



"DI BENEDETTO 2"

1	PROGETTO REV 00	MR	11/21	
REV.	DESCRIZIONE E REVISIONE	Sigla	Data	Firma
				EMESSO

<p>GVC SERVIZI DI INGEGNERIA</p> <p>Via della Pineta 1 - 85100 - Potenza email: info@gvcingegneria.it - website: www.gvcingegneria.it C.F. e P.IVA 01737760767 P.E.C.: gvc srl@gigapec.it</p> <p>Direttore Tecnico: dott. ing. MICHELE RESTAINO</p> <p>Collaboratori GVC s.r.l. per il progetto: dott. ing. GIORGIO MARIA RESTAINO dott. ing. CARLO RESTAINO dott. ing. ATTILIO ZOLFANELLI</p> <p>GVC s.r.l. Direttore Tecnico ing. Michele Restaino</p>	<p>Nuova Atlantide soc. coop. a r.l.</p> <p>Località Palazzo snc - 75011 Accettura - Matera email: progettazione@nuovaatlantide.com</p> <p>Direttore Tecnico: geol. ANTONIO DI BIASE</p> <p>Collaboratore per il progetto: geol. TOMMASO SANTOCHIRICO</p> <p>"Nuova Atlantide" Società Cooperativa Località Palazzo s.n.c. 75011 Accettura (MT)</p> <p><i>Antonio Di Biase</i></p> <p>ORDINE DEI GEOLOGI DI BASILICATA N. Iscritt. 257</p>	<p>Dott. Antonio Bruscella</p> <p>Piazza Alcide De Gasperi 27 - 85100 - Potenza email: antonio Bruscella@hotmail.it</p> <p>Dott. Antonio Bruscella <i>Antonio Bruscella</i></p> <p>ANTONIO BRUSCELLA Architetto, Urbanista Piazza Alcide De Gasperi, 27 - 85100 Potenza Tel. 0971/292929 E-Mail: antonio Bruscella@hotmail.it P.I. 0546509826</p>	<p>Dott. agr. Paolo Castelli</p> <p>Viale Croce Rossa 25 - 90144 - Palermo email: paolo.castelli@hotmail.it P.IVA 0546509826</p> <p>ORDINE DEI GEOMETRI E DOTTORI FORESTALI DI BASILICATA Dott. Paolo Castelli N. 1988 ALBO SEZ. A PALERMO</p>
--	---	--	---

<p>MARMARIA SOLARE 10 s.r.l.</p> <p>Via Tevere n.41 - 00198 ROMA, Italia marmariasolare10srl@legalmail.it C.F. e P.IVA 16229571001 SOCIETA' DEL GRUPPO POWERTIS s.r.l.</p>	<p>Powertis</p> <p>Via Tevere, 41 - 00198 ROMA, Italia www.powertis.com</p>	<p>Soltec</p> <p>Via Tevere, 41 - 00198 ROMA, Italia www.soltech.com</p>
---	--	---

Comune	COMUNE DI CRACO (MT)	COD. RIF	G/139/09/A/01/PD		
		ELABORATO		FILE	
Opera	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA NOMINALE PARI A 19.958,40 kWp DENOMINATO "DI BENEDETTO 2" - UBICATO NEL COMUNE DI CRACO (MT) - REGIONE BASILICATA	Categoria	N.°		
		PD		Scala	-----
Oggetto	PROGETTO DEFINITIVO		A.8		
<p>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA SULL'IMPATTO ELETTRICITÀ</p>					

Questo disegno è di nostra proprietà riservata a termine di legge e ne è vietata la riproduzione anche parziale senza nostra autorizzazione scritta



CODE
G13909A

PAGE
1 di/of 17

RELAZIONE SPECIALISTICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO IMPIANTO "DI BENEDETTO 2"

Powertis S.R.L.
Powertis S.A.U.: socio unico di Powertis S.R.L.
Via Venti Settembre 1
00187, Roma, Italia
C.F. e P.IVA: 15448121002
info@powertis.com

Powertis S.A.U.
Calle Principe de Vergara, 43
Planta 6 oficina 1
28001, Madrid, España
info@powertis.com

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	15/11/2021	PRIMA EMISSIONE	15/11/2021	15/11/2021	15/11/2021

	 SERVIZI DI INGEGNERIA	<i>CODE</i> G13904A
		<i>PAGE</i> 2 di/of 17

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	DEFINIZIONI	5
3	INQUADRAMENTO GENERALE.....	6
4	DETERMINAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO.....	7
4.1	DEFINIZIONI	7
4.2	IPOSTESI DI CALCOLO	7
4.3	VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO	8
5	CARATTERISTICHE GENERALI DELL'ELETTRODOTTO.....	10
5.1	CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO	10
5.1.1	Cavi di posa a spirale sezione 120/240mm ²	11
5.1.2	Cavi di posa a spirale sezione 400mm ²	11
5.1.3	Analisi dei risultati	12
6	SOTTOSTAZIONE DI ELEVAZIONE MT/AT	14
6.1	CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLA STAZIONE DI CONSEGNA	14
6.2	LINEA ELETTRICA AT.....	14
7	CAMPI ELETTRICI.....	16
8	CONCLUSIONI	17

		<i>CODE</i> G13904A
		<i>PAGE</i> 3 di/of 17

ELENCO FIGURE

Figura 1 - Inquadramento su ortofoto dell'impianto (stralcio tavola A12a1-3)	4
Figura 2 - Stralcio della corografia generale di progetto	6
Figura 3 - Distribuzione del campo con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa pari a 0,80m (Fonte: Ns elaborazione)	13

		CODE G13904A
		PAGE 4 di/of 17

1 PREMESSA

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza nominale pari a **19.994,88 KWp** da installarsi sui terreni nel comune di Craco (MT) e relativa sottostazione AT/MT MONTALBANO JONICO. La denominazione dell'impianto sarà **"DI BENEDETTO 2"**.

Il Soggetto Responsabile, così come definito, ex art. 2, comma 1, lettera g, del DM 28 luglio 2005 e s.m.i., è la società **"MARMARIA SOLARE 10 s.r.l."**, con sede in Roma via Tevere n.41, C.F. e P.IVA: 16229571001, società del gruppo **POWER TIS S.r.l.**, che dispone delle disponibilità all'utilizzo delle aree oggetto di intervento.

L'impianto agrivoltaico in progetto, di potenza complessiva pari a **19.958,40 Kw**, occuperà una **superficie** pari a circa **37,09 ha** e sarà connesso alla S.E. di Terna **MONTALBANO J** mediante un cavidotto interrato MT a 30 kV di lunghezza pari a circa **10,4 km**, una Sottostazione di trasformazione MT/AT 30/150kV e un cavidotto in AT a 150 kV; i terreni interessati dall'intervento, della tipologia green field, ricadono in "Aree agricole ordinarie" di P.R.G. del Comune di Craco (MT).

La viabilità presente garantisce una buona accessibilità a ogni tipo di mezzo ai fini della cantierizzazione e della realizzazione del parco fotovoltaico, infatti la Strada Provinciale 103 (ex SS 103) ha una larghezza di circa 5.5 metri.

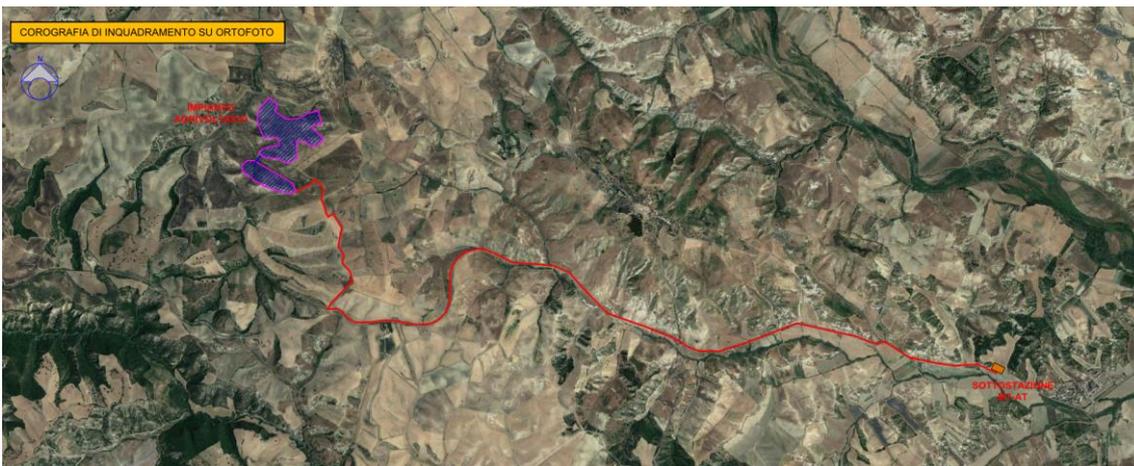


Figura 1 - Inquadramento su ortofoto dell'impianto (stralcio tavola A12a1-3)

		CODE G13904A
		PAGE 5 di/of 17

2 DEFINIZIONI

Valgono le seguenti definizioni:

- **esposizione:** è la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;
- **limite di esposizione:** è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori;
- **valore di attenzione:** è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere, superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate;
- **Elettrodotto:** Insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;
- **Esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici:** è ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- **Esposizione della popolazione:** è ogni tipo di esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici;
- **Corrente:** Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica;
- **Portata in corrente in servizio normale:** Corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni;
- **Portata in regime permanente:** Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05);
- **Fascia di rispetto:** Spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità;
- **Distanza di prima approssimazione (Dpa):** Distanza in pianta, sul livello del suolo, misurata dalla proiezione del centro linea fino al limite che garantisce che ogni punto, si trovi all'esterno delle fasce di rispetto ovvero ad una distanza maggiore della *Dpa*. Per le cabine la *Dpa* è la distanza in pianta, sul livello del suolo, misurata a partire da tutte le pareti della cabina stessa, tale da garantire i requisiti di cui sopra."

Obiettivi di qualità sono:

- I criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili indicati dalle leggi regionali;
- I valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico definiti dallo Stato ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

		CODE G13904A
		PAGE 6 di/of 17

3 INQUADRAMENTO GENERALE

Nel progetto in esame le aree eventualmente interessate dagli effetti dei campi elettromagnetici sono costituite essenzialmente dalle cabine di trasformazione, dalla relativa sottostazione di connessione alla rete di trasmissione nazionale (situata in una zona non abitata) e dalle zone interessate dal percorso dei cavi elettrici di trasmissione dell'energia.

Per quanto concerne la diffusione di onde elettromagnetiche riconducibili al funzionamento degli inverter, studi e rilevazioni effettuate, hanno dimostrato che propagano onde tali da non arrecare pregiudizio e/o danno per la salute dell'individuo, della flora e della fauna circostante.

L'elettrodotto di collegamento tra il parco fotovoltaico e la sottostazione, per il cui tracciato si rimanda alla specifica tavola di progetto, ha una lunghezza complessiva pari a **10,40 Km**; su tutto lo sviluppo è prevista un'unica modalità di posa nel rispetto della normativa vigente in materia di interrimento dei cavi.

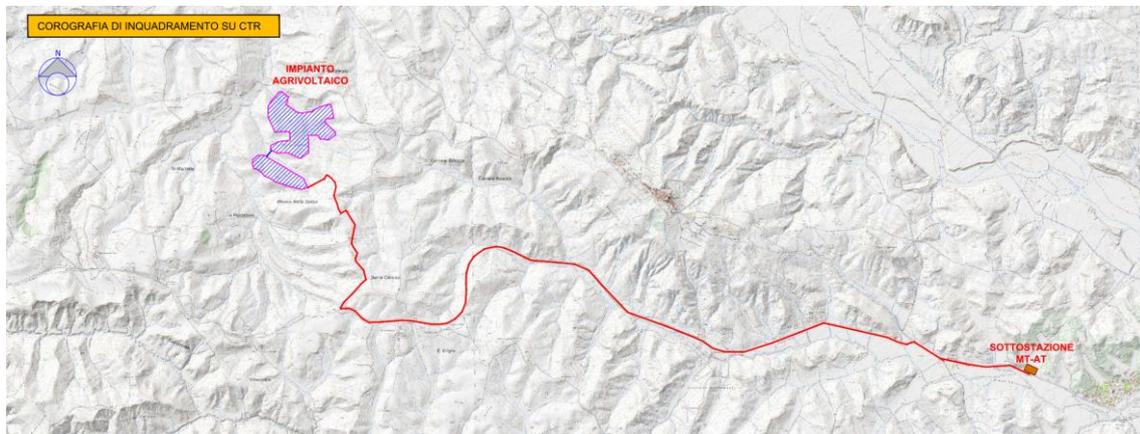


Figura 2 - Stralcio della corografia generale di progetto

		<i>CODE</i> G13904A
		<i>PAGE</i> 7 di/of 17

4 DETERMINAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO

4.1 DEFINIZIONI

Una linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza.

Il DPCM 08/07/03 stabilisce che per la determinazione delle fasce di rispetto si deve fare riferimento alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-6 che, in particolare per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 [kV], deve essere dichiarata dal gestore.

Nel 2004, l'APAT - Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici – ha stabilito la metodica da usarsi per la determinazione delle fasce di rispetto relative ad una o più linee elettriche aeree o interrate che insistono sulla medesima porzione di territorio. Tale metodica prevede che:

- il gestore considera i dati caratteristici delle linee, ivi incluse le eventuali condizioni di fase relativa tra più linee elettriche intersecanti o vicine.
- si assume come portata in corrente circolante nelle linee la relativa "corrente in servizio normale" così come definita all'interno della norma CEI 11-6. Tale corrente viene definita dal gestore.
- le linee possono essere schematizzate così come prevede la norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", Cap.4.1. Il calcolo può essere eseguito secondo l'algoritmo definito al Cap.4.3;
- si calcolano le regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a 3 [μ T] in termini di valore efficace;
- le proiezioni verticali al livello del suolo di suddette superfici determinano le fasce di rispetto.
- le relative dimensioni espresse in metri possono essere arrotondate all'intero più vicino".

Il DM 29 maggio 2008 pubblicato sulla G.U. n. 156 del 05/07/2008, infine, stabilisce la metodologia per il calcolo delle fasce di rispetto. In particolare, esso introduce le seguenti importanti specificazioni:

- Portata in corrente in servizio normale delle linee elettriche aeree esterne a tensione maggiore di 100 [kV]: è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili in termini termici, di allungamento e rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate, e di invecchiamento. Essa è definita dalla norma CEI 11-60. In altri termini, come corrente in servizio normale si assume la massima corrente che l'elettrodotto può sopportare.
- Fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzate da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.
- Distanza di prima approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

L'obiettivo di qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3 μ T come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

4.2 IPOTESI DI CALCOLO

Come indicato in precedenza, la corrente da utilizzare nel calcolo dell'impatto elettromagnetico è la portata in servizio normale, come definita dalla norma CEI 11-6, relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata. Per gli elettrodotti con tensione inferiore a 100 [kV] la portata di corrente in servizio normale

		CODE G13904A
		PAGE 8 di/of 17

viene fissata dai proprietari/gestore in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori. Per le linee in cavo la portata da utilizzare è la portata in regime permanente così come definita dalla norma CEI 11-17. Relativamente al calcolo della DPA, il DM 29 maggio 2008 riporta un procedimento semplificato che fa riferimento alla norma CEI 106-11-Parte 1, basato su modello bidimensionale valido per conduttori orizzontali paralleli. Il campo magnetico generato da un elettrodotto in un punto, infine, è la risultante dei campi prodotti in quel punto da tutte le correnti che percorrono i conduttori dell'elettrodotto stesso (paralleli tra loro). Il campo magnetico dipende dalla distanza e dalla posizione reciproca dei conduttori (configurazione geometrica del traliccio). Gli elettrodotti possono essere a semplice terna, oppure a doppia terna. La guida CEI 211-4 fornisce le formule per il calcolo del campo magnetico e la guida CEI 106-11 applica tali formule a diversi tipi di elettrodotti per stabilire le fasce di rispetto. A sufficiente distanza dagli elettrodotti, la superficie su cui l'induzione assume lo stesso valore (superficie isolivello) ha con buona approssimazione la forma di un cilindro avente come asse la catenaria ideale passante per il baricentro dei conduttori. L'intersezione di questa superficie cilindrica con un piano ortogonale alla linea individua una circonferenza (sezione del cilindro). La guida CEI 106-11 fornisce le formule per calcolare il raggio di tale circonferenza.

Per gli elettrodotti in media tensione in cavo cordato (aereo o sotterraneo), anche nelle condizioni più cautelative di conduttore di sezione maggiore e corrente massima di circa 350 [A], **l'induzione magnetica scende al di sotto di 3 [μT] alla distanza di 60 [cm] dall'asse del cavo stesso.** La riduzione del campo magnetico intorno alle linee in cavo è dovuta alla minore distanza tra i conduttori di fase rispetto ai conduttori nudi delle linee aeree.

4.3 VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO

Nella redazione della relazione tecnica sui campi elettromagnetici e sul contenimento del rischio di elettrocuzione è stato tenuto conto della normativa vigente in materia. In particolare, sono state recepite le indicazioni contenute nel DPCM 08/07/2003, il quale fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti. Si è, inoltre, tenuto conto di quanto previsto dal DM 29/05/2008 per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (metodologia di calcolo indicata dall'APAT), e della Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55.

Per quanto concerne il campo magnetico generato dagli elettrodotti, esistono tre diverse soglie cui fare riferimento, fissate attraverso il DPCM 8/07/2003. L'art. 3 del citato decreto indica come soglie i valori dell'induzione magnetica mostrati in tabella.

Tabella 1 – Limite di esposizione per la protezione della popolazione dalla presenza di campi elettrici e magnetici

Parametro	Campo Elettrico [kV/m]	Induzione magnetica [μT]
Limite di esposizione	5	100 (da intendersi come valore efficace)
Valore di attenzione (misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere)	/	10 (da intendersi come mdiana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)
Obiettivo di qualità (nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi	/	3

	 SERVIZI DI INGEGNERIA	CODE G13904A
		PAGE 9 di/of 17

Parametro	Campo Elettrico [kV/m]	Induzione magnetica [μ T]
adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche)		(da intendersi come mdiana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

		CODE G13904A
		PAGE 10 di/of 17

5 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'ELETTRODOTTO

Le apparecchiature elettromeccaniche previste nella realizzazione del parco fotovoltaico generano durante il loro funzionamento campi elettromagnetici. In particolare sono da considerarsi come sorgenti di campo elettromagnetico le seguenti componenti:

- Linee elettriche a servizio dell'impianto fotovoltaico
 - Elettrodotto MT di connessione fra i campi ;
 - Elettrodotto MT di vettoriamento dell'energia dal campo verso la cabina di distribuzione MT (entrambe le zone);
 - Elettrodotto MT di vettoriamento dell'energia dalle cabine di distribuzione (Zona A e Zona B) alla cabina di trasformazione MT/AT nella SSE;
- La cabina di trasformazione MT/AT.

5.1 CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALL'ELETTRODOTTO

La connessione dell'impianto verrà effettuata con un'unica condizione, ovvero quella di cavo interrato per tutta la sua lunghezza (**7,98Km**) con una tensione nominale di 30Kv (Linea elettrica di seconda classe). La linea interrata sarà a singolo cavo di connessione tra la cabina di consegna e sostegno capocorda e avrà le seguenti caratteristiche:

- Profondità di scavo: 1.20m
- Larghezza di scavo alla base: 0.8m
- Letto di sabbia da 25 cm entro il quale sono posati i cavidotti
- Materiale inerte stabilizzato compatto per circa 80 cm con interposizione a - 20 cm di apposito nastro di segnalazione di colore rosso.

Per quel che riguarda il tracciato del cavidotto MT a 30 kV il calcolo è da effettuarsi per l'unica condizione di posa prevista lungo il tracciato. Per tutta la sua lunghezza il campo magnetico viene calcolato considerando la condizione più "gravosa" ai fini del calcolo, ovvero quella che prevede l'erogazione della massima corrente nel funzionamento a regime del parco fotovoltaico. È stata quindi svolta una valutazione analitica del campo magnetico generato dall'elettrodotto, basata sulle metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, e specificate dalla norma CEI 106-11. Per la valutazione del campo magnetico generato dall'elettrodotto occorre innanzitutto distinguere gli elettrodotti in funzione della tipologia dei cavi utilizzati. Il progetto, infatti, prevede l'utilizzo di cavi del tipo in alluminio schermati in posa a trifoglio a elica visibile per sezioni fino a 300 mm², mentre a semplice trifoglio per i cavi di sezione maggiore. La tabella che segue mostra le differenti tipologie di cavi da utilizzare e le caratteristiche di posa.

L'elettrodotto attraversa per tutto il suo percorso zone non frequentate da popolazione.

Tabella 2 - Tipologie di cavi da utilizzare e relative caratteristiche

Sezione [mm ²]	Tipo di posa	Profondità di posa [m]
185	Cordato a spirale in guaina	1.20
240	Cordato a spirale	1.20
300	Cordato a spirale	1.20

		CODE G13904A
		PAGE 11 di/of 17

5.1.1 Cavi di posa a spirale sezione 120/240mm²

Si fa presente che, date le caratteristiche costruttive, i cavi in progetto presentano una configurazione ad elica visibile/in guaina per le sezioni fino a 300 mm². Come noto dalla normativa citata in materia, le particolarità costruttive di questi cavi, ossia la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione dovuta alla cordatura, fanno sì che il campo magnetico prodotto sia notevolmente inferiore a quello prodotto da cavi analoghi posati in piano o a trifoglio. In aggiunta a questa prima considerazione, si osserva che le metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, con le quali verranno condotti i calcoli nel seguito, fanno esplicito riferimento al caso in questione come un caso per il quale non è richiesto alcun calcolo delle fasce di rispetto.

All'art. 3.2 dell'allegato al suddetto decreto viene infatti stabilito che:

“Sono escluse dall'applicazione della metodologia: ... Le linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree); in tutti questi casi le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n.449/88 e dal Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991”.

Trattandosi nei casi in questione di un elettrodotto costituito da linee in MT in cavo cordato ad elica, come evidenziato in precedenza, si ritiene a maggior ragione non essere necessario alcuno studio circa i campi magnetici generati dai cavi di sezione 120 – 240 mm².

Il campo elettromagnetico generato risulta essere infatti di gran lunga inferiore ai valori limite richiesti e, pertanto, già dopo una prima analisi qualitativa, se ne può escludere la valutazione numerica, così come previsto dalla normativa e dalle leggi vigenti.

5.1.2 Cavi di posa a spirale sezione 400mm²

Per la valutazione del campo magnetico generato dall'elettrodotto in oggetto occorre innanzitutto individuare le possibili diverse configurazioni che si presentano nel caso in esame, e sulla base di questi individuare i diversi casi sui quali effettuare la valutazione del campo. Nel campo fotovoltaico in oggetto, come si evince dallo schema elettrico, la tipologia di elettrodotto è solamente una, ovvero:

- **Linea elettrica in cavo interrato costituita da 1 terne cavi MT posata a trifoglio.**

Questo caso fa riferimento a cavi di sezione 400mm² di tipologia ARG7H1R(X) o equivalente, ossia cavi unipolari. Per quanto concerne il caso di una singola terna di cavi sotterranei di media tensione posati a spirale visibile, la norma CEI 106-11 al cap.7.1 indica che con una profondità di posa pari a 0,80 m già al livello del suolo sulla verticale del cavo e nelle condizioni limite di portata si determina una induzione magnetica inferiore a 3 μT. A maggior ragione, considerata una reale profondità di posa pari a 1,10 m, risulta al livello del suolo un valore ancora inferiore. A scopo cautelativo, si è comunque effettuato il calcolo analitico dei campi magnetici generati da questa configurazione. Si terrà conto nel seguito per il modello del sistema di cavi unipolari.

Mediante modello di calcolo bidimensionale, basato sul metodo standardizzato dal Comitato Elettrotecnico Italiano, per il cavo unipolare interrato posato a trifoglio, il valore dell'induzione magnetica massima, calcolata al livello del suolo, è in prima approssimazione pari a:

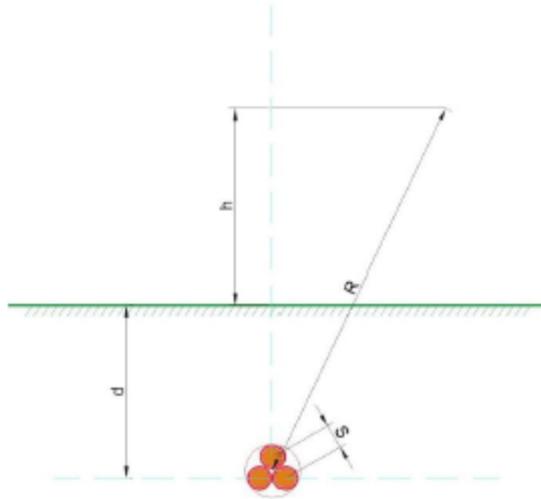
$$B = \frac{P * I * 0.1 * \sqrt{6}}{R^2} [\mu T]$$

Con:

- P [m] = la distanza fra i conduttori adiacenti (in caso di distanze differenti, P diventa la media delle distanze fra i conduttori esterni e quello centrale);
- I [A] = è la corrente, simmetrica ed equilibrata, che attraversa i conduttori;

	 SERVIZI DI INGEGNERIA	CODE G13904A
		PAGE 12 di/of 17

- R = la distanza dal baricentro dei conduttori alla quale calcolare l'induzione magnetica B N.B. la formula è valida per $R' \gg P$



Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

Tabella 3 - Dati di input calcolo

Parametro	Valore	Unità di misura
Profondità di Posa dei cavi	1.2	m
Distanza dall'asse y	0	m
Sezione terna	400	mmq
Portata cavo nominale	472	A
Portata cavo corretta	439	A
S (Diamentro Nominale)	21	mm

5.1.3 Analisi dei risultati

La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,8 m.

Come si evince dal grafico i valori ottenuti con le condizioni al contorno riportate in precedenza si attestano su valori di circa $0,7\mu\text{T}$, di molto inferiore al limite normativo di $3\mu\text{T}$.

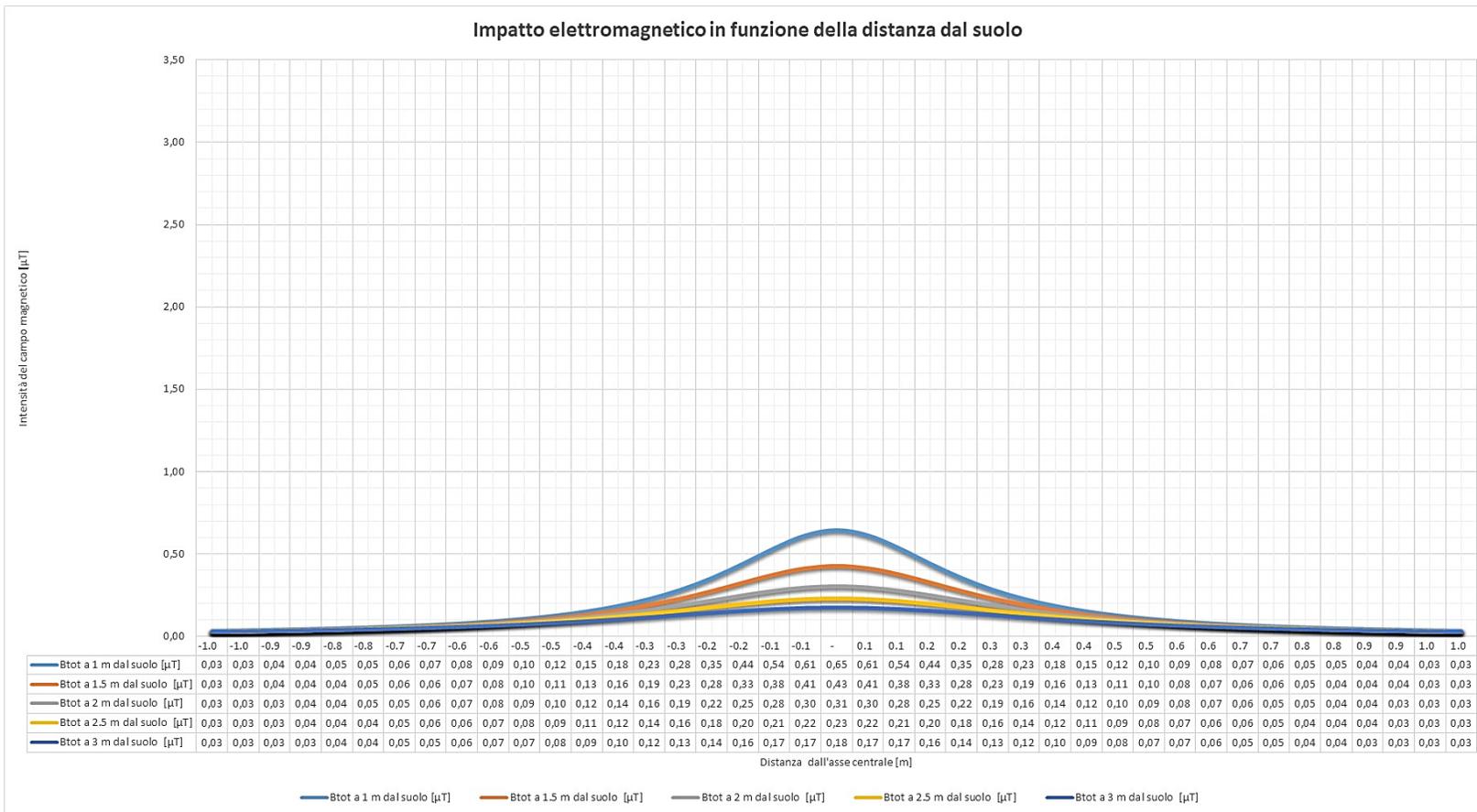


Figura 3 - Distribuzione del campo con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa pari a 0,80m (Fonte: Ns elaborazione)

		<i>CODE</i> G13904A
		<i>PAGE</i> 14 di/of 17

6 SOTTOSTAZIONE DI ELEVAZIONE MT/AT

La sottostazione di trasformazione MT/AT (30/150 kV) Utente accoglie la linea proveniente dal campo fotovoltaico, in cavo interrato a 30 kV. Prevede quindi un quadro MT ubicato nel fabbricato, dal quale parte una linea interrata verso il trasformatore MT/AT, cui è collegato sul lato 150 kV lo stallo di protezione e comando a 150 kV.

6.1 CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLA STAZIONE DI CONSEGNA

La stazione di trasformazione AT/MT è 150/30 kV una potenziale sorgente di campi elettromagnetici.

Con riferimento alla valutazione dei campi elettromagnetici generati dalla SSEU 30/150 kV, sono state individuate le seguenti possibili sorgenti in grado di generare un campo elettromagnetico significativo determinando dunque l'opportunità di osservare la relativa distanza di prima approssimazione (DPA):

- Sbarre A.T. a 150 kV in aria;
- Condutture in cavo interrato o in aria a tensione nominale 30 kV;

Le altre possibili sorgenti di onde elettromagnetiche di minore rilevanza (linee di B.T., trasformatori M.T./B.T., trasformatori A.T./M.T., apparecchiature in B.T., ecc.), sono state giudicate non significative ai fini della presente valutazione, come peraltro riscontrato anche nella letteratura di settore.

Riguardo le emissioni elettromagnetiche in stazione utente, poiché il progetto è stato effettuato in ottemperanza alle norme CEI di riferimento ed alle prescrizioni TERNA, non è necessaria la verifica di compatibilità elettromagnetica ai limiti del perimetro per la determinazione delle Distanze di Prima Approssimazione (DPA) dalle apparecchiature elettriche di stazione. La rispondenza a tali norme include il rispetto delle DPA, oltre le quali i valori di campo elettromagnetico risultano di entità trascurabile. Applicando quanto prescritto dal documento "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche", nel caso della cabina primaria 150/30kV in progetto, le distanze di prima approssimazione (DPA) per i locali tecnici e cabine secondarie di trasformazione entro cui alloggiare i servizi ausiliari ed i centri di controllo sono fissate in 10 m dal centro del sistema di sbarre per la sezione AT della cabina primaria. Riguardo invece la cabina di trasformazione 30/150 kV, le DPA rispetto ai trasformatori ed ai sistemi di sbarre AT non devono essere inferiori ai 4 m.

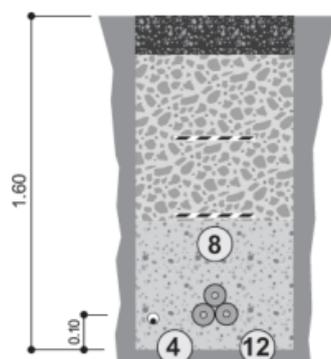
In tutti i casi si precisa che all'interno della cabina e della sottostazione non vi sarà in alcun modo stazionamento di personale a meno del tempo necessario per interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

6.2 LINEA ELETTRICA AT

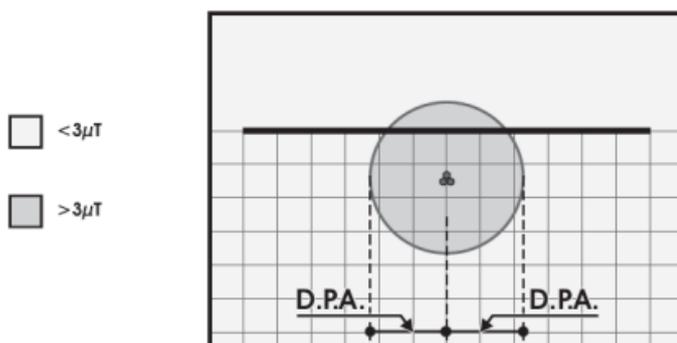
La linea elettrica interrata AT (della lunghezza di circa 680 m) permette di collegare la Sottostazione Elettrica alla SE Terna Deliceto, per la consegna alla RTN dell'energia prodotta dall'impianto agrivoltaico. Tale linea sarà realizzata con cavo in conduttore di alluminio, 3x1x1200 mm². I tre cavi saranno posati in piano all'interno di una trincea di profondità 1,1 m e larghezza 1,2 m. Con riferimento alla "Linea guida ENEL per l'applicazione del § 5.1.3 dell'allegato al DM 29.05.08" nella scheda A14 (semplice terna di cavi disposti a trifoglio – serie 132/150 kV) per sezione dei cavi fino a 1600 mm², si riporta una DPA (ovvero una distanza dalla linea oltre la quale l'induzione magnetica è <3 μT) pari a **DPA=3,10 m**.



A15 - CAVI INTERRATI - Semplice Tema cavi disposti a trifoglio (serie 132/150 kV)



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



CONDUTTORI IN ALLUMINIO-ACCIAIO				
Diametro Esterno [mm]	Sezione Totale [mm ²]	CEI - 11-60 Portata [A]		
		Corrente A	D.P.A. m	Riferimento
108	1600	1110	3.10	A15

Si fa presente, però, che tale valore è calcolato considerando una corrente che attraversa i cavi pari a 1.110 A, nel caso del presente impianto agrivoltaico, come già calcolato nel paragrafo precedente, la corrente che attraverserà il cavo AT (pari a quella che attraversa le sbarre AT) avrà un valore di 568 A, pertanto la DPA sarà sicuramente inferiore a quella calcolata nella scheda presa come riferimento.

	 SERVIZI DI INGEGNERIA	<i>CODE</i> G13904A
		<i>PAGE</i> 16 di/of 17

7 CAMPI ELETTRICI

Il calcolo del campo elettrico non risulta necessario poiché la configurazione geometrica del cavo utilizzato, funge già di per sé da schermo per i campi elettrici prodotti dal cavidotto. A tutto ciò va aggiunta l'azione schermante dei materiali coinvolti nella realizzazione delle trincee di posa del cavo quali sabbia, terreno, cemento e manto bituminoso ove previsto.

		CODE G13904A
		PAGE 17 di/of 17

8 CONCLUSIONI

L'analisi dei campi elettrici e magnetici condotta per il cavidotto e per la sottostazione di trasformazione e consegna evidenzia che **per l'intero sviluppo dell'elettrodotta non vengono mai superati i limiti di qualità fissati in sede normativa per l'emissione elettromagnetica**. La modesta entità dei campi elettromagnetici emessi (circa $0,7\mu\text{T}$) è dovuta tanto agli accorgimenti progettuali utilizzati quanto alla formazione del cavo utilizzato, la cui configurazione a trifoglio fa sì che i campi elettromagnetici prodotti da ciascun conduttore si compensino reciprocamente riducendone l'ampiezza. Per quanto concerne **i campi elettromagnetici prodotti dagli inverter**, questi **sono da considerare assolutamente trascurabili**.