

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI FOGGIA
COMUNE DI ASCOLI SATRIANO

LOCALITÀ POZZO ZINGARO

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 47,29 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 44,98 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE H - ELABORATI PROGETTUALI SISTEMA ELETTRICO

Elaborato:

RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Nome file stampa:

FV.ASC02.PD.H.08.pdf

Codifica Regionale:

AN3N4C7_RelazioneImpattoElettromagnetico.pdf.p7m

Scala:

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

FV.ASC02.PD.H.08

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY FINANCE S.p.A.

Via Po, 23

00198 ROMA (RM)

P.IVA. 15773121007



E-WAY FINANCE S.p.A.

Via Po, 23

00198 ROMA

C.F./P.I. 15773121007

Progettista:

E-WAY FINANCE S.p.A.

Via Po, 23

00198 ROMA (RM)

P.IVA. 15773121007



CODICE	REV. n.	DATA REV.	REDAZIONE	VERIFICA	VALIDAZIONE
FV.ASC02.PD.H.08	00	02/2022	D.Bencivenga	A.Bottone	A.Bottone

E-WAY FINANCE S.p.A.
www.ewayfinance.it

Sede legale
Via Po, 23
00198 ROMA (RM)
tel. +39 0694414500

Sede operativa
Via Provinciale, 5
84044 ALBANELLA (SA)
tel. +39 0828984561

INDICE

1	PREMESSA.....	8
2	INTRODUZIONE	9
3	UBICAZIONE ED ACCESSI.....	9
4	OGGETTO DELLA RELAZIONE.....	10
5	CAMPI ELETTROMAGNETICI: GENERALITÀ E RIFERIMENTI NORMATIVI.....	12
5.1	Generalità.....	12
5.2	Riferimenti Normativi.....	12
5.3	Metodologia di Calcolo del Campo Elettromagnetico.....	13
5.4	Valutazioni degli Effetti dei Campi Elettromagnetici	15
6	CARATTERISTICHE DEL CAMPO AGRO-FOTOVOLTAICO.....	18
7	CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI – SBARRE AT A 150 KV DELLA SOTTOSTAZIONE D’UTENTE.....	23
8	DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE - “D.P.A”.....	27
9	CONCLUSIONI.....	30



**RELAZIONE IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	FV.ASC02.PD.H.08
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	02/2022
PAGINA	3 di 30

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 – Rappresentazione cavo ARE4H5E</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2 - Andamento del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse sbarre MT - Cabina di Raccolta e Misura</i>	<i>21</i>
<i>Figura 3 - Dettaglio dell'andamento del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse sbarre MT - Cabina di Raccolta e Misura</i>	<i>21</i>
<i>Figura 4 - Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse sbarre MT - Cabina di Raccolta e Misura</i>	<i>22</i>
<i>Figura 5 Dettaglio dell'andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse sbarre MT - Cabina di Raccolta e Misura</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6 - Andamento del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse sbarre AT di stazione</i>	<i>23</i>
<i>Figura 7: Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse sbarre AT.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 8 - Andamento del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse sbarre AT.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 9 - Zoom indicante la fascia di rispetto causata dall'induzione Magnetica.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 10 - Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse sbarre AT.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 11 - Rappresentazione grafica delle DPA dell'impianto considerato – SE Utente ed area condivisa</i>	<i>27</i>
<i>Figura 12 - Rappresentazione grafica delle DPA dell'impianto considerato – Cabina di Raccolta</i>	<i>28</i>
<i>Figura 13 - Rappresentazione grafica delle DPA dell'impianto considerato – Cavidotto AT</i>	<i>29</i>



**RELAZIONE IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	FV.ASCO2.PD.H.08
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	02/2022
PAGINA	5 di 30



**RELAZIONE IMPATTO
Elettromagnetico**

CODICE	FV.ASC02.PD.H.08
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	02/2022
PAGINA	6 di 30

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Definizioni di limiti di esposizione, di valori di attenzione e di obiettivi di qualità secondo la legge quadro.. 15

Tabella 2 - Limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità del DPCM 08/07/03, confrontati con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/512CE..... 16

Tabella 3: Sintesi Impianto Agro-Fotovoltaico..... 18

Tabella 4 - Risultati calcoli Elettrici..... 19

Tabella 5 - Caratteristiche meccaniche ed elettriche del Cavo in funzione della Sezione scelta..... 20



**RELAZIONE IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

CODICE	FV.ASCO2.PD.H.08
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	02/2022
PAGINA	7 di 30

1 PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agro-fotovoltaico di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato "Pozzo Zingaro", sito in agro di Ascoli Satriano (FG).

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza di picco pari a 47,29 MWp e una potenza nominale di 44,98 MW ed è costituito dalle seguenti sezioni principali:

1. Un campo agro-fotovoltaico suddiviso in 8 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici monofacciali aventi potenza nominale pari a 550 Wp cadauno (non escludendo la possibilità di utilizzare in fase di progettazione e realizzazione del parco anche moduli bifacciali) ed installati su strutture ad inseguimento monoassiale (tracker);
2. Una stazione di conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
3. Una Cabina di Raccolta e Misura in Media Tensione a 30 kV;
4. Quattro linee elettriche in MT a 30 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione delle Power Station alla Cabina di Raccolta e Misura;
5. Una Stazione Elettrica (SE) di trasformazione 150/30 kV Utente;
6. Una linea elettrica in MT a 30 kV in cavo interrato necessaria per l'interconnessione della Cabina di Raccolta e Misura e della SE di trasformazione Utente, di cui al punto precedente;
7. Una sezione di impianto elettrico comune con altri operatori, necessaria per la condivisione dello Stallo AT a 150 kV, assegnato dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) all'interno del futuro ampliamento della SE "Deliceto" della RTN, ubicata nel comune di Deliceto (FG).
8. Tutte le apparecchiature elettromeccaniche in AT di competenza dell'Utente da installare all'interno del futuro ampliamento della SE "Deliceto" della RTN, in corrispondenza dello stallo assegnato;
9. Una linea elettrica in AT a 150 kV in cavo interrato di interconnessione tra la sezione di impianto comune ed il futuro ampliamento della SE "Deliceto" della RTN.

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way Finance S.p.A., avente sede legale in Via Po, 23 - 00198 Roma (RM), P.IVA 15773121007.

2 INTRODUZIONE

Oggetto del presente studio è la descrizione dei criteri di calcolo dell'impianto elettrico necessario per l'interconnessione dell'impianto Agro-Fotovoltaico alla RTN.

La Soluzione Tecnica Minima Generale di connessione alla RTN prevede che l'impianto venga collegato mediante connessione in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della stazione elettrica di smistamento a 380/150 kV denominata "Deliceto".

Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete è necessario condividere lo stallo AT Terna in SE Utente con altri impianti di produzione. Pertanto, è stata prevista una sezione di impianto comune che permette di collegare al medesimo stallo AT Terna, gli impianti in sviluppo di tutti i produttori. Inoltre, la sezione di impianto comune è stata predisposta per un eventuale ampliamento o condivisione.

3 UBICAZIONE ED ACCESSI

Le opere di progetto ricadono tutte nel comune di Ascoli Satriano (FG), in località "Pozzo Zingaro". L'ubicazione complessiva delle opere si rileva dall'allegato FV.ASC02.PD.B.01 – "B.01 - Inquadramento generale su IGM 25.000 e coordinate"

4 OGGETTO DELLA RELAZIONE

Il presente studio è stato redatto con l'obiettivo di valutare l'impatto elettromagnetico generato dagli impianti elettrici che compongono l'impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica. In particolare, gli apparati elettrici individuati come potenziali sorgenti di emissione elettromagnetica sono:

- Cabina di Raccolta e Misure in MT a 30 kV;
- Un sistema di sbarre AT a 150 kV all'interno di un'area comune per la condivisione dello stallo di Terna;
- I quadri MT ubicati all'interno della Sottostazione Elettrica d'utente 30/150 kV;
- Cavidotto interrato in AT (Alta Tensione).

Lo studio dell'impatto elettromagnetico nel caso di linee elettriche aeree e interrate, si traduce nella determinazione di una fascia di rispetto. Per l'individuazione di tale fascia si deve effettuare il calcolo dell'induzione magnetica basata sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea presa in esame. Esso deve essere eseguito secondo modelli tridimensionali o bidimensionali con l'applicazione delle condizioni espresse al paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione è possibile:

- Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco;
- Proiettare al suolo verticalmente tale fascia; Individuare l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea (D.P.A.).

Nel caso specifico del Campo Fotovoltaico, esso sarà costituito dall'insieme delle stringhe di moduli Fotovoltaici, dai quadri di stinga e dai rispettivi cavi elettrici in DC. Considerato che:

- tale sezione d'impianto ha un funzionamento in corrente continua;
- nel caso di una buona esecuzione delle opere, i cavi con diversa polarizzazione sono posti a contatto, con l'annullamento quasi totale dei campi magnetici statici prodotti in un punto esterno;
- I cavi relativi alle dorsali principali, ovvero gli unici che trasportano un valore di corrente significativo, sono molto distanti dai confini dell'impianto;



RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

CODICE	FV.ASCO2.PD.H.08
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	02/2022
PAGINA	11 di 30

La generazione di campi variabili è limitata ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPPT da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata. Inoltre, nella certificazione dei *moduli fotovoltaici* alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché assolutamente irrilevanti.

Analogamente, gli *inverter* effettuano la trasformazione della corrente continua in corrente alternata. Essi sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. Il fornitore prima di immetterli sul mercato, verifica che possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa.

Alla luce delle considerazioni si può escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo Elettromagnetico per l'impianto Fotovoltaico e per gli inverter delle Power Station, che quindi non saranno oggetto del presente studio.

5 CAMPI ELETTROMAGNETICI: GENERALITÀ E RIFERIMENTI NORMATIVI

5.1 Generalità

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono con la distanza. In particolare, il campo elettrico **E** generato dalle linee elettriche in un determinato punto dello spazio circostante dipende principalmente dal livello di tensione e dalla distanza del punto dai conduttori della linea (altri fattori che influenzano l'intensità del campo elettrico sono poi la disposizione geometrica dei conduttori nello spazio e la loro distanza reciproca), invece il campo magnetico **B** è invece associato alla corrente trasportata dalla linea.

Tuttavia, nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Per quanto riguarda invece il campo magnetico si rileva che la maggiore vicinanza dei conduttori delle tre fasi tra di loro rispetto alla soluzione aerea rende il campo trascurabile già a pochi metri dall'asse dell'elettrodotto.

5.2 Riferimenti Normativi

- **Legge 22 febbraio 2001, n. 36** "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- **DPCM 8 luglio 2003** "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- **DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008**, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti";
- "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici);
- **CEI 11-17** "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo";
- **CEI 20-21** "Calcolo della portata di corrente" (IEC 60287);
- **CEI 106-11** "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I";

- **CEI 211-4** “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”.

5.3 Metodologia di Calcolo del Campo Elettromagnetico

Il modello normalizzato utilizzato per la seguente valutazione per il calcolo dell’induzione magnetica prodotta in una sezione trasversale di una linea elettrica aerea è quello descritto dalla Norma CEI 211-4, che viene considerato applicabile anche alle linee in cavo interrato.

Si tratta di un modello bidimensionale che applica la legge di Biot-Savart per determinare l’induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e quindi la legge di sovrapposizione degli effetti per determinare l’induzione magnetica totale, tenendo ovviamente conto delle fasi delle correnti, considerate simmetriche ed equilibrate.

Vengono assunte le seguenti schematizzazioni della linea:

- tutti i conduttori sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;
- le correnti sono considerate concentrate negli assi centrali dei conduttori aerei o dei cavi e, nel caso dei conduttori aerei a fascio, negli assi centrali dei fasci, cioè negli assi dei cilindri aventi come generatrici gli assi dei sub-conduttori dei fasci;
- il suolo è considerato perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e quindi si trascurano le immagini dei conduttori rispetto al suolo, che alla frequenza industriale risultano a profondità molto elevate;

In dettaglio, l’induzione magnetica **B** generata da N_r conduttori filiformi, numerati da 0 a $(N_r - 1)$, può essere calcolata mediante la seguente espressione:

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{k=0}^{N_r-1} \int_{C_k} \frac{i}{r^3} \vec{r} \times d\vec{l}$$

Dove:

- μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto;
- N_r è il numero dei conduttori (nel nostro caso pari a 3);
- i la corrente;
- C_k il conduttore generico;

- $d\mathbf{l}$ un suo tratto elementare;
- r la distanza tra questo tratto elementare ed il punto dove si vuole calcolare il campo.

Indicato con \mathbf{Q} la posizione dell'osservatore, definiamo *sezione normale* il piano verticale passante per \mathbf{Q} e ortogonale ai conduttori; indichiamo quindi con \mathbf{P}_k il punto dove il generico conduttore \mathbf{C}_k interseca la *sezione normale*, e con \mathbf{i}_k la corrente nel singolo conduttore (si è preso l'asse \mathbf{z} nella direzione dei conduttori).

Con queste posizioni, per l'induzione magnetica in \mathbf{Q} si ottiene l'espressione:

$$\vec{\mathbf{B}} = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{k=0}^{N_r-1} \int_{C_k} \frac{i_z \vec{\mathbf{z}} \times (\mathbf{Q} - \mathbf{P}_k)}{|\mathbf{Q} - \mathbf{P}_k|^2}$$

Per quanto riguarda invece il campo elettrico, non è in generale possibile, tranne che per configurazioni molto semplici, sviluppare procedure analitiche per il caso generale di strutture tridimensionali. Queste procedure sono basate sul principio delle cariche equivalenti semplificato: non si considera l'esatta distribuzione delle cariche sulle superficie dei conduttori e si suppone che esse siano concentrate al centro degli stessi, con una densità lineare di carica costante.

Per la determinazione delle cariche presenti sui diversi conduttori della linea ci si avvale del principio delle immagini, in base al quale un piano equipotenziale a potenziale nullo (quale si suppone essere il terreno) può essere simulato con una configurazione di cariche immagini, cioè di cariche di segno opposto a quelle che generano il campo e disposte specularmente rispetto al piano stesso. In particolare, il campo elettrico di un conduttore rettilineo di lunghezza infinita con densità lineare di carica costante può essere espresso come:

$$\vec{\mathbf{E}} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 d} \hat{\mathbf{u}}_r$$

Dove:

- λ = densità lineare di carica sul conduttore;
- ϵ_0 = permittività del vuoto;
- d = distanza del conduttore rettilineo dal punto di calcolo;
- $\hat{\mathbf{u}}_r$ = versore unitario con direzione radiale al conduttore.

Il modello bidimensionale considerato, con le schematizzazioni sopra elencate, fornisce risultati del tutto accettabili ai fini della presente analisi.

5.4 Valutazioni degli Effetti dei Campi Elettromagnetici

I possibili effetti sulla salute dei campi elettromagnetici si possono distinguere tra effetti sanitari acuti, ed effetti cronici:

- *Effetti acuti (o di breve periodo)*, basati su una soglia, per cui si fissano limiti di esposizione che garantiscono, con margini cautelativi, la non insorgenza di tali effetti;
- *Effetti cronici (o di lungo periodo)*, privi di soglia e di natura probabilistica (all'aumentare dell'esposizione aumenta non l'entità ma la probabilità del danno), per cui si fissano livelli operativi di riferimento per prevenire o limitare il possibile danno complessivo.

In Particolare, la Legge n.36/01 distingue:

Tabella 1 - Definizioni di limiti di esposizione, di valori di attenzione e di obiettivi di qualità secondo la legge quadro

<i>Limiti di esposizione</i>	Valori di CEM (Campi Elettromagnetici) che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti.
<i>Valori di attenzione</i>	Valori di CEM che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti di lungo periodo.
<i>Obiettivi di qualità</i>	Valori di CEM causati da singoli impianti o apparecchiature, da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai CEM anche per la protezione da possibili effetti di lungo periodo.

La normativa di riferimento in Italia per le linee elettriche è il DPCM del 08/07/2003 che, per effetto di quanto fissato dalla legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico, stabilisce:

- *I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute della popolazione nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze non contemplate dal D.M. 381/98, ovvero i campi a bassa frequenza (ELF) e a frequenza industriale (50 Hz);*
- *I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute dei lavoratori professionalmente esposti nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz (esposizione professionale ai campi elettromagnetici);*

- *Le fasce di rispetto* per gli elettrodotti in AT.

Relativamente alla definizione di limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per l'esposizione della popolazione ai campi di frequenza industriale (50 Hz) relativi agli elettrodotti, il DPCM 08/07/03 propone i valori descritti in Tabella, confrontati con la normativa europea:

Tabella 2 - Limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità del DPCM 08/07/03, confrontati con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/512CE

Normativa	Limiti previsti	Intensità del campo di Induzione magnetica B (μT)	Intensità del campo Elettrico E (V/m)
DPCM	<i>Limite d'esposizione</i>	100	5000
	<i>Limite d'attenzione</i>	10	
	<i>Obiettivo di qualità</i>	3	
<i>Racc. 1999/512/CE</i>	<i>Livelli di riferimento (ICNIRP1998, OMS)</i>	100	5000

Il valore di attenzione di 10 μT si applica nelle aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi negli ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 ore al giorno. Tale valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

L'obiettivo di qualità di 3 μT si applica ai nuovi elettrodotti nelle vicinanze dei sopraccitati ambienti e luoghi, nonché ai nuovi insediamenti ed edifici in fase di realizzazione in prossimità di linee e di installazioni elettriche già esistenti (valore inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio). Da notare che questo valore corrisponde approssimativamente al livello di induzione prevedibile, per linee a pieno carico, alle distanze di rispetto stabilite dal vecchio DPCM 23/04/92.

Si ricorda che i limiti di esposizione fissati dalla legge sono di 100 μT per lunghe esposizioni e di 1000 μT per brevi esposizioni. Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, sentite le ARPA (*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente*), ha approvato, con Decreto 29 Maggio 2008, "La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti". Tale metodologia, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti



**RELAZIONE IMPATTO
Elettromagnetico**

CODICE	FV.ASC02.PD.H.08
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	02/2022
PAGINA	17 di 30

alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto. I riferimenti contenuti in tale articolo implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità: *“Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l’infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio”* (Art. 4).

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto è stato introdotto nella metodologia di calcolo un procedimento semplificato che trasforma la fascia di rispetto (volume) in una distanza di prima approssimazione (distanza).

6 CARATTERISTICHE DEL CAMPO AGRO-FOTOVOLTAICO

Il Campo Fotovoltaico è suddiviso come segue:

Tabella 3: Sintesi Impianto Agro-Fotovoltaico

	Sott. A	Sott. B	Sott. C	Sott. D	Sott. E	Sott. F	Sott. G	Sott. H
<i>Tipologia di Pannelli</i>	Hi-MO5m LR5 72HPH 550M							
<i>N° Pannelli x Stringa</i>	28							
<i>N° Stringhe</i>	365	496	475	403	284	278	386	384
<i>Totale Stringhe</i>	3071							
<i>N° Pannelli</i>	10220	13888	13300	11284	7952	7784	10808	10752
<i>Totale Pannelli</i>	85988							
<i>N° QdS</i>	31	42	40	34	24	24	33	32
<i>Totale QdS</i>	260							
<i>Potenza [kWp]</i>	5621	7638,4	7315	6206,2	4373,6	4281,2	5944,4	5913,6
<i>Potenza Tot. [MWp]</i>	47,2934							
<i>Tipologia Inverter</i>	1800TL B690	1800TL B690	1800TL B690	1400TL B540	1400TL B540	1400TL B540	1400TL B540	1400TL B540
<i>N° Inverter x PS</i>	3	4	4	4	3	3	4	4
<i>N° Power Station</i>	8							
<i>Potenza [kW] cos φ = 0,95</i>	5110,05	6813,4	6813,4	5331,4	3998,55	3998,55	5331,4	5331,4
<i>Sovracc. [%] cos φ = 0,95</i>	110%	112%	107%	116%	109%	107%	111%	111%
<i>Potenza Tot. [MW] cos φ = 0,95</i>	42,7282							
<i>Potenza [kW] cos φ = 1</i>	5379	7172	7172	5612	4209	4209	5612	5612
<i>Sovracc. [%] cos φ = 1</i>	104%	107%	102%	111%	104%	102%	106%	105%
<i>Potenza Tot. [MW] cos φ = 1</i>	44,9770							

Ogni Power Station effettua una trasformazione dalla corrente continua in corrente alternata in BT e successivamente, con l'ausilio di trasformatori BT/MT si avrà un innalzamento di tensione a 30 kV. Le Power Station presentano una configurazione "entra - esce" in modo tale da poter collegare diversi sottocampi dislocati geograficamente. Il collegamento fisico tra i cavi in MT interrati, in uscita dalle Power Station e la Sottostazione elettrica d'utente, nella quale si ha la trasformazione MT/AT a 150 kV, è effettuato da una cabina di raccolta.

Per interconnettere le Power Station alla cabina di raccolta e successivamente per collegare la cabina alla sottostazione d'utente, verranno usati cavi del tipo **ARE4H5E** o equivalenti, caratterizzati da conduttori a corda rotonda compatta di alluminio, semiconduttori interni ed esterni in mescola estrusa, isolante in Polietilene reticolato e schermatura a nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Il tutto è ricoperto da una guaina di Polietilene di colore rosso, in conformità alla Norma CEI 20-13.

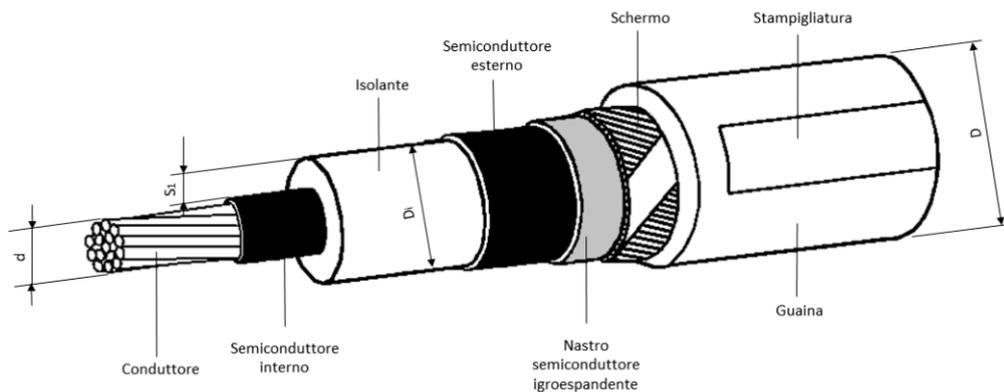


Figura 1 – Rappresentazione cavo ARE4H5E

Le sezioni previste sono riportate di seguito:

Tabella 4 - Risultati calcoli Elettrici

Tratta	B-A	A-CR	D-C	C-CR	F-E	E-CR	H-G	G-CR	Linea
Sezione Cavo [mm ²]	120	300	120	300	120	300	120	300	400
Cavi in Parallelo	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Portata Cavo I_0 [A] ¹	291	480	291	480	291	480	291	480	1647
Portata effettiva I_z [A]	216	278	216	278	216	278	216	356	952

In funzione del cavo scelto, si riporta nella tabella successiva le caratteristiche meccaniche ed elettriche:

¹ Trifoglio, direttamente interrato, a $\rho = 1 \text{ K m / W}$

Tabella 5 - Caratteristiche meccaniche ed elettriche del Cavo in funzione della Sezione scelta

Sezione [mm ²]	Diametro Conduttore d [mm]	Diametro sull'isolante Di [mm]	Diametro esterno nominale D [mm]	Massa indicativa del cavo [kg/km]	Raggio di Curvature [mm]	Resistenza a trifoglio @ 90 °C [Ω/km]	Reattanza a trifoglio @ 50 Hz [Ω/km]
120	12,9	27,4	36	1040	470	0,333	0,130
300	20,8	34,7	44	1749	590	0,1360	0,110
400	23,8	37,9	48	2130	650	0,1090	0,110

Il calcolo dei campi elettrici e magnetici per le sbarre a 30 kV della Cabina di Raccolta e degli arrivi linea nella Sottostazione elettrica d'utente è stato effettuato considerando i seguenti parametri geometrici:

- altezza delle sbarre: 1.6 m;
- distanza tra le sbarre: 0.37 m;
- valore efficace della corrente delle sbarre: 1000 A;
- valore efficace della tensione fra conduttore e terra: 17341 V;

Al fine di ottenere una stima conservativa dell'esposizione ai campi elettromagnetici originati dall'impianto, si è considerato il valore di corrente al limite termico dei conduttori in luogo della corrente nominale di esercizio.

Nelle seguenti figure è riportato il valore del campo di induzione magnetica ed il campo elettrico in funzione delle distanze dei conduttori MT di cabina; i risultati ottenuti, tenendo conto delle fasce di rispetto di 3μT e di 5 kV/m, consentono di tracciare le DPA nell'intorno dei conduttori sopracitati.

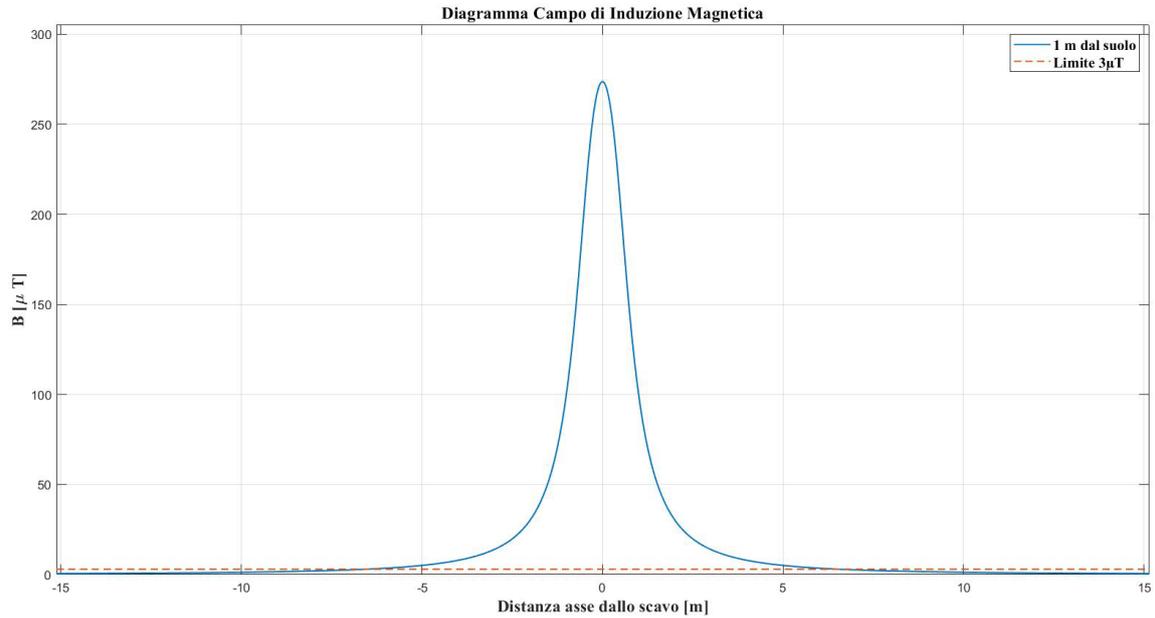


Figura 2 - Andamento del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse sbarre MT - Cabina di Raccolta e Misura

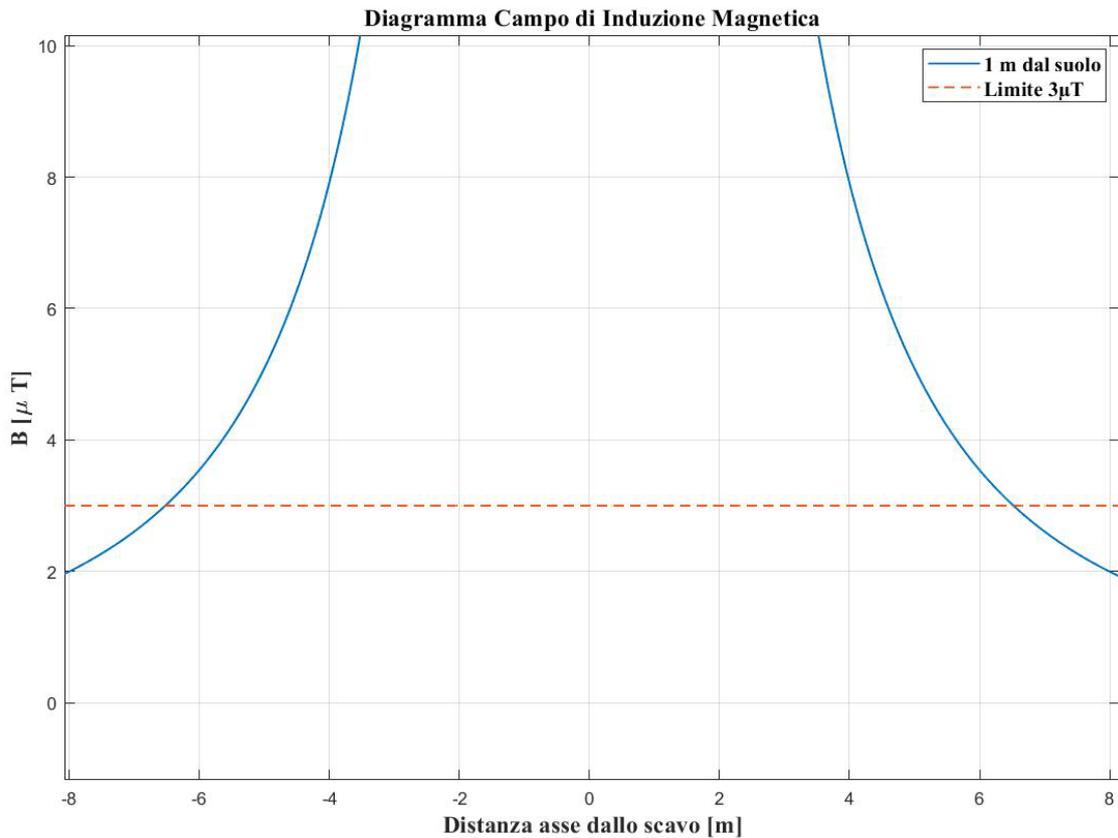


Figura 3 - Dettaglio dell'andamento del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse sbarre MT - Cabina di Raccolta e Misura

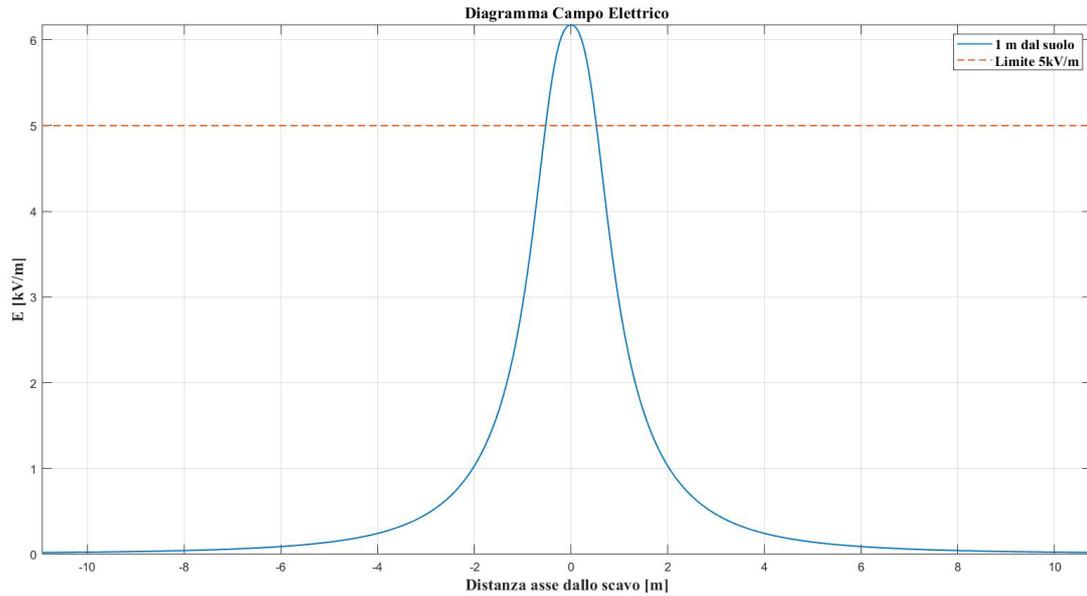


Figura 4 - Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse sbarre MT - Cabina di Raccolta e Misura

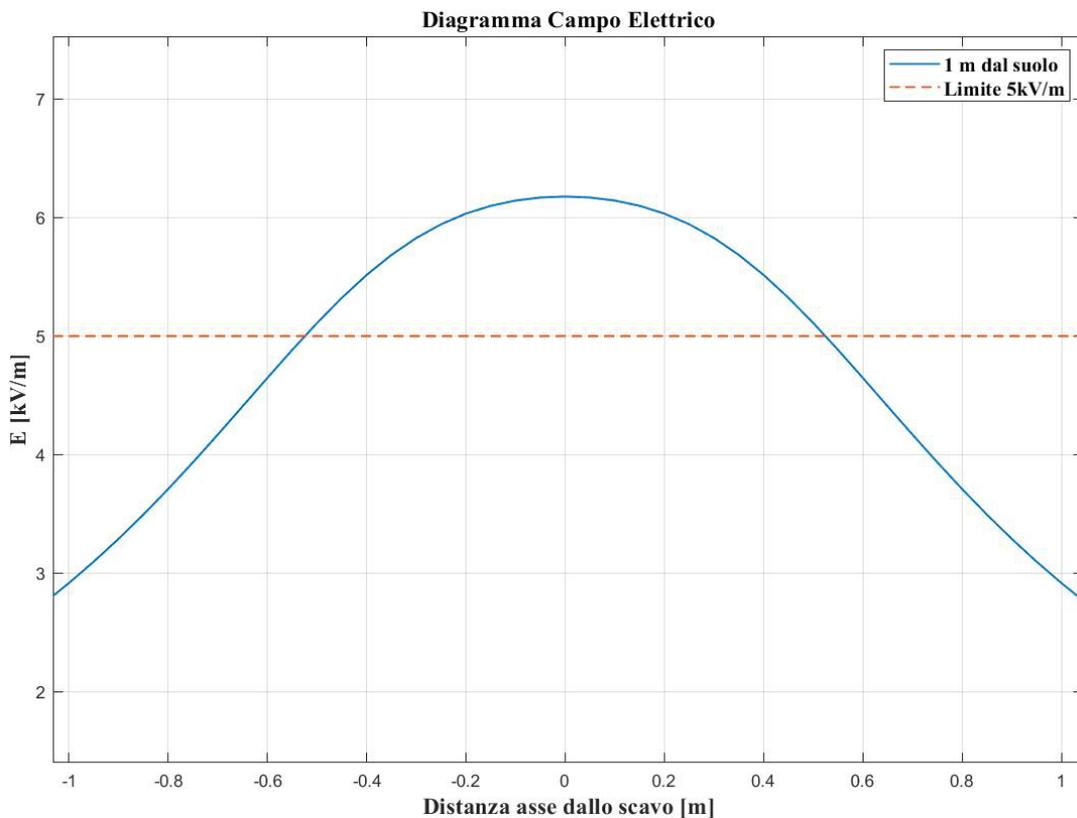


Figura 5 Dettaglio dell'andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse sbarre MT - Cabina di Raccolta e Misura

7 CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI – SBARRE AT A 150 KV DELLA SOTTOSTAZIONE D'UTENTE

Il calcolo dei campi elettrici e magnetici per la stazione di trasformazione 150/30 kV Utente, lato AT, è stato effettuato considerando i seguenti parametri geometrici:

- altezza delle sbarre: 7 m;
- distanza tra le sbarre: 2.2 m;
- valore efficace della corrente delle sbarre: 200 A;
- valore efficace della tensione fra conduttore e terra: 86705 V;

Al fine di ottenere una stima conservativa dell'esposizione ai campi elettromagnetici originati dall'impianto, si è considerato il valore di corrente al limite termico dei conduttori in luogo della corrente nominale di esercizio.

Nella seguente figura è riportato il valore del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dai conduttori AT di stazione.

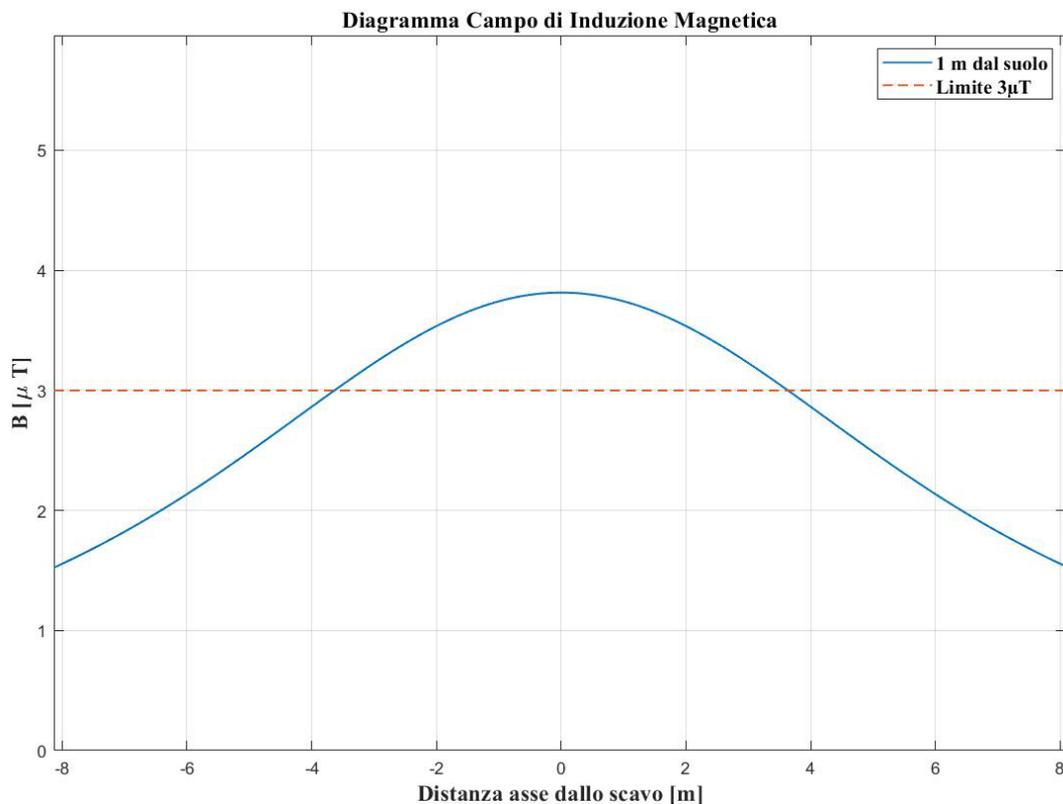


Figura 6 - Andamento del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse sbarre AT di stazione

L'andamento del campo elettrico in funzione della distanza dai conduttori è riportato nella seguente figura.

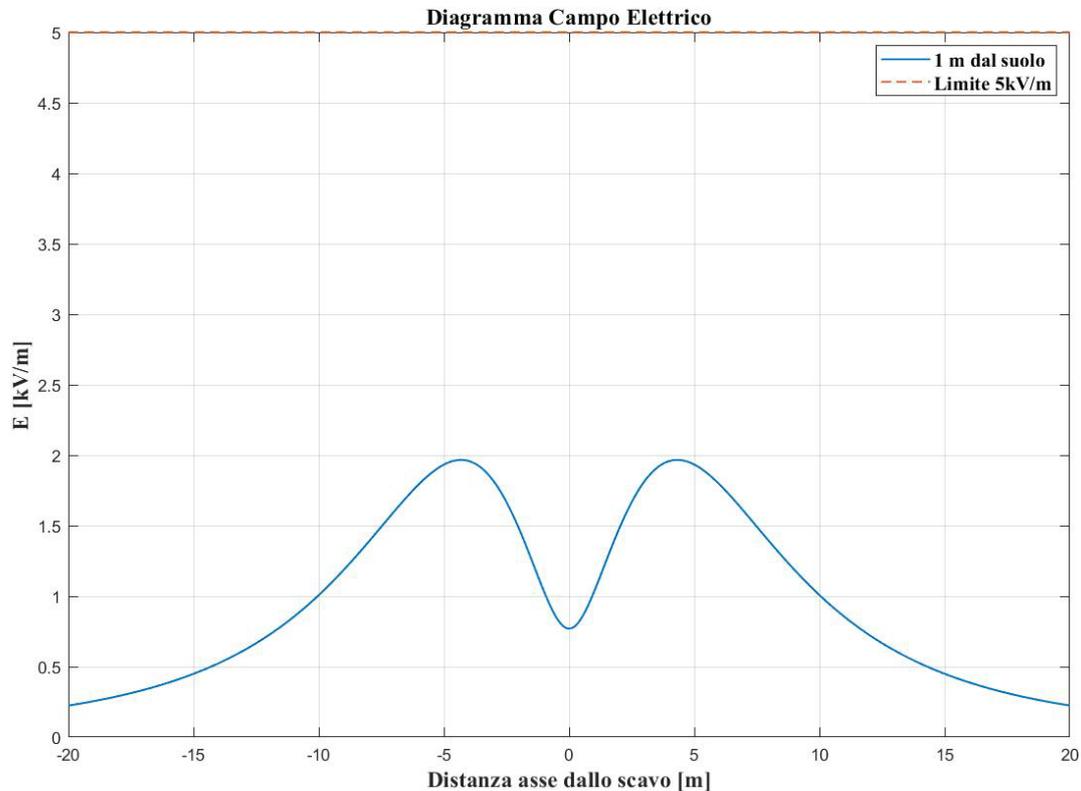


Figura 7: Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse sbarre AT di stazione

Invece il calcolo dei campi elettrici e magnetici per l'area comune, necessaria per la condivisione della connessione, è stato effettuato considerando i seguenti parametri geometrici:

- altezza delle sbarre: 7 m;
- distanza tra le sbarre: 2.2 m;
- valore efficace della corrente delle sbarre: 1000 A;
- valore efficace della tensione fra conduttore e terra: 86705 V;

Al fine di ottenere una stima conservativa dell'esposizione ai campi elettromagnetici originati dall'impianto, si è considerato il valore di corrente al limite termico dei conduttori in luogo della corrente nominale di esercizio.

Nella seguente figura è riportato il valore del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dai conduttori AT di stazione.

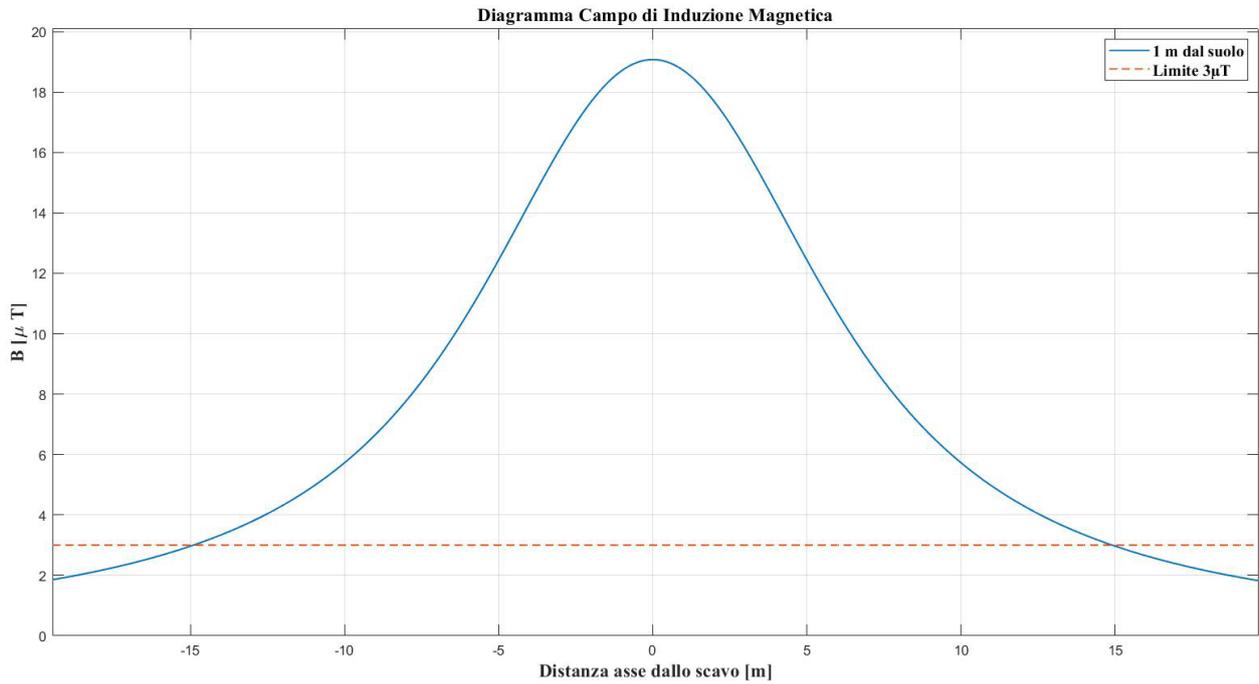


Figura 8 - Andamento del campo di induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse sbarre AT

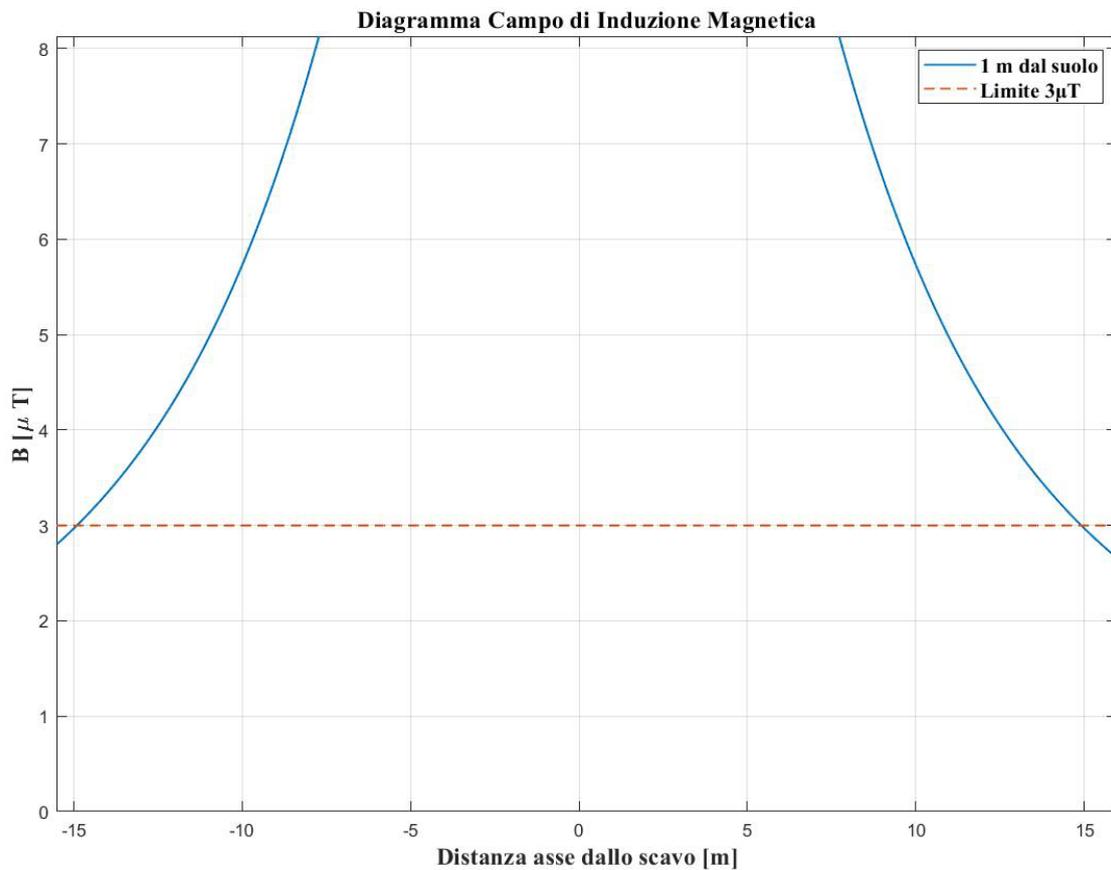


Figura 9 - Zoom indicante la fascia di rispetto causata dall'induzione Magnetica

L'andamento del campo elettrico in funzione della distanza dai conduttori è riportato nella seguente figura.

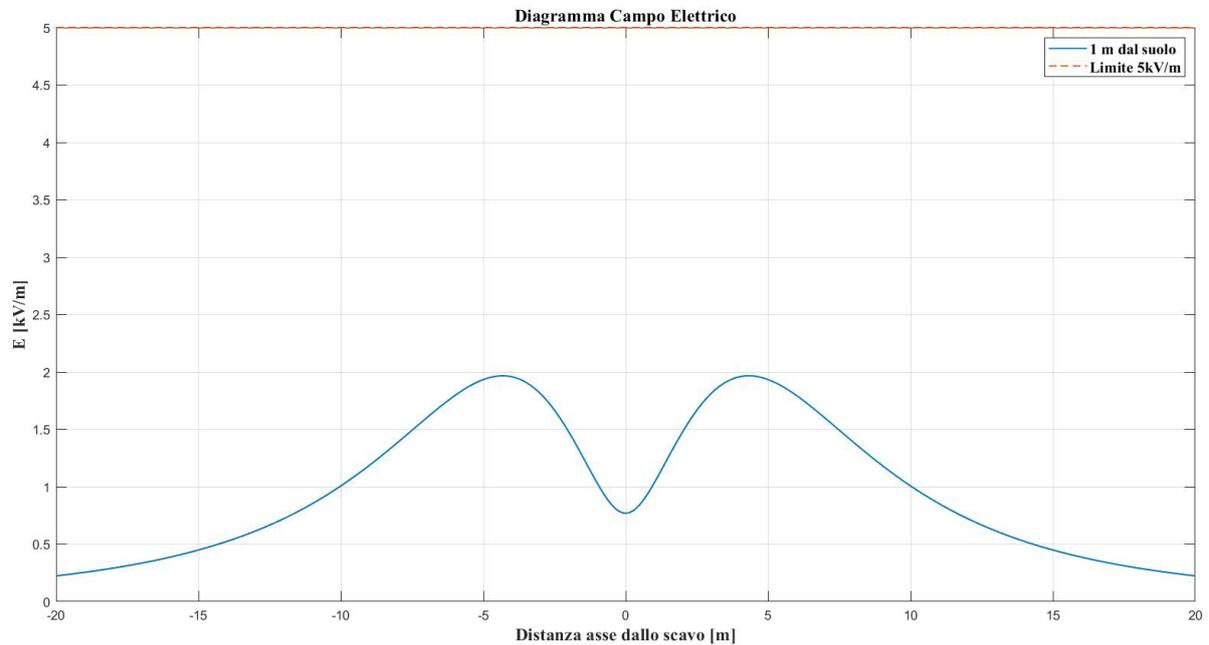


Figura 10 - Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse sbarre AT

8 DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE - "D.P.A."

Nella seguente figura si riportano le DPA relative alla SE Utente e alla Cabina di Raccolta e Misura:

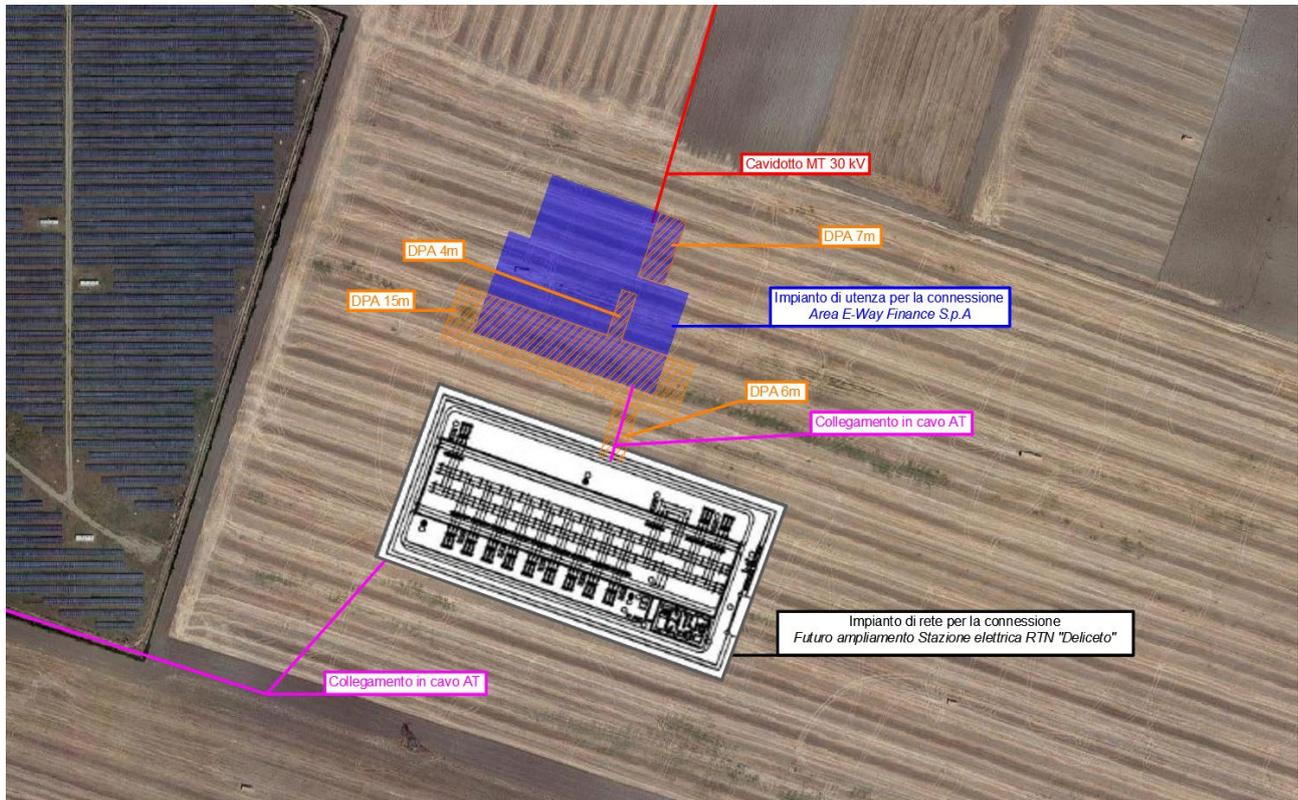


Figura 11 - Rappresentazione grafica delle DPA dell'impianto considerato – SE Utente ed area condivisa

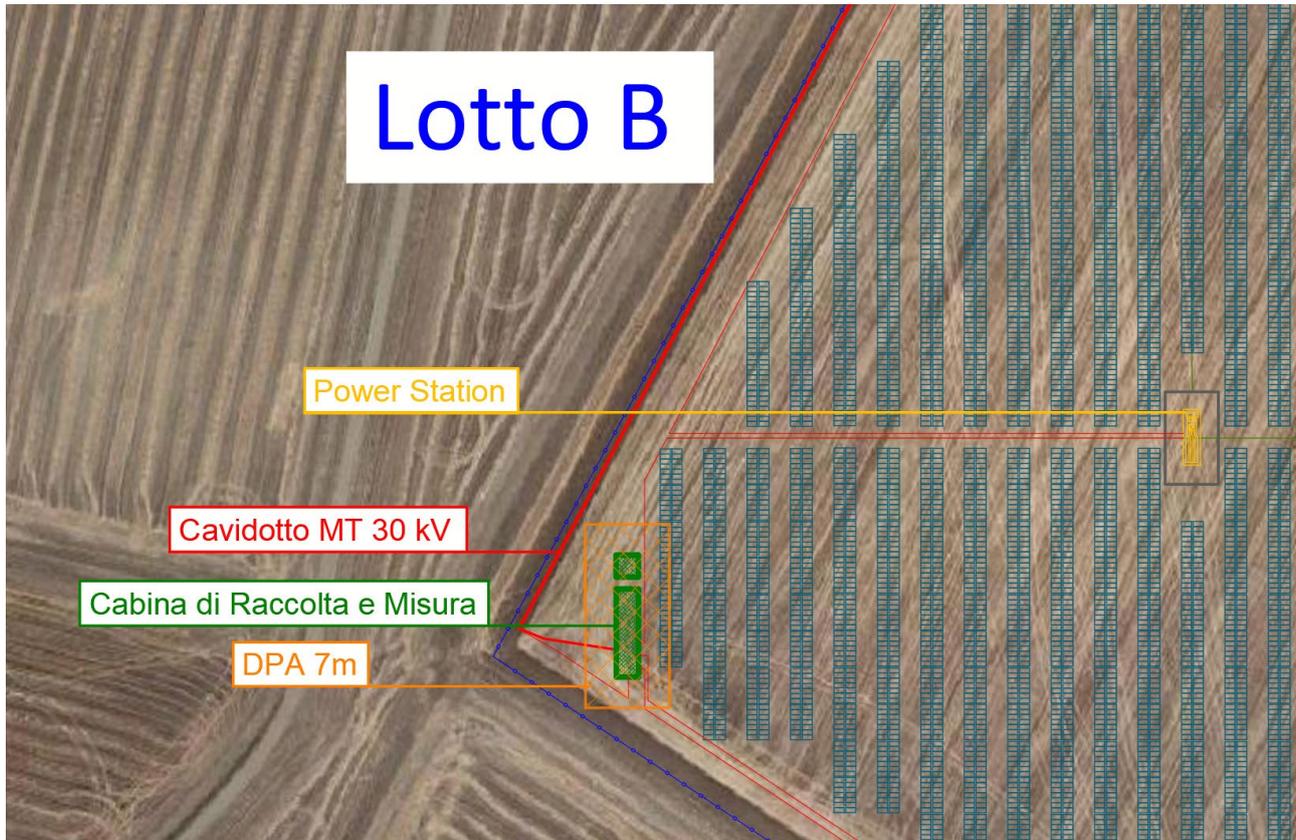


Figura 12 - Rappresentazione grafica delle DPA dell'impianto considerato – Cabina di Raccolta

Il progetto del cavidotto di collegamento in AT tra la stazione elettrica l'area comune e la stazione elettrica della RTN prevede l'utilizzo di tutti gli accorgimenti necessari che consentono la minimizzazione degli effetti elettrici e magnetici sull'ambiente e sulle persone. In particolare, la scelta di operare con linee in AT interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno e del cavo stesso. Nel caso in questione, lo studio del campo magnetico è stato effettuato, alla tensione nominale di esercizio pari a 150 kV, sul seguente tratto di cavidotto costituito da una terna di conduttori di sezione 1000 mm², interrati ad una profondità di 1,5 m con una distanza di prima approssimazione pari a 6 m.

Nella seguente figura si riportano le DPA relative al collegamento in cavo interrato in AT:

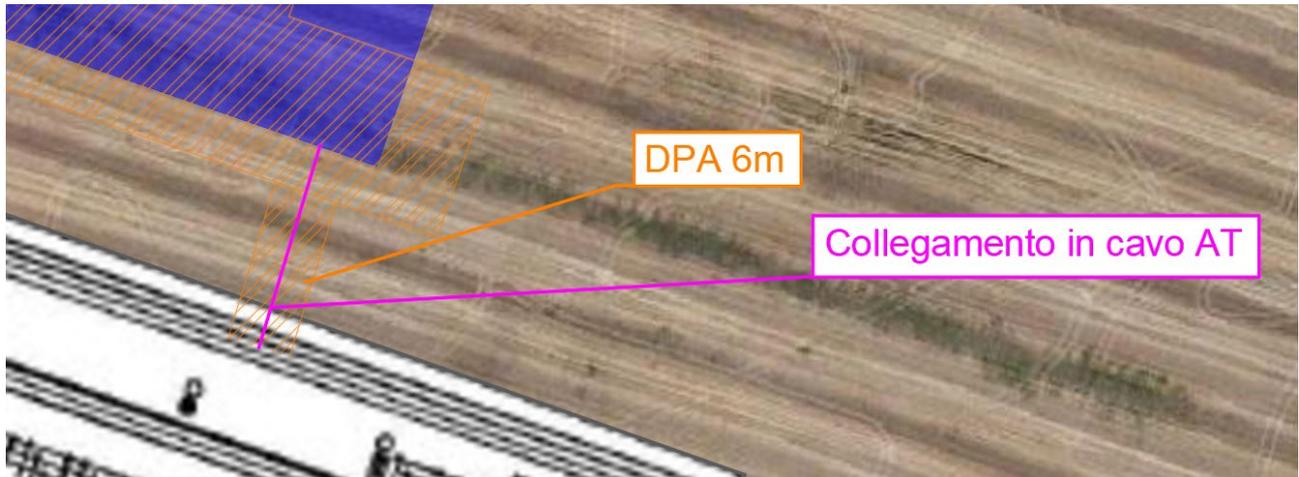


Figura 13 - Rappresentazione grafica delle DPA dell'impianto considerato – Cavidotto AT

9 CONCLUSIONI

Dai risultati ottenuti è possibile verificare che tutte le aree caratterizzate da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di quantità sono asservite all'impianto fotovoltaico o ricadono in aree utilizzate per l'esercizio dall'impianto medesimo. All'interno di tali aree remote non si riscontra la presenza di sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.

Si può quindi concludere che la realizzazione delle opere elettriche previste dal presente progetto non costituiscono incrementano dei fattori di rischio per la salute pubblica rispetto alla situazione vigente.