1,93%
FV8-FV5	1620	6	95	116,6	196	0,46%
FV7-FV6	1520	6	95	116,6	196	0,44%
FV6-FV5	965	18	300	349,9	370	0,28%
FV5-SSE	4722	24	500	466,5	483	1,19%

I cavi saranno direttamente interrati in trincee di sezione 50 cm e 80 cm rispettivamente per la posa di “singola o doppiaterna” in parallelo, ad una profondità di scavo minima di 1,20 m.

## 5.1 Induzione magnetica dei conduttori in MT interrati

Il cavidotto in media tensione sarà costituito da una o due terne di conduttori schermati, cordati ad elica e direttamente interrati in trincea ad una profondità di scavo minima di 1.20 m.

La soluzione con cavi interrati permette di ridurre drasticamente i campi elettromagnetici emessi, annullando sostanzialmente il campo a circa 1 m dal suolo grazie al potere schermante del terreno; per quanto riguarda l'induzione magnetica, l'effetto schermante risulta minore ma l'attenuazione aumenta molto rapidamente con la distanza.

A titolo di esempio in Figura 5-1 è riportato l'andamento dell'intensità del campo magnetico indotto da tre conduttori unipolari, di alluminio a 30 kV posati a trifoglio e di sezione 500 mmq, in funzione della distanza dai conduttori. Ai sensi della norma CEI 106-11, infatti, il campo magnetico indotto può essere stimato sulla base della formula semplificata:

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{D^2}$$

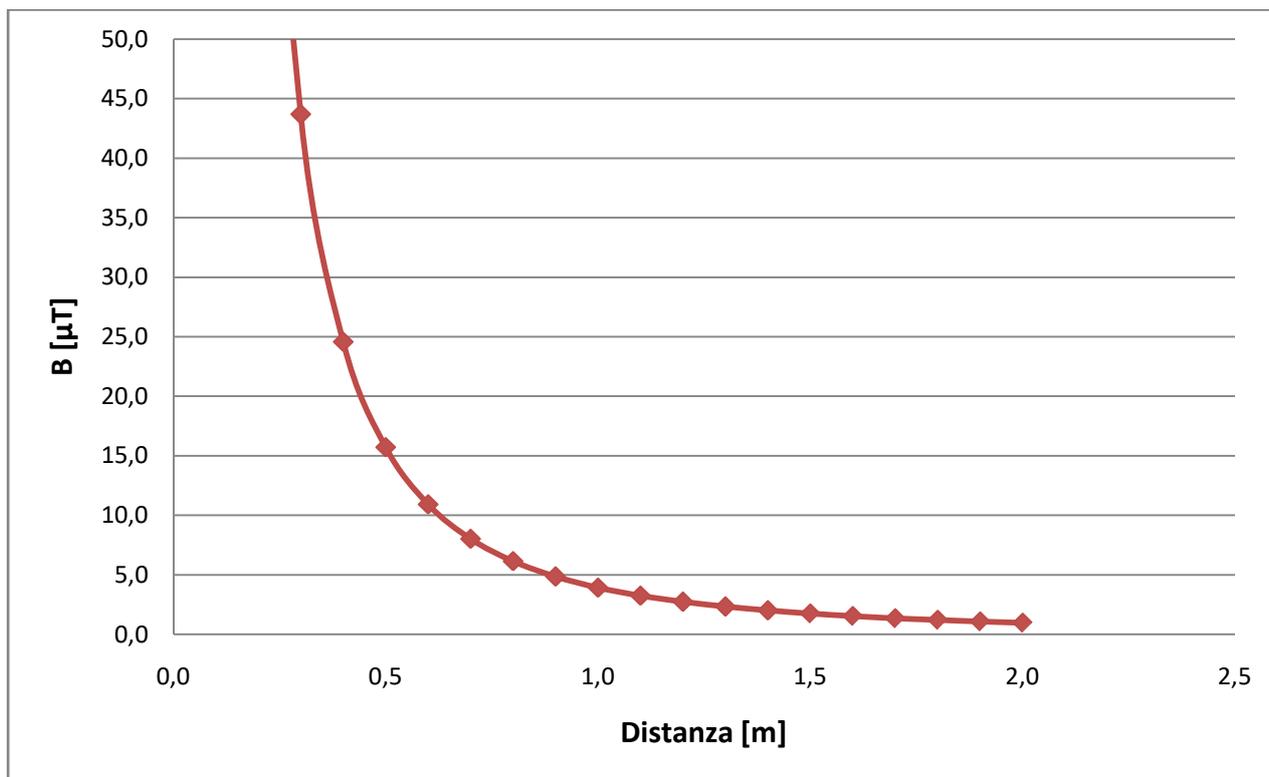
Dove:

I è la corrente circolante nel conduttore espressa in ampere [A]

S è la distanza tra le fasi che, in analogia a quanto previsto dal DM 29/05/2008, può essere considerata pari al diametro esterno dei cavi (conduttore + isolante)

D è la distanza del punto nel quale si desidera valutare il valore di campo magnetico indotto.

Come illustrato nel grafico seguente, il valore corrispondente agli obiettivi di qualità per l'induzione magnetica (pari a  $3 \mu\text{T}$ ), viene raggiunto ad una distanza di circa 1,14 m dai conduttori interrati; valore di per se inferiore alla profondità di posa.



**Figura 5-1 – Andamento dell'induzione magnetica per tre conduttori unipolaridi sezione 500mmq in MT (singola terna), in funzione della distanza dai conduttori, in riferimento a norma CEI 106-11**

Inoltre, l'utilizzo di cavi cordati ad elica garantisce un'ulteriore e significativa riduzione del campo magnetico indotto dai conduttori. Ai sensi del D.M. 29 Maggio 2008, i cavidotti in media tensione interrati e cordati ad elica visibile sono infatti esclusi dalla verifica della DPA (distanza di prima approssimazione) in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, tipicamente 0,7-0,8 m.

Si può dunque concludere che per l'induzione magnetica del cavidotto interrato in MT sono sempre raggiunti gli obiettivi di qualità stabiliti dalla normativa.

## 5.2 Induzione magnetica degli aerogeneratori

Per quanto concerne gli aerogeneratori, la generazione di campi magnetici è legata al generatore elettrico BT e al trasformatore MT/BT ubicati all'interno della navicella. Il campo magnetico prodotto da questi due componenti risulta quindi totalmente trascurabile, in virtù dell'altezza alla

quale la navicella è collocata, ovvero superiore a 100m dal suolo. Per la cabine elettriche degli aerogeneratori, caratterizzate da soli quadri elettricie non da trasformatori, si può far riferimento a quanto stimato in precedenza per il cavidotto MT, ottenendo perciò valori al di sotto dell'obiettivo di qualità imposto dalla normativa a distanze dell'ordine del metro.

### 5.3 Induzione magnetica della SSE 150/30 kV

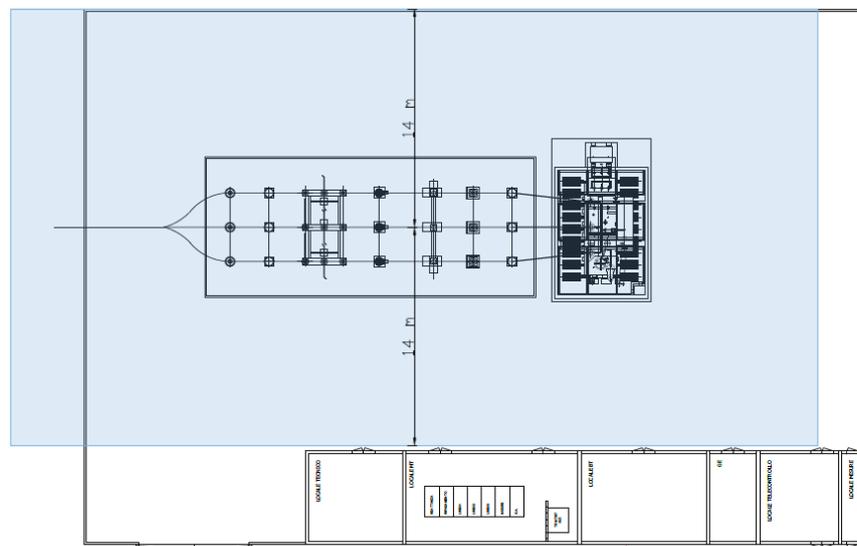
Per valutare l'impatto elettromagnetico derivante dalla costruzione della sottostazione elettrica di trasformazione 150/30kV di proprietà del Proponente, si fa riferimento al documento elaborato da Enel Distribuzione SpA "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche".

All'interno di tale documento sono state elaborate le schede sintetiche con le DPA per le tipologie ricorrenti di linee e cabine elettriche di proprietà Enel Distribuzione di nuova realizzazione. Dette distanze sono state calcolate in conformità al procedimento di calcolo della fascia di rispetto, definito dal Decreto 29 maggio 2008. Per DPA di una cabina si intende la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce il rispetto dell'obiettivo di qualità (induzione magnetica <3 µT).

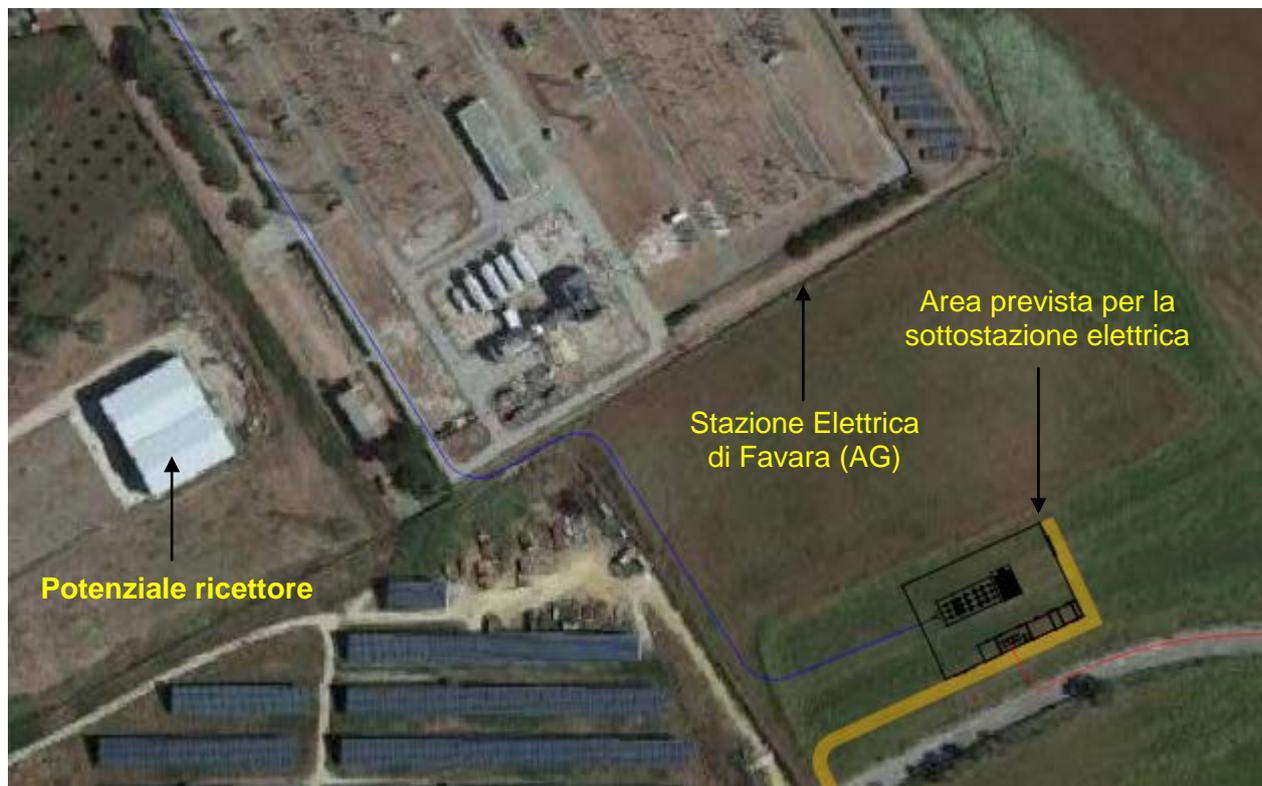
In Figura 5-2 sono riportati i valori di DPA per cabina primaria isolata in aria: con un trasformatore da 63 MVA la DPA risulta pari a 14 m, valore assai inferiore rispetto alla distanza del ricevitore sensibile maggiormente esposto, che si trova a circa 240 m. Si sottolinea che il trasformatore AT/MT installato nella sottostazione avrà una potenza nominale massima pari a 60MVA, e che la proiezione in pianta della distanza di rispetto, pari a 14m, risulta essere quasi totalmente contenuta all'interno del perimetro della sottostazione stessa.

Tipologia trasformatore [MVA]	CABINA PRIMARIA						
	D.P.A. Cab. da centro sbarre AT	Distanza tra le fasi AT	Corrente	D.P.A. Cab. da centro sbarre MT	Distanza tra le fasi MT	Corrente	Riferimento
	m	m	A	m	m	A	
63	<b>14</b>	2.20	870	7	0.38	2332	A16

**Figura 5-2 – DPA per cabina primaria(Fonte: Enel Distribuzione SpA)**



**Figura 5-3 – DPA pari a 14m dalla sezione in AT della SSE**



**Figura 5-4 – Area proposta per la realizzazione della sottostazione elettrica**

## 5.4 Induzione magnetica dei conduttori in AT interrati

Il valore del campo magnetico indotto dai conduttori dell'elettrodoto interrato in alta tensione a 150 kV di collegamento tra la SSE di trasformazione 150/30kV e la SE di Favara è determinato mediante l'utilizzo dell'espressione matematica semplificata, già illustrata:

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{D^2}$$

Dove:

I è la corrente circolante nel conduttore espressa in ampere [A]

S è la distanza tra le fasi, che in analogia a quanto previsto dal DM 29/05/2008 può essere considerata pari al diametro esterno dei cavi (conduttore + isolante)

D è la distanza del punto nel quale si desidera valutare il valore di campo magnetico indotto.

Il cavidotto in AT sarà composto da 3 conduttori unipolari in alluminio, schermati, con isolamento di XLPE, di sezione 630 mmq e con tensione massima pari a 170kV. I tre conduttori saranno posati a trifoglio in trincea, ad una profondità di scavo pari a 1,50 m. Tale cavidotto convoglierà tutta l'energia prodotta dal parco eolico alla SE di Favara e garantirà pertanto una portata di corrente nominale pari a circa 200 A.

Tenendo in considerazione quanto appena esposto, ai sensi della norma CEI 106-11, la DPA dal cavidotto interrato in AT calcolata risulta pari a 1,40 m. Si sottolinea che tale distanza è inferiore alla profondità di posa dei conduttori.

## **5.5 Campi elettrici**

I componenti dell'impianto, compresi i cavidotti in media tensione ed in alta tensione, saranno dotati di schermatura o di massa metallica direttamente collegata all'impianto di terra. Si può quindi affermare che i componenti dell'impianto saranno a potenziale nullo (potenziale di terra pari a zero), e di conseguenza in grado di schermare totalmente i campi elettrici.

## **6 Conclusioni**

Dall'analisi condotta si può concludere che i valori di induzione magnetica e dei campi elettrici generati dal parco eolico e dalle opere di connessione alla rete sono compatibili con i requisiti della normativa di riferimento. Le distanze di prima approssimazione individuate non interferiscono in alcun punto con potenziali recettori. In particolare all'interno delle DPA non si riscontrano luoghi adibiti alla presenza di persone per più di 4 ore, abitazioni, ambienti scolastici o aree di gioco per l'infanzia.