

COMUNE DI MONTESCAGLIOSO
PROVINCIA DI MATERA
REGIONE BASILICATA

**PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO DI
 POTENZA DI PICCO P=10'949,40 kWp CON SISTEMA DI
 ACCUMULO PER UNA POTENZA NOMINALE P=6'300 kW**

Proponente

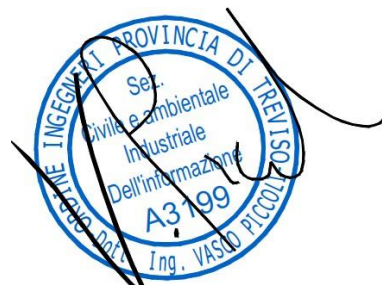
Solar Energy Diciotto Srl

VIA SEBASTIAN ALTMANN n. 9 – 39100 BOLZANO (BZ)

PEC: solarenergydiciotto@legalmail.it

n°REA: BZ-228497 – C.F.: 03058960216

Progettazione



Preparato

Dario Ing. Bertani

Verificato

Gianandrea Ing. Bertinazzo

Approvato

Vasco Ing. Piccoli

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato

**IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO
 RELAZIONE TECNICA IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

Elaborato N.

A.10

Data emissione

25/03/22

Nome file

ANALISI CEM

N. Progetto

SOLO14

Pagina

COVER

00

25/03/22

PRIMA EMISSIONE

REV.

DATA

DESCRIZIONE

Sommario

1	Introduzione	3
1.1	Riferimenti normativi	3
1.2	Breve descrizione dell'impianto fotovoltaico in oggetto	4
1.3	Soglie limite	7
2	Verifica campo elettrico	7
3	Verifica campo magnetico	8
3.1	Moduli Fotovoltaici.....	8
3.2	Inverter	8
3.3	Trasformatore BT/MT	8
3.4	Cavidotti interrati in MT	9

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1 Introduzione

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica combinato con attività di coltivazione agricola da ubicarsi nel Comune di Montescaglioso (MT), ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

Lo studio di impatto elettromagnetico si rende necessario al fine di una valutazione del campo elettrico e magnetico nei riguardi della popolazione. In particolare per l'impianto saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute alle cabine elettriche di trasformazione, ai cavidotti ed alla sotto-stazione utente. Si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, "fasce di rispetto" per le opere sopra dette.

Per "fascia di rispetto", così come definita dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, si intende la zona all'interno della quale non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

1.1 Riferimenti normativi

Legge 22 febbraio 2001, n. 36 - Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici

DPCM 08/07/2003 - Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli 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 29/05/08 - Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti

CEI 106-12 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT"

"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"

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1.2 Breve descrizione dell'impianto fotovoltaico in oggetto

L'impianto agri-fotovoltaico sarà realizzato nel territorio del Comune di Montescaglioso (MT) ed è identificato dalle seguenti coordinate geografiche relative alla posizione baricentrica dell'impianto FV:

- 40°30'55"N
- 16°39'34"E

In Figura 1 è riportata la posizione del sito interessato su immagine satellitare, inquadrato nel territorio della Regione Basilicata.



Figura 1 – Inquadramento dell'impianto FV su immagine satellitare

La potenza nominale complessiva dell'impianto fotovoltaico, determinata dalla somma delle potenze nominali dei moduli FV, è pari a 10'949,40 kWp, mentre la potenza in immissione nella RTN è determinata dalla potenza indicata sulla STMG, ed è pari a 19'999,80 kW.

Il progetto definitivo prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra su strutture ad inseguimento solare mono-assiale per un'estensione complessiva di circa 21 Ha.

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

I moduli fotovoltaici, realizzati con tecnologia monofacciale e bifacciale ed in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, saranno collegati elettricamente in serie a formare stringhe da 30 moduli, e posizionati su:

- strutture ad inseguimento solare mono-assiale (moduli bifacciali), in configurazione a singola fila con modulo disposto verticalmente (configurazione 1-P);
- strutture ad inclinazione ed orientazione fissa (moduli monofacciali), in configurazione a due file con moduli disposti verticalmente (configurazione 2-P), esclusivamente nelle porzioni di terreno caratterizzate da una pendenza incompatibile con i sistemi ad inseguimento solare.

L'utilizzo di tracker consente la rotazione dei moduli FV attorno ad un unico asse orizzontale avente orientazione Nord-Sud, al fine di massimizzare la radiazione solare captata dai moduli stessi e conseguentemente la produzione energetica del generatore FV.

Per l'impianto FV in oggetto si prevede l'utilizzo di inverter di stringa, posizionati direttamente in campo, a ciascuno dei quali saranno collegate fino ad un massimo di 12 stringhe di moduli FV, con 3 MPPT indipendenti. La scelta di utilizzare inverter multi-MPP consente di minimizzare le perdite di disaccoppiamento o mismatch massimizzando la produzione energetica, agevolando inoltre le eventuali operazioni di manutenzione/sostituzione degli inverter aumentando il tempo di disponibilità dell'impianto FV nel suo complesso.

All'interno dei confini dell'impianto FV è prevista l'installazione di cabine di trasformazione realizzate tramite soluzione containerizzata, contenenti fondamentalmente i trasformatori MT/BT e i quadri elettrici MT e BT.

L'energia generata dall'impianto fotovoltaico viene raccolta tramite una rete di elettrodotti interrati in Media Tensione eserciti a 36 kV, con configurazione radiale, che confluiscono in un unico punto all'interno della cabina di smistamento dotata di opportune protezioni elettriche.

L'impianto sarà inoltre dotato di un sistema per l'accumulo dell'energia prodotta dal generatore fotovoltaico e successiva immissione nella rete elettrica, costituito da batterie al Litio (tecnologia Litio-Ferro-Fosfato) e relative apparecchiature elettroniche.

Un elettrodotto interrato in Media Tensione a 36 kV di lunghezza pari a circa 13,4 km trasporterà quindi l'energia generata presso la futura sottostazione Terna di trasformazione AT/MT (150/36 kV) presso quale sarà ubicato il punto di consegna (PdC) dell'impianto con la Rete di Trasmissione Nazionale, da ubicarsi nel territorio del Comune di Montescaglioso (MT).

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

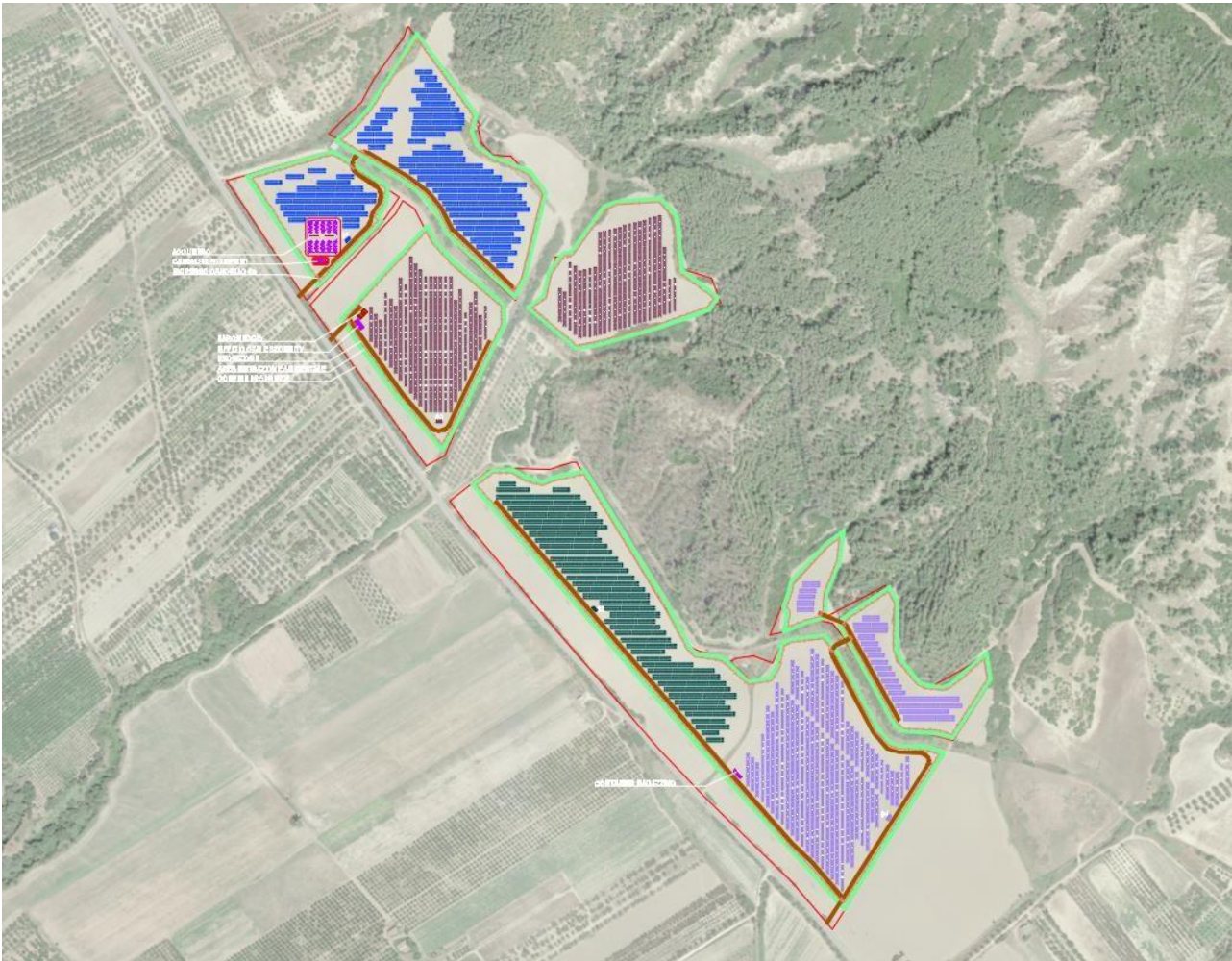


Figura 2 - Inquadramento dell'impianto agri-FV

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1.3 Soglie limite

Il D.P.C.M. 8 luglio 2003 fissa i limiti di esposizione e valori di attenzione per la protezione della popolazione dall'esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento ed all'esercizio degli elettrodotti. Si riporta di seguito uno stralcio degli articoli di particolare rilevanza per la corrente analisi:

Art. 3. Limiti di esposizione e valori di attenzione

1. Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μT per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

2. A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μT , da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Art. 4. Obiettivi di qualità

1. Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μT per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Lo stesso DPCM, all'art 6, fissa i parametri per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, per le quali si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità ($B=3\mu\text{T}$) di cui al sovra-menzionato art. 4 ed alla portata della corrente in servizio normale. L'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti) definisce quale fascia di rispetto lo spazio circostante l'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.

2 Verifica campo elettrico

Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si omettono verifiche del campo elettrico, in quanto sarebbero determinate fasce di rispetto (calcolate in funzione del limite di esposizione, nonché valore di attenzione, pari a 5kV/m) che sono sempre inferiori a quella fornita dal calcolo dell'induzione magnetica.

Tutti i cavi interrati sono infatti dotati di schermo in rame collegato a terra, che confina il campo elettrico tra il conduttore e lo schermo stesso; considerando inoltre l'ulteriore effetto schermante del terreno, il campo elettrico è da considerarsi trascurabile in ogni punto circostante l'impianto.

Pertanto, l'obiettivo dei paragrafi successivi sarà quello di calcolare le fasce di rispetto dagli elettrodotti del progetto in esame, facendo riferimento al limite di qualità di 3 μT .

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3 Verifica campo magnetico

Nel seguente capitolo viene riportata l'analisi del campo magnetico generato dai principali componenti d'impianto e, ove previsto, il calcolo della relativa "fascia di rispetto".

3.1 Moduli Fotovoltaici

I moduli fotovoltaici generano energia elettrica in corrente e tensione continue; per cui la generazione di campi magnetici variabili è limitata ai soli transistori di corrente (durante la ricerca del punto di massima potenza da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento) i quali risultano di ridotta entità e di breve durata.

Nelle procedure di certificazioni dei moduli fotovoltaici secondo le serie di norme IEC 61215 e IEC 61730 non sono infatti previste prove di compatibilità elettromagnetica, in quanto irrilevanti per questi componenti.

3.2 Inverter

Gli inverter sono apparecchiature il cui scopo principale è di convertire l'energia generata dai moduli FV da corrente continua a corrente alternata. Gli inverter selezionati per il presente progetto impiegano componentistica elettronica operante ad alte frequenze al fine di minimizzare le perdite di conversione. È comunque opportuno considerare che tali apparecchiature elettroniche, per poter essere commercializzabili, siano corredate delle necessarie certificazioni di compatibilità elettromagnetica 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.

Per quanto riguarda il progetto relativo alla presente analisi, si prevede l'utilizzo inverter di stringa *Huawei*, modello *SUN2000-215KTL-H3* (o equivalenti), i quali sono conformi alla normativa CEM, ed in particolare alle norme IEC 55011 e IEC 61000-6-2.

3.3 Trasformatore BT/MT

Per quanto riguarda le cabine di trasformazione, considerabili alla stregua di cabine secondarie di trasformazione, è stata determinata la distanza di prima approssimazione tramite il metodo di calcolo descritto nel par. 5.2.1 dell'allegato al DM 29/05/2008.

La distanza di prima approssimazione corrisponde alla distanza dalle pareti esterne della cabina, e viene calcolata considerando una linea trifase con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale in bassa tensione in ingresso al trasformatore, considerando una distanza tra le fasi pari al diametro reale del cavo.

La DPA è calcolabile tramite la seguente formula:

$$DPA = 0.40942 \times x^{0.5241} \times \sqrt{I}$$

Dove:

- DPA = Distanza di Prima Approssimazione [m];
- I = corrente nominale [A];
- X = diametro reale dei cavi [m].

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Per il presente impianto fotovoltaico viene quindi considerato un trasformatore BT/MT di taglia pari a 3'000 kVA, avente una corrente nominale circolante nell'avvolgimento secondario pari a circa 2'166 A (pari alla somma delle correnti nominale degli inverter ad esso afferenti).

Ipotizzando per il collegamento tra inverter e trasformatore l'impiego di cavi ARG16R16 aventi sezione pari a 240 mm² il diametro esterno dei cavi in bassa tensione è pari a 27,6 mm.

La DPA così calcolata, arrotondata per eccesso al numero intero superiore, risulta essere pari a 3 m.

È opportuno evidenziare che le cabine di trasformazione sono posizionate all'interno del campo fotovoltaico, quindi non accessibili a personale non autorizzato, ed in condizioni di normale esercizio non sono presidiate. Si può quindi escludere qualsiasi rischio per la salute pubblica.

3.4 Cavidotti interrati in MT

Come anticipato, la scelta di prevedere esclusivamente linee interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno; inoltre la limitata distanza tra i cavi (ulteriormente ridotta grazie all'impiego di terne cosiddette "a trifoglio") fa sì che l'induzione magnetica risulti significativa solo nelle immediate prossimità dei cavi.

Per quanto riguarda il campo magnetico, l'utilizzo di cavi cordati ad elica implica l'esclusione di tale tipologia di linea dalla valutazione, in base a quanto prescritto dal D.M.29/05/2008 al punto 3.2 (e art. 7.1.1 CEI 106-11) in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

Per quanto riguarda il campo magnetico, verrà analizzato il tratto di collegamento tra il Parco Fotovoltaico e la stazione di trasformazione MT/AT di Terna, esterno al campo fotovoltaico stesso, al fine di determinare la corrispondente DPA e verificare l'eventuale presenza di recettori sensibili al suo interno (ovvero aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4h).

Il cavidotto esterno è costituito da una terna di cavi unipolari di sezione pari a 300 mm² disposti a trifoglio, come rappresentato in Figura 3. Per ulteriori dettagli in merito alla modalità di posa dei cavidotti si rimanda all'elaborato dedicato "Particolare posa cavi".

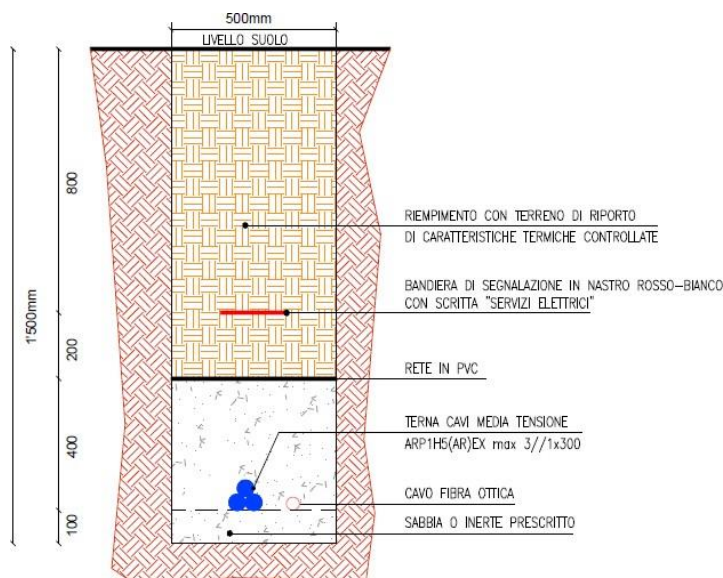


Figura 3 - Modalità di posa cavi MT

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Per la determinazione del campo magnetico generato da cavi percorsi da corrente, nel caso di un sistema trifase quale quello in oggetto, si può fare riferimento alla norma CEI 106-12 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT" la quale fornisce la relazione di calcolo di cui alla formula seguente:

$$B = 0.6 \times \sqrt{6} \times \frac{S \times I}{R^2}$$

dove B [μ T] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

Considerando una corrente di 695 A pari alla portata corretta dei cavi in esame (ipotesi ampiamente cautelativa, aventi una sezione di 300mm² ed un diametro reale di 52,2 mm, si ottengono valori relativi all'induzione magnetica riportati nella seguente tabella e rappresentati graficamente nel grafico in Figura 4.

	Distanza dal suolo [m]					
	0	1	1,5	2	2,5	3
-5	0,325	0,283	0,260	0,238	0,216	0,196
-4,5	0,393	0,334	0,303	0,272	0,244	0,219
-4	0,485	0,398	0,354	0,313	0,277	0,244
-3,5	0,611	0,479	0,417	0,361	0,313	0,272
-3	0,787	0,580	0,492	0,417	0,354	0,303
-2,5	1,041	0,708	0,580	0,479	0,398	0,334
-2	1,416	0,864	0,681	0,545	0,443	0,365
-1,5	1,967	1,041	0,787	0,611	0,485	0,393
-1	2,724	1,221	0,885	0,668	0,521	0,417
-0,5	3,541	1,362	0,957	0,708	0,545	0,432
0	3,934	1,416	0,984	0,723	0,553	0,437
0,5	3,541	1,362	0,957	0,708	0,545	0,432
1	2,724	1,221	0,885	0,668	0,521	0,417
1,5	1,967	1,041	0,787	0,611	0,485	0,393
2	1,416	0,864	0,681	0,545	0,443	0,365
2,5	1,041	0,708	0,580	0,479	0,398	0,334
3	0,787	0,580	0,492	0,417	0,354	0,303
3,5	0,611	0,479	0,417	0,361	0,313	0,272
4	0,485	0,398	0,354	0,313	0,277	0,244
4,5	0,393	0,334	0,303	0,272	0,244	0,219
5	0,325	0,283	0,260	0,238	0,216	0,196

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

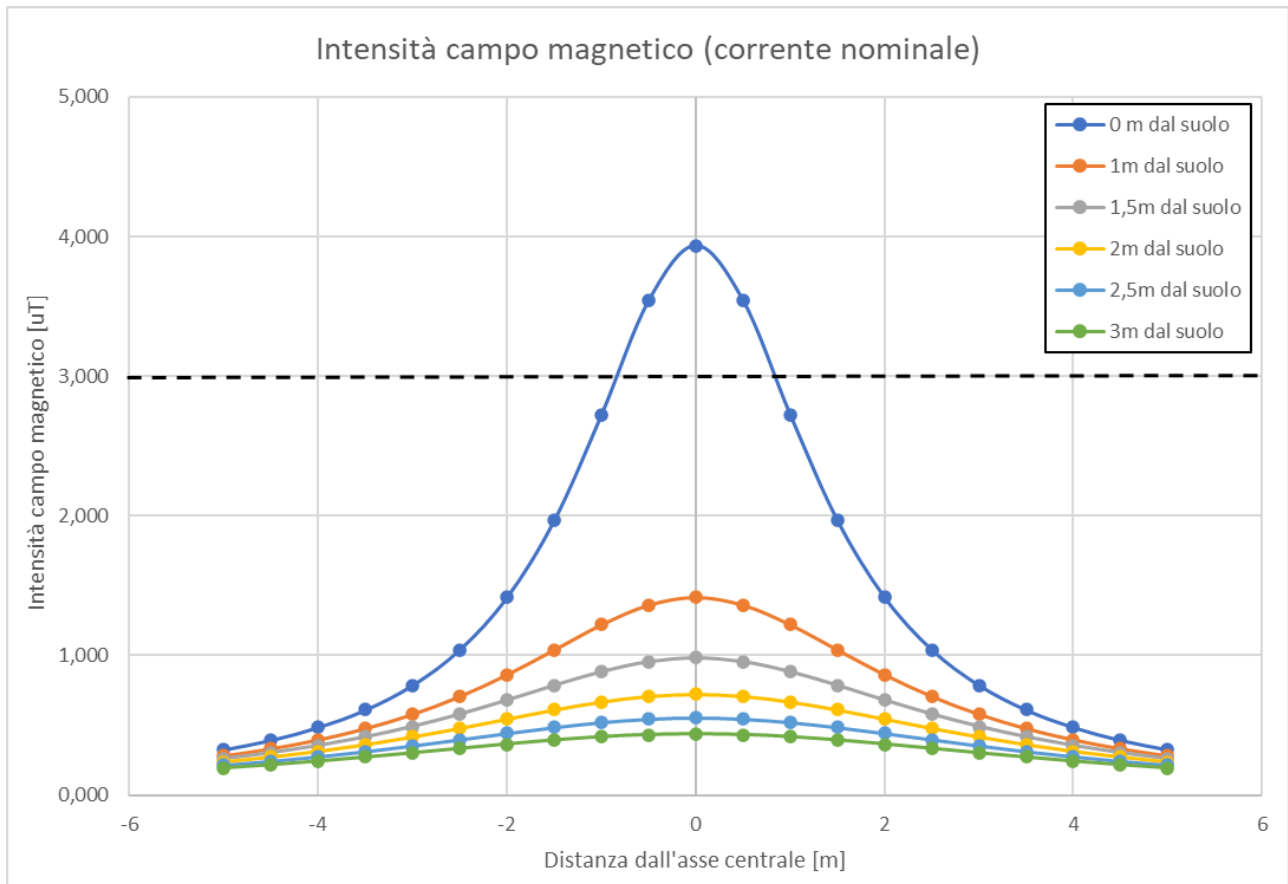


Figura 4 - Campo magnetico - Corrente nominale

Si può osservare come nel caso peggiore, ovvero considerando un'altezza dal suolo pari a 0, il valore di $3 \mu\text{T}$ è raggiunto ad una distanza inferiore a 2,5 m dall'asse del cavidotto.

Il valore della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) così calcolato è risultato pari a 1m (valore approssimato per eccesso). Tale valore è stato inoltre considerato per verificare la presenza di eventuali recettori sensibili lungo il percorso di tutti i cavidotti MT esterni all'impianto.

Tramite un'analisi dettagliata del percorso del sovra-menzionato cavidotto, il cui percorso è rappresentato nella figura seguente, è stato possibile escludere la presenza di recettori sensibili ricadenti all'interno della DPA dei cavidotti interrati.

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione