



REGIONE BASILICATA

COMUNE DI FERRANDINA (MT)



Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto Agrivoltaico, con sistema integrato per la coltivazione di piante officinali e la produzione di energia elettrica, delle opere e delle infrastrutture connesse, denominato CISTERNA 2, da realizzarsi in agro del comune di Ferrandina, di potenza pari a 19.981,92 Kw

PROGETTO DEFINITIVO



Elaborato:

**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA
SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

Tavola:

CIS2-PDEF-REL-007

Data: Ottobre 2021

Scala:

Rev	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato

Progettazione:



Proponente:

Ambra Solare 31 S.r.l.
Via Tevere 41 - 00198 Roma
C.F. e P.I. 16110281009
PEC: ambrasolare31@legalmail.it

PowerTis

Ambra Solare 31 S.r.l.
Via Tevere 41, 00198 Roma
C.F. e P.IVA 16110281009

Visti:

Sommario

PREMESSA.....	2
VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	2
Analisi dei risultati	7
Determinazione della fascia di rispetto	7
CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DALLE STAZIONI DI TRASFORMAZIONE CON ISOLAMENTO IN ARIA	8

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA **IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

Oggetto:

Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto Agrivoltaico, con sistema integrato per la coltivazione di piante officinali e la produzione di energia elettrica, delle opere

e delle infrastrutture connesse, denominato CISTERNA 2, da realizzarsi in agro del comune di Ferrandina, di potenza pari a 19.981,92 Kwp

Committente: AMBRA SOLARE 31 Srl - ROMA;

PREMESSA

Il sottoscritto:

- **per. ind. Gerardo CANNELLA** iscritto al Collegio dei Periti Industriali e Periti Industriali Laureanti della Provincia di Potenza al n.477 e domiciliato a Muro Lucano (PZ) in Via G. Marconi n° 57 è stato incaricato, nell'ambito della redazione del progetto di cui sopra, del dimensionamento e della progettazione delle opere di connessione elettriche alla RTN.

La presente relazione accompagna il progetto per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico e delle relative opere di connessioni alla rete di trasmissione nazionale per la consegna dell'energia prodotta dalla centrale stessa.

VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Per gli effetti dell'esposizione del corpo umano ai campi elettrici e magnetici si è fatto riferimento alle disposizioni normative oggi in vigore:

- la Legge Quadro 22 febbraio 2001, n. 36 sulla protezione dall'esposizione a campi elettrici magnetici elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz), pubblicata sulla GU n. 55 del 7 marzo 2001.
- Il Decreto (attuativo della legge summenzionata) del Presidente del Consiglio Dei Ministri 8 luglio 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." (pubblicato su GU n. 200 del 29-8-2003).
- Guida ENEL Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.

I metodi di calcolo dei campi magnetici fanno riferimento alla Norma CEI 211-4 relativa alle linee aeree, per la misura e la valutazione dei campi magnetici a bassa frequenza, con riferimento all'esposizione umana ad essi, si fa riferimento alla Guida CEI 211-6. Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 µT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;

- il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati)
- Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti;
- l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti.

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti).

Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

“La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti” prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), oggetto della Linea Guida ENEL.

Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

In particolare, al fine di agevolare/semplificare:

- l'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e cabine elettriche);
- le attività di gestione territoriale relative a progettazioni di nuovi luoghi tutelati e a richieste di redazione dei piani di gestione territoriale, inoltrate dalle amministrazioni locali;

Sono state elaborate le schede sintetiche con le DPA per le tipologie ricorrenti di linee e cabine elettriche di nuova realizzazione e che possono essere prese a riferimento anche per gli elettrodotti in esercizio.

Dette distanze sono state calcolate in conformità al procedimento semplificato per il calcolo della fascia di rispetto di cui al punto 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008).

Nelle schede sintetiche sopra citate, allegate alle Linea Guida, sono tabellate le DPA, in relazione alla geometria dei conduttori e alla portata di corrente in servizio normale, delle:

- A) linee AT e Cabine Primarie (CP);
- B) linee MT e Cabine Secondarie (CS).

Anche per casi complessi, individuati dal suddetto punto 5.1.3 (parallelismi, incroci tra linee, derivazioni o cambi di direzioni) è previsto un procedimento semplificato che permette di individuare aree di prima approssimazione (secondo quanto previsto nel successivo punto 5.1.4), che hanno la medesima valenza delle DPA.

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici.

Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato (punto 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

– linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);

– linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);

– linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);

– linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree - Figura 1); 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.

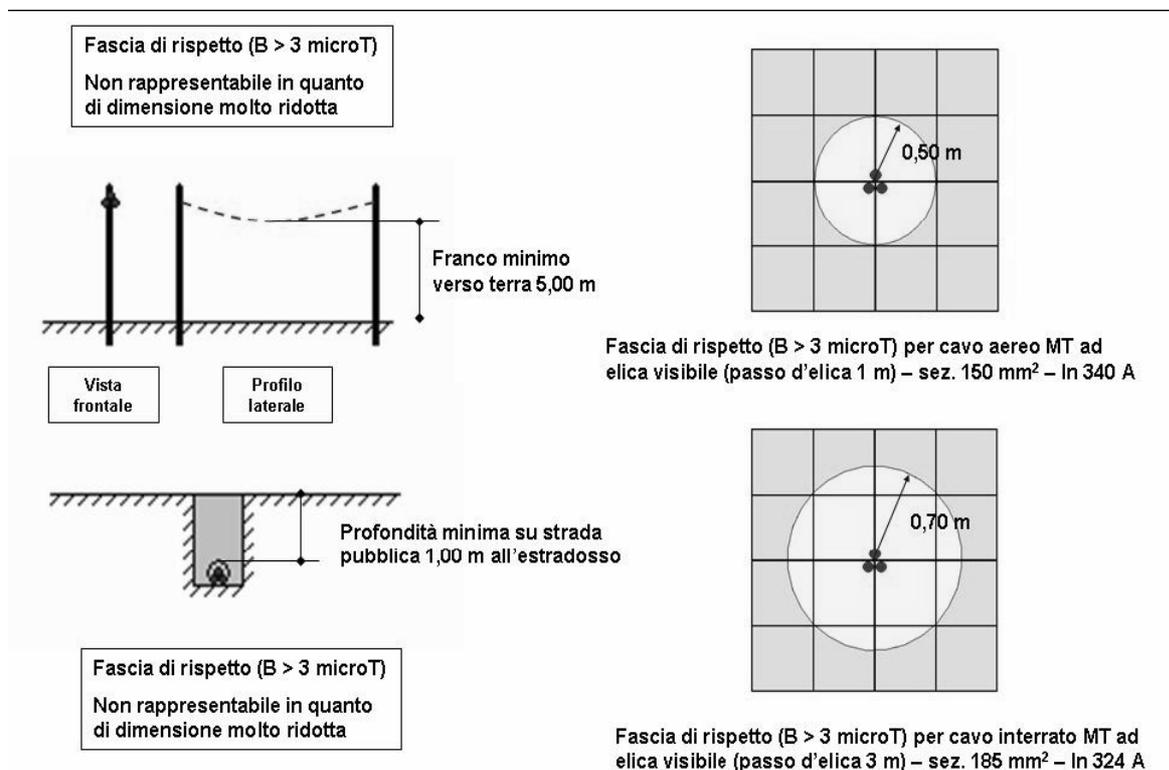


Figura 1 – Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con il modello tridimensionale “Elico” della piattaforma “EMF Tools”, che tiene conto del passo d'elica.

Dalla figura, sopra riportata, derivante da calcoli sperimentali, per la tipologia di cavo interrato MT ad elica visibile si può notare come la fascia di rispetto ($B > 3$ microT) sia fino a 0,7 m dal cavo, inferiore alle distanze previste dal D.M. 21/03/1998 n. 449 e s.m.i., nel rispetto del caso in progetto in cui viene utilizzato un cavo ad elica visibile sezione 3x1x185 mmq.

In particolare, la cordatura delle fasi, attualmente utilizzata nelle nuove linee elettriche aeree e/o interrate, nel caso di cavi di media tensione, introduce un fattore di smorzamento del campo magnetico

di entità tale che, ad una distanza dall'asse dei cavi superiore a circa due volte il passo di riunione delle fasi, il campo magnetico risulta di entità trascurabile.

Nel caso in progetto, essendo la tensione delle linee elettriche MT 30kV e con corrente superiore a 200A, non trovano applicazione le DPA di E-Distribuzione pertanto è richiesto il calcolo analitico del campo elettrico e magnetico.

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.

Nel seguito verrà riportata l'intensità del campo elettromagnetico sulla verticale del cavidotto e nelle sue immediate vicinanze, fino ad una distanza massima di 10 m; la valutazione del campo magnetico è stata fatta alle quote di 0 m, +1 m, +2 m e +3 m dal livello del suolo.

Le simulazioni relative al calcolo dell'intensità del campo magnetico sono state elaborate con il software "MoE" (Monitoraggio Elettrodotti) v.1.0 sviluppato dal CESI – Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano - utilizzando modelli di calcolo basati sul metodo standardizzato dal Comitato Elettrotecnico Italiano Norma CEI 211-4/1996 e s.m.i.

Per quel che riguarda il tracciato del cavidotto MT a 30 kV il calcolo è da effettuarsi per le diverse condizioni di posa previste 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, tale corrente risulta essere pari a c.a. $I=428$ A. La condizione di posa risulta essenzialmente uguale sia per le linee interne al campo fotovoltaico che per la linea di connessione alla SSE UTENTE 150/30kV, mediante cavidotto interrato, secondo gli standard classici di E-Distribuzione.

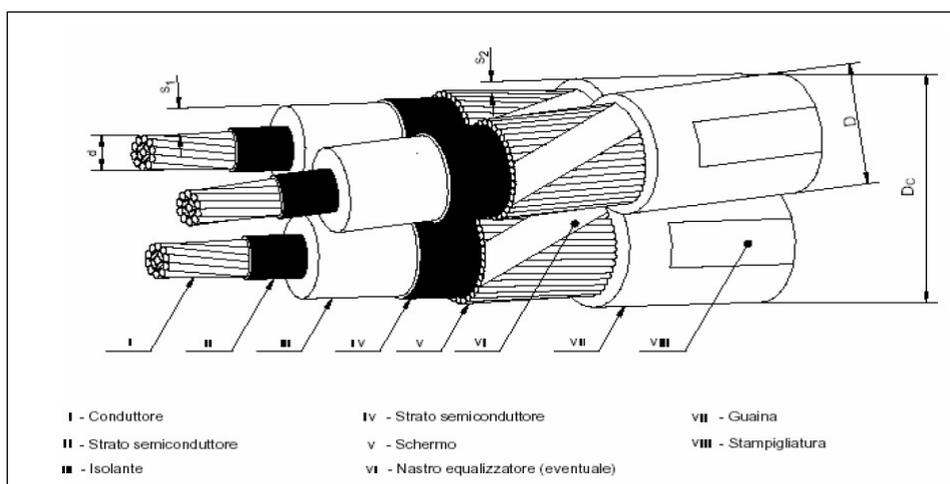


Fig. 1 – Trina di conduttori unipolari del tipo ARE4H1RX - 18/30kV

Il calcolo del campo magnetico, per questa sezione di posa viene effettuato utilizzando il software "MoE – v1". Sulla scorta dei dati forniti dallo stesso software il calcolo viene riassunto nella tabella seguente:

Relazione di valutazione campi elettromagnetici Impianto Fotovoltaico Ambra Solare 31 srl – Ferrandina (MT)

Tabella 1. Calcolo dell'induzione magnetica nel cavidotto MT con $I=468^\circ$

A Distanza dal cavidotto [m]	Campo magnetico sulla verticale [uT]			
	h=0	h=1	h=2	h=3
-10	0.066	0.064	0.061	0.057
-5	0.256	0.227	0.192	0.159
-2	1.258	0.776	0.481	0.316
0	4.981	1.440	0.673	0.389
2	1.258	0.776	0.481	0.316
5	0.256	0.227	0.192	0.159
10	0.066	0.064	0.061	0.057

La figura seguente mostra un esempio di restituzione dati da parte dello stesso software:

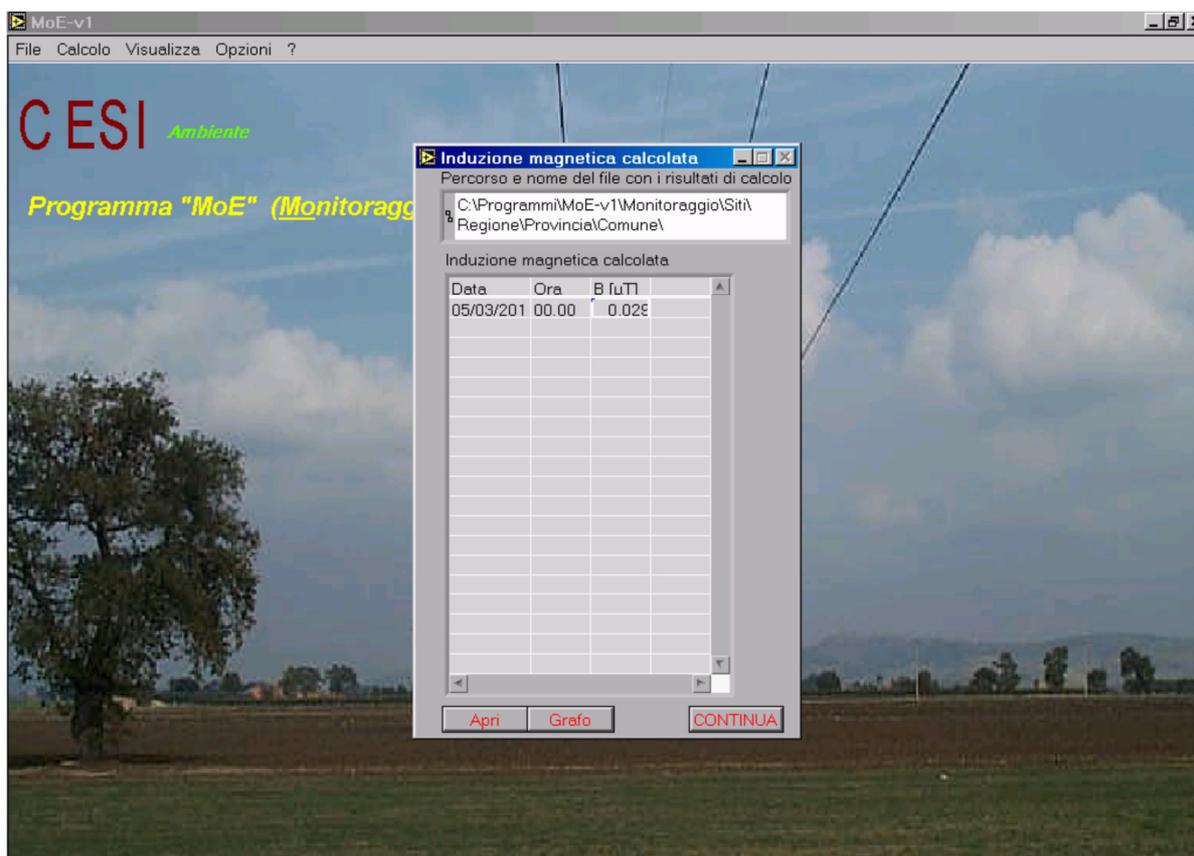


Figura 2. Esempio di restituzione dati da parte del software MoE

L'andamento del campo di induzione magnetica è riportato nel grafico seguente:

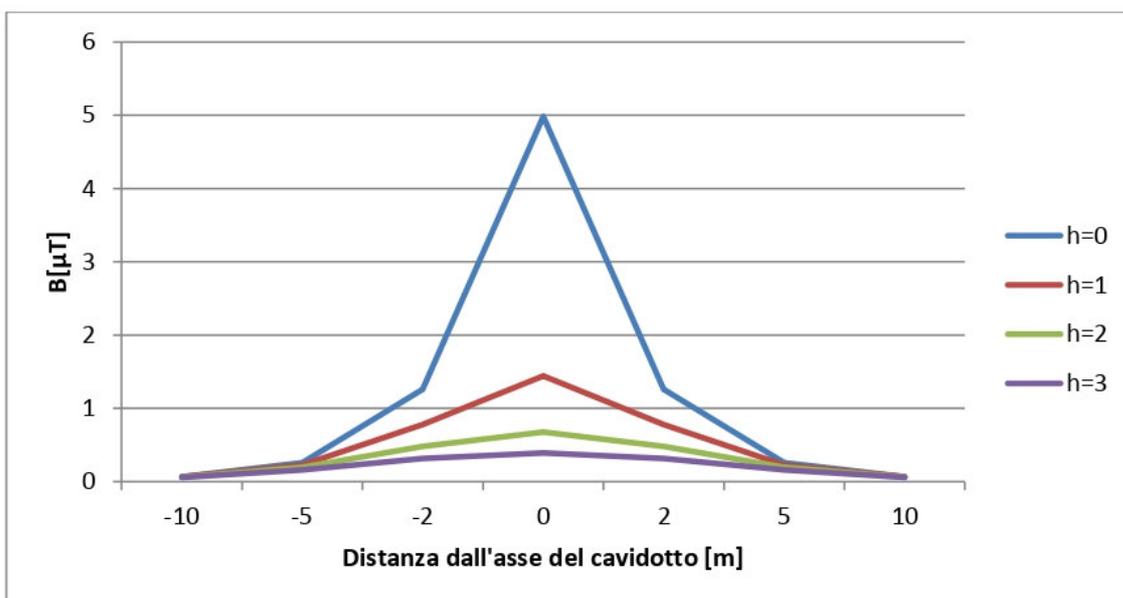


Figura 3. Intensità del campo magnetico generato dall'elettrodotto MT

Analisi dei risultati

Come si osserva dalle tabelle e dai grafici precedenti, il campo magnetico prodotto dall'intero cavidotto lungo il suo tracciato non supera mai i livelli di qualità di 3 μT fissati per l'esposizione del corpo umano ai campi magnetici.

In particolare, nella singolarità di posa con profondità ≥ 1.0 m i campi magnetici prodotti dall'elettrodotto rientrano nei limiti di esposizione, attenuati dalla geometria del cavo stesso, poiché la disposizione a trifoglio dei conduttori raggruppati in un unico cavo tripolare comporta un'azione compensante di un conduttore rispetto all'altro.

Determinazione della fascia di rispetto

Per la determinazione della fascia di rispetto si è dovuto effettuare il calcolo della intensità di campo magnetico tra quota 0 e 1 m rispetto all'asse del cavo per individuare la distanza sulla verticale dall'asse del cavo alla quale si raggiunge il valore di 3 μT .

Come mostrano la tabella seguente ed il relativo grafico, tale valore che si raggiunge ad una quota di 0.35 m dall'asse del cavo, quota che si trova al di sotto della sede stradale ad una profondità di 1.15 m. Pertanto, non si ritiene necessario il calcolo della fascia di rispetto essendo il campo confinato tutto entro la trincea di scavo per la posa del cavo stesso.

Tabella 2. Calcolo dell'intensità di campo magnetico generato dall'elettrodotto MT sulla verticale, con $I=468^\circ$

Andamento del campo di induzione magnetica sulla verticale												
h[m]	0	0.1	0.2	0.3	0.35	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
B[μT]	4.981	4.224	3.626	3.147	2.943	2.758	2.436	2.167	1.941	1.748	1.583	1.440

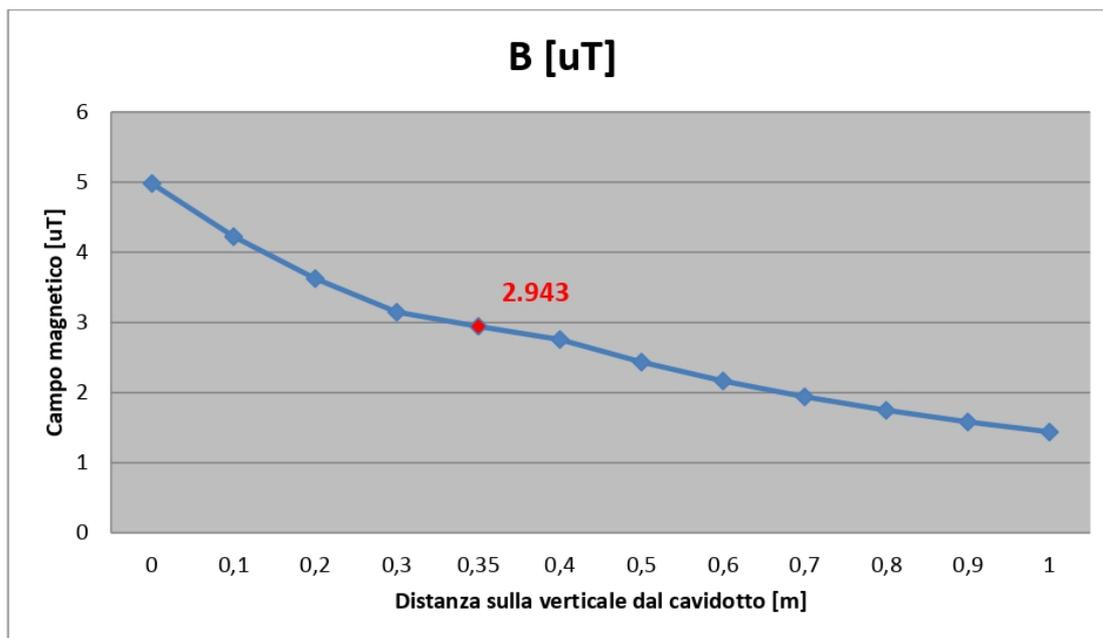


Figura 4. Andamento dell'intensità del campo magnetico generato dall'elettrodotto MT

CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DALLE STAZIONI DI TRASFORMAZIONE CON ISOLAMENTO IN ARIA

Per dati analoghi su altre progettazioni similari, la fig. 1 mostra, in generale, la planimetria di una tipica stazione di trasformazione 380/150 kV all'interno della quale è stata effettuata una serie di misure del campo elettrico e magnetico al suolo. La stessa fig. 1 fornisce l'indicazione delle principali distanze fase – terra e fase – fase, nonché la tensione sulle sbarre e le correnti nelle varie linee confluenti nella stazione, registrate durante l'esecuzione delle misure. Inoltre, nella fig. 1 sono evidenziate le aree all'interno delle quali sono state effettuate le misure; in particolare, sono evidenziate le zone ove i campi sono stati rilevati per punti utilizzando strumenti portabili (aree A, B, C, e D), mentre sono contrassegnate in tratteggio le vie di transito lungo le quali la misura dei campi è stata effettuata con un'opportuna unità mobile (furgone completamente attrezzato per misurare e registrare con continuità i campi). Va sottolineato che, grazie alla modularità degli impianti della stazione, i risultati delle misure effettuate nelle aree suddette, sono sufficienti a caratterizzare in modo abbastanza dettagliato tutte le aree interne alla stazione stessa, con particolare attenzione per le zone di più probabile accesso da parte del personale.

Nella tabella 1 è riportata una sintesi dei risultati delle misure di campo elettrico e magnetico effettuate nelle aree A, B, C e D. Per quanto riguarda le registrazioni effettuate con l'unità mobile, la fig. 2 illustra i profili del campo elettrico e di quello magnetico rilevati lungo il percorso n. 1, quello cioè che interessa prevalentemente la parte a 380 kV della stazione. I valori massimi di campo elettrico e magnetico si riscontrano in prossimità degli ingressi linea. In tutti i casi i valori del campo elettrico e di quello magnetico riscontrati al suolo all'interno delle aree di stazione sono risultati compatibili con i limiti di legge.

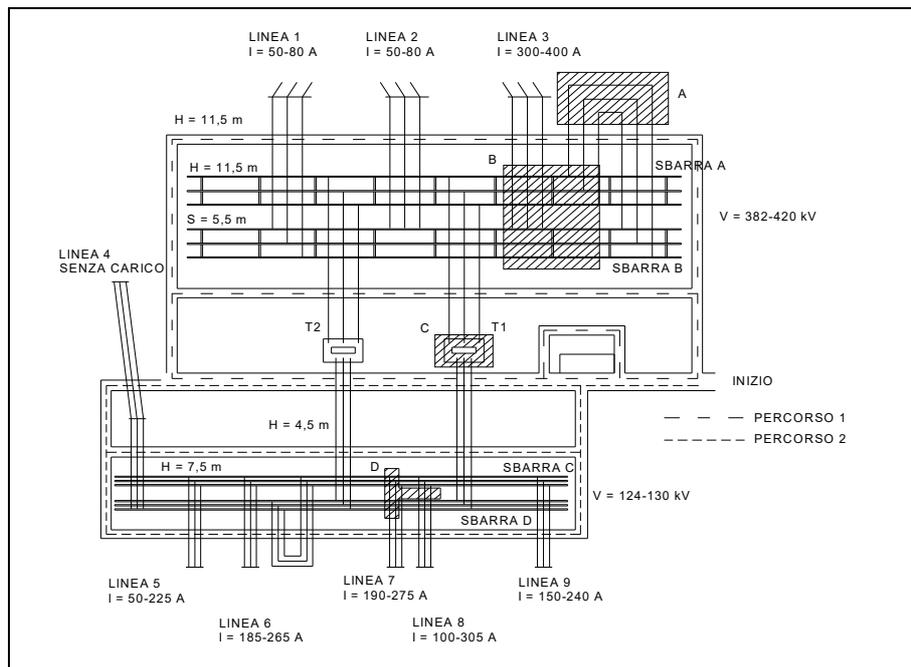


Fig. 1 – Pianta di una tipica stazione 380/150 kV con l'indicazione delle principali distanze fase-fase (S) e fase-terra (H) e delle variazioni delle tensioni e delle correnti durante la fasi di misurazioni di campo elettrico e magnetico.

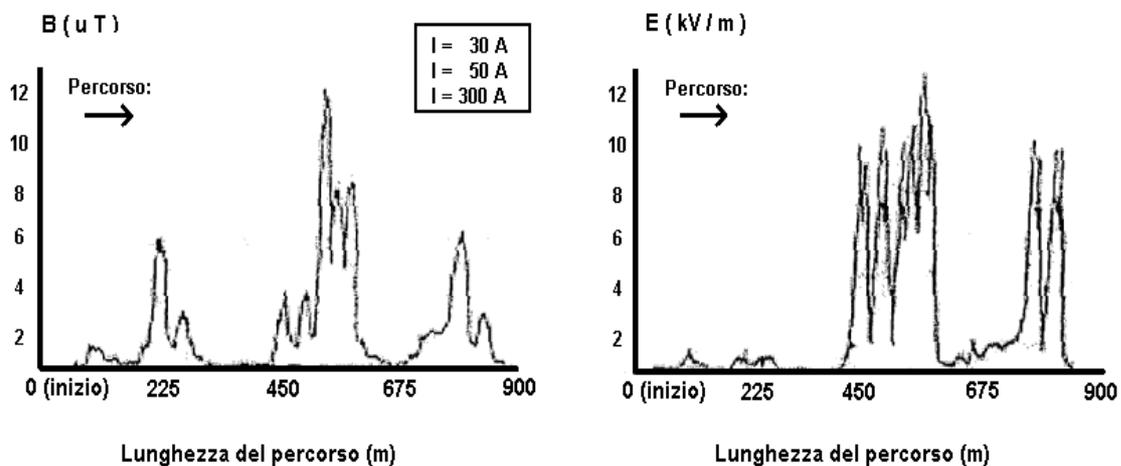


Fig. 2 - Risultati della misura dei campi elettrici e magnetici effettuate lungo le vie interne della sezione a 380 kV della stazione riportata in fig. 1

Area	Numero di punti di misura	Campo Elettrico (kV/m)			Induzione Magnetica (μ T)		
		E max	E min	E medio	B max	B min	B medio
A	93	11,7	5,7	8,42	8,37	2,93	6,05
B	249	12,5	0,1	4,97	10,22	0,73	3,38
C	26	3,5	0,1	1,13	9,31	2,87	5,28
D	19	3,1	1,2	1,96	15,15	3,96	10,17

Tab. 1 - Risultati della misura del campo elettrico e dell'induzione magnetica nelle aree A, B, C, e D di fig.1

CAMPI ELETTROMAGNETICI RELATIVI AL CAVO INTERRATO 150 Kv

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.

Nei seguenti paragrafi verrà riportata l'intensità del campo elettromagnetico sulla verticale del cavidotto e nelle sue immediate vicinanze, fino ad una distanza massima di 10 m; la valutazione del campo magnetico è stata fatta alle quote di 0 m, +1 m, +2 m e +3 m dal livello del suolo.

Le simulazioni relative al calcolo dell'intensità del campo magnetico sono state elaborate con il software "MoE" (Monitoraggio Elettrodotti) v.1.0 sviluppato dal CESI – Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano - utilizzando modelli di calcolo basati sul metodo standardizzato dal Comitato Elettrotecnico Italiano Norma CEI 211-4/1996.

Disposizioni legislative:

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003.

Nel DPCM 8 Luglio 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", vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare, negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

“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 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci” [art. 3, comma 1];

“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 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.” [art. 3, comma 2];

“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 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”. [art. 4]

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.

A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui l'impianto trasferisce alla Rete di Trasmissione Nazionale la massima produzione che assumiamo pari a 100,45 MW.

Geometria di linea

Il progetto prevede la realizzazione di un cavidotto interrato lungo viabilità esistente con uno scavo di 0,60 m di larghezza e 1,5/1,6 m di profondità e con posa in opera di tre cavi con disposizione a trifoglio, legati con juta o simili, come rappresentato nella seguente immagine.

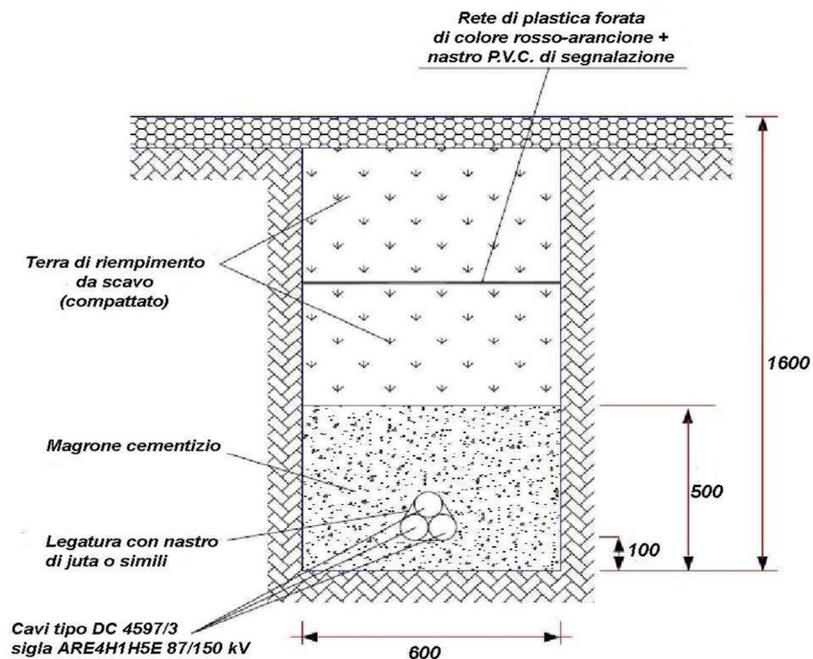


Fig. 1: Tipologia poso interrata cavo AT 150 kV

Ogni cavo sarà del tipo DC 4597 (sigla: ARE4H1H5E 87/150 kV), ovvero cavo in alluminio isolato con polietilene reticolato per sistemi con tensione massima U_m 170 kV; si adotterà il cavo con sezione del conduttore da 1600 mm² (tipo DC 4597/3) e diametro esterno 108 mm.

La figura 2 riportata di seguito illustra la schermata del software "MoE" per l'inserimento dei dati relativi alla geometria della linea elettrica che genera il campo elettromagnetico.

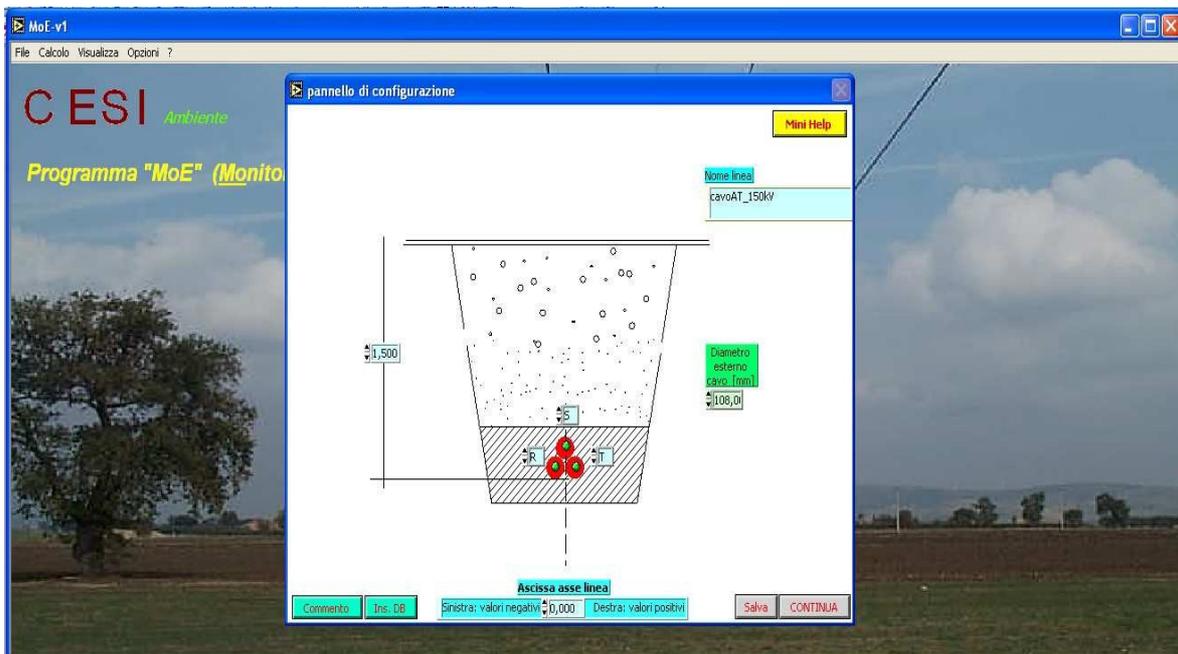


Fig. 2: MoE-v1 - Definizione della geometria di linea

Calcolo del campo elettrico e magnetico

Il programma, applicativo "MoE", svolge tutte le funzioni che, partendo dai dati di input, consentono di ottenere i valori dell'induzione magnetica in corrispondenza dei siti monitorati; ovvero: la definizione dei parametri geometrici del sito e dell'elettrodotto, compreso il suo stato di funzionamento, il calcolo dell'induzione magnetica, la presentazione e l'archiviazione su file dei risultati dei calcoli effettuati.

La figura 3 illustra la schermata del software "MoE" per l'inserimento dei dati relativi al punto di interesse in corrispondenza del quale si vuole valutare l'intensità del campo magnetico generato dalla linea elettrica.

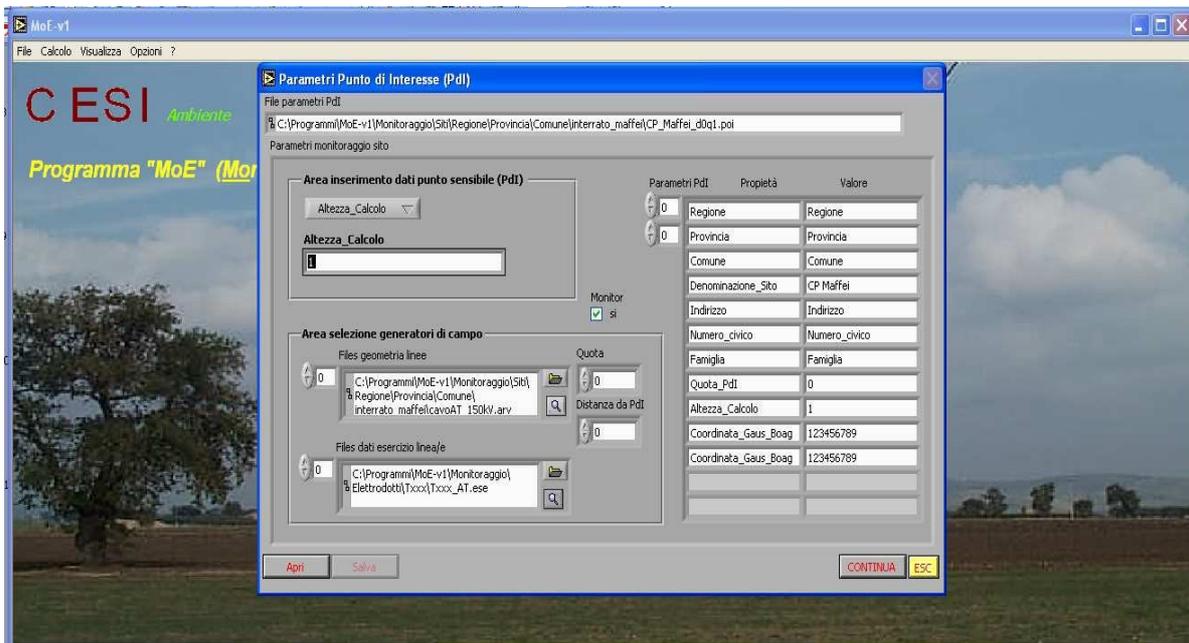


Fig. 3: MoE-v1 - Parametri Punto di Interesse

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del terreno e del magrone cementizio (v. fig.1).

Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico.

Cavidotto di progetto

E' stata esaminata la situazione ritenuta più significativa ai fini del calcolo dell'intensità del campo magnetico: calcolo del campo magnetico generato dal tratto di cavidotto a 150 kV, dalla sottostazione UTENTE AT/MT alla Stazione Elettrica 150 kV TERNA, con potenza elettrica trasmessa pari a 100,45 MW (anche se nel caso specifico la potenza dell'impianto è di 20 MW); si calcola quindi il seguente valore della corrente di esercizio, necessario al calcolo del campo magnetico generato dal cavidotto di progetto:

cavo tripolare con carico da 100,45 MW → **corrente di esercizio = 387 A**

CARATTERISTICHE DEL CAVO:

- Tipo ARE4H1H5E 87/150 kV – DC 4597/3;
- Sezione conduttore: 1600 mm²;
- Diametro esterno 108 mm;
- Massa (indicativa): 11,3 kg/m;
- Portata (posa interrata con cavi disposti a trifoglio): 1050 A;

Risultati del calcolo del campo magnetico

La seguente figura illustra la schermata del software "MoE" per la visualizzazione dell'intensità del campo magnetico calcolata in un determinato punto di interesse; nel caso particolare è visualizzato il valore 1,756 µT, che è quello che si ottiene in corrispondenza dell'asse del cavidotto, ad 1 m di quota dal suolo.

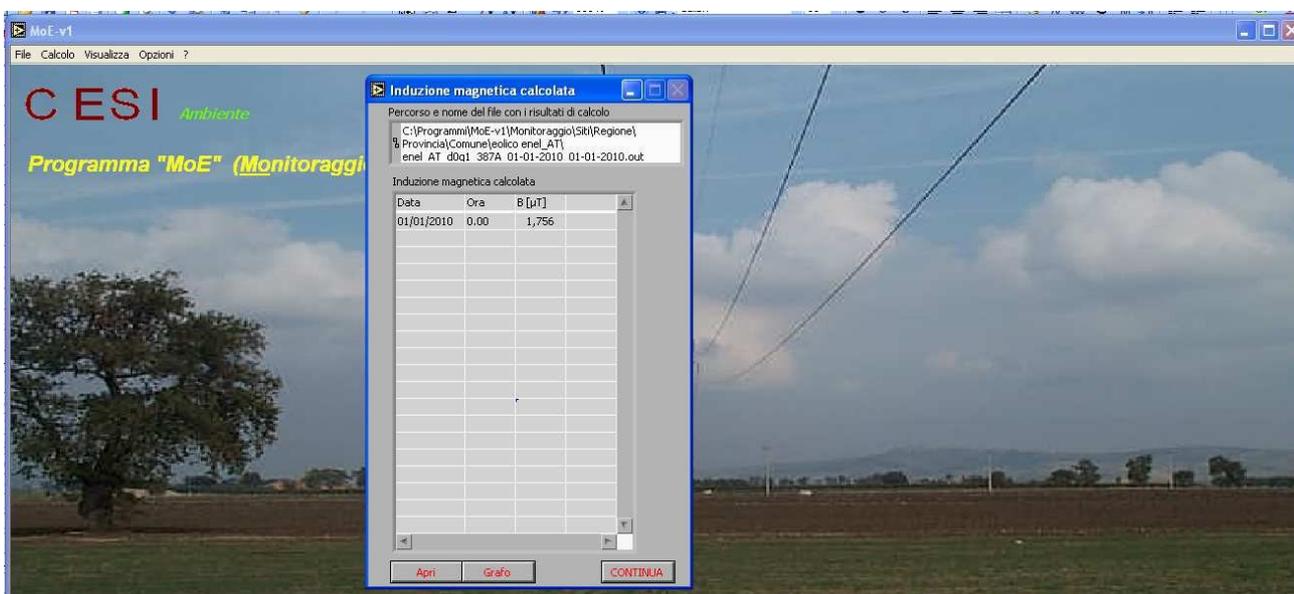


Fig. 4: MoE-v1 - Induzione magnetica calcolata

Nella tabella seguente vengono riportati i risultati del calcolo dell'intensità del campo magnetico generato dalla linea di alta tensione in esame.

Si fa presente che i valori calcolati e riportati nelle tabelle che seguono sono valori puntuali calcolati nella condizione di massimo carico precedentemente descritta.

Distanza dal cavidotto (m)	Campo magnetico sulla verticale (µT)			
	h = 0 m	h = 1 m	h = 2 m	h = 3 m
-5	0,379	0,332	0,279	0,230
-3	0,931	0,690	0,496	0,359
-2	1,706	1,042	0,654	0,436
-1	3,413	1,499	0,809	0,500
0	5,120	1,756	0,878	0,525
1	3,413	1,499	0,809	0,500

2	1,706	1,042	0,654	0,436
3	0,931	0,690	0,496	0,359
5	0,379	0,332	0,279	0,230

Tabella 1 - Calcolo dell'intensità del campo magnetico generato dall'elettrodotto AT di progetto con I=387 A

Nella figura che segue si riporta invece il grafico dell'intensità del campo magnetico calcolato in funzione della distanza dall'asse del cavidotto e della quota (h) rispetto al piano campagna; il grafico è ottenuto dai risultati forniti dal software "MoE-v1".

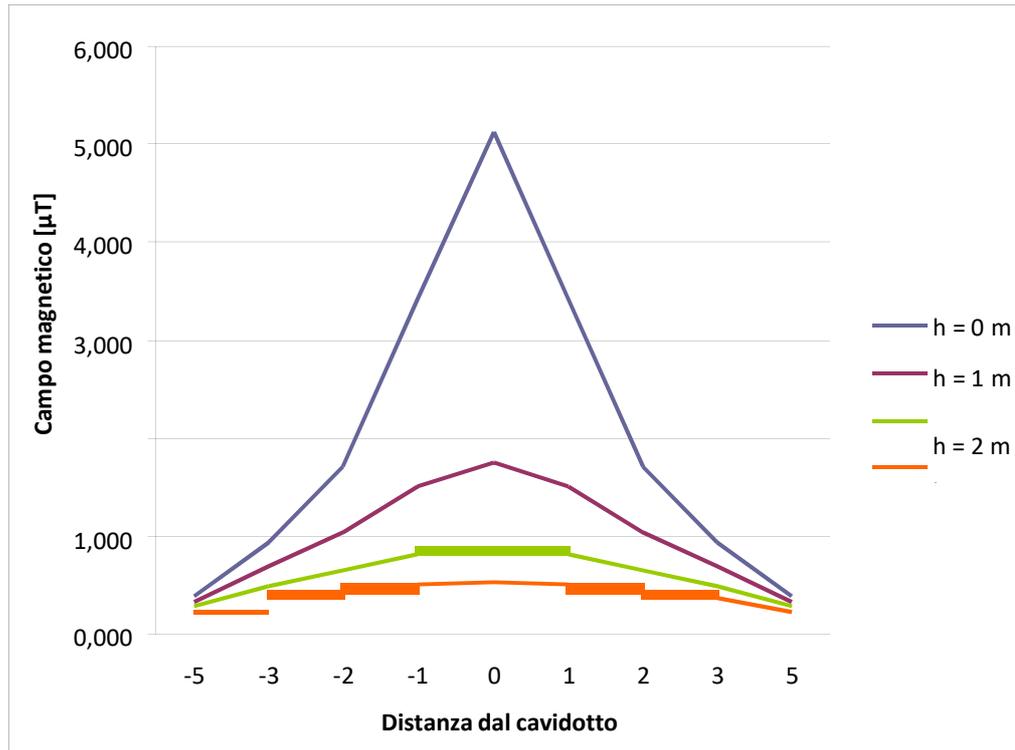


Fig. 5: Intensità del campo magnetico generato dall'elettrodotto AT di progetto con I=387 A

Analisi dei risultati ottenuti

Come mostrato nella tabella 1 e nella figura 5 del capitolo precedente l'intensità del campo magnetico calcolata in corrispondenza dell'asse del cavidotto supera il valore limite dei 3 µT ad una quota da individuare nel primo metro di altezza dal suolo. Si riporta di seguito lo studio effettuato per determinare tale quota necessaria per definire la fascia di rispetto del cavidotto.

Determinazione della fascia di rispetto con I = 387 A

Le fasce di rispetto sono da definirsi in conformità alla metodologia di calcolo emanata dal decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 29 maggio 2008 e pubblicato sulla G.U. n. 156 del 05.07.08 nel supplemento ordinario della G.U. n°160.

Il decreto suddetto definisce "fascia di rispetto" lo spazio circostante un elettrodotto, che

comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità; come prescritto dall'art. 4, comma 1 lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore.

L'art. 4 comma 2 del DPCM 8 luglio 2003 fissa *"l'obiettivo di qualità"* in **3 μT** per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Per la determinazione della fascia di rispetto relativa al cavidotto interrato 150 kV si è dovuto effettuare il calcolo della intensità del campo magnetico tra quota 0 m e quota 1 m per individuare la distanza dall'asse del cavo in corrispondenza della quale si raggiunge il valore 3 μT . Di seguito la tabella riassuntiva dei valori del campo magnetico in funzione della quota rispetto al piano campagna e la relativa rappresentazione grafica; si evidenzia il valore di circa 3 μT che si ottiene a quota 0,45 m ovvero a circa 190 cm di distanza dall'asse del cavidotto.

Pertanto, si individua come volume di rispetto relativo al cavidotto AT interrato il volume cilindrico in asse col cavidotto con raggio pari a 190 cm e come fascia di rispetto la sua proiezione al suolo.

Andamento del campo magnetico sulla verticale						
h (m)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,45	0,5
Campo magnetico (μT)	4,47	3,93	3,48	3,11	2,95	2,79

Tabella 2 - Calcolo dell'intensità del campo magnetico generato dall'elettrodotta AT sulla verticale, con I=387 A

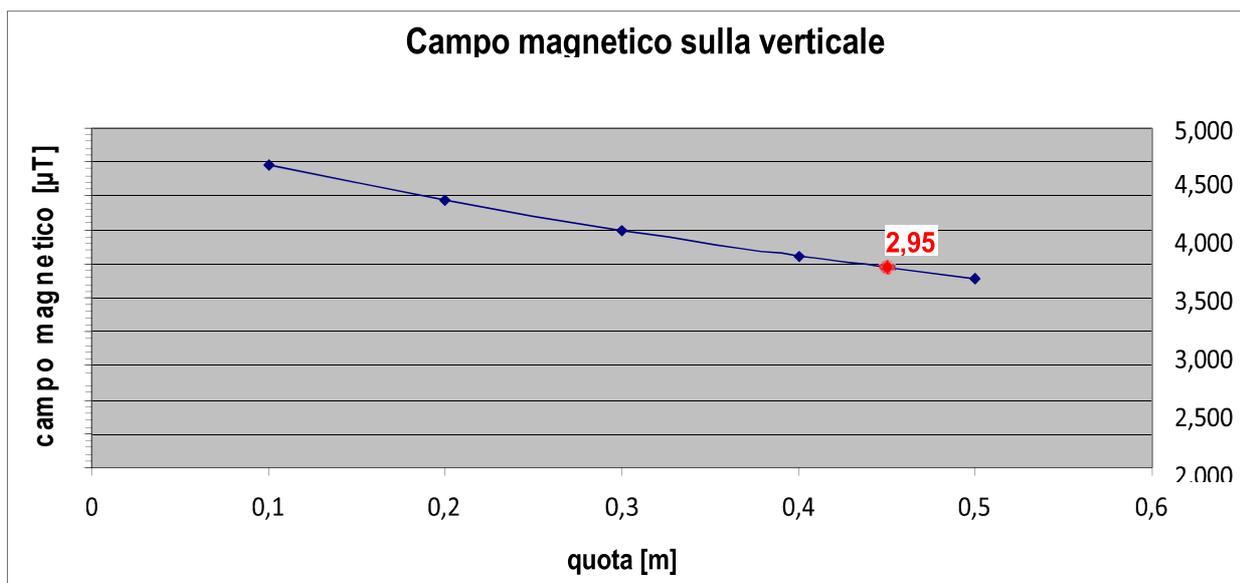


Fig. 6: Intensità del campo magnetico generato dall'elettrodotta AT sulla verticale, con I=387 A

Determinazione della fascia di rispetto con I = 1110 A

Secondo la Linea Guida di Enel per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29/05/08 "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche", la corrente di carico per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata"; per le linee con tensione >100 kV è definita dalla Norma CEI 11-60.

Di seguito si riporta il calcolo dei campi elettromagnetici effettuato considerando come valore di corrente 1110 A.

Distanza dal cavidotto (m)	Campo magnetico sulla verticale (μT)			
	$h = 0 \text{ m}$	$h = 1 \text{ m}$	$h = 2 \text{ m}$	$h = 3 \text{ m}$
-5	1,088	0,952	0,801	0,660
-2	4,894	2,987	1,875	1,250
-1	9,789	4,300	2,320	1,433
0	14,685	5,037	2,519	1,507
1	9,789	4,300	2,320	1,433
2	4,894	2,987	1,875	1,250
5	1,088	0,952	0,801	0,660

Tabella 3 - Calcolo dell'intensità del campo magnetico generato dall'elettrodotto AT di progetto con I=1110 A

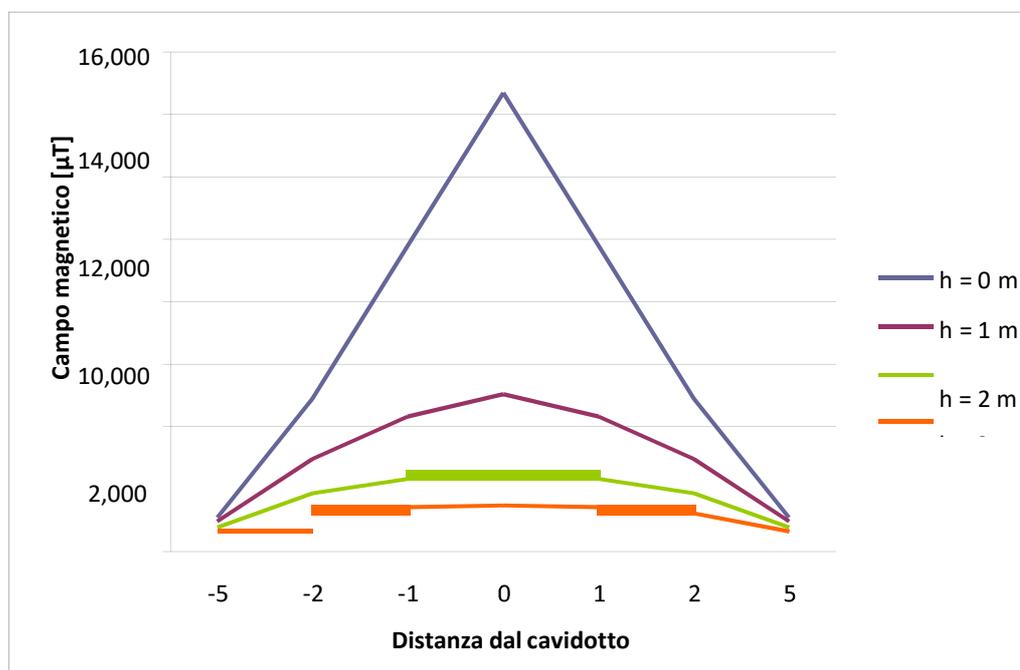
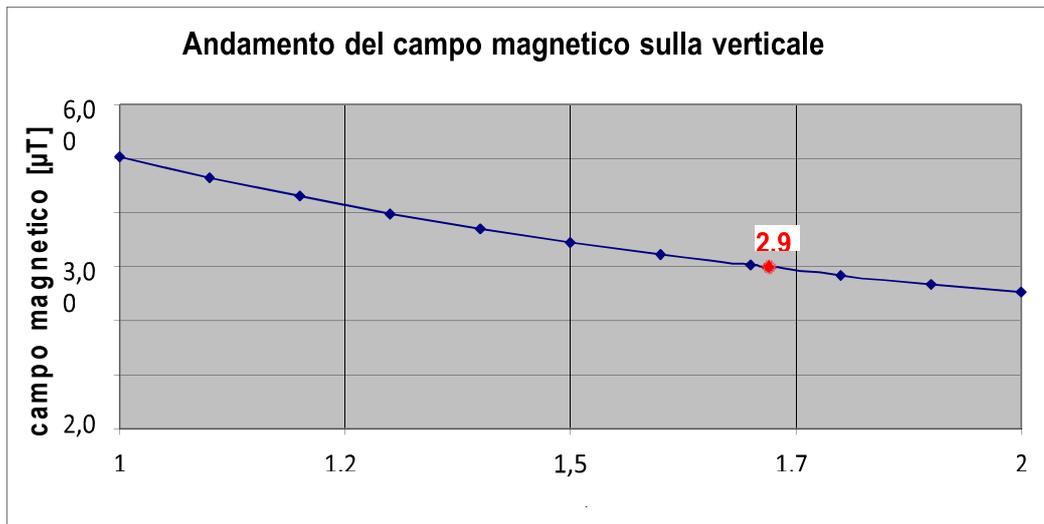


Fig. 7: Intensità del campo magnetico generato dall'elettrodotto AT di progetto con I=1110 A



Per la determinazione della fascia di rispetto si è dovuto effettuare il calcolo della intensità del campo magnetico tra quota 1 m e quota 2 m per individuare la distanza dall'asse del cavo in corrispondenza della quale si raggiunge il valore 3 µT. Di seguito la tabella riassuntiva dei valori del campo magnetico in funzione della quota rispetto al piano campagna e la relativa rappresentazione grafica; si evidenzia il valore di circa 3 µT che si ottiene a quota 1,72 m ovvero a circa 320 cm di distanza dall'asse del cavidotto.

Pertanto, si individua come volume di rispetto relativo al cavidotto AT interrato il volume cilindrico in asse col cavidotto con raggio pari a 3.2 metri e come fascia di rispetto la sua proiezione al suolo.

Andamento del campo magnetico sulla verticale												
h (m)	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,72	1,8	1,9	2
Campo magnetico (µT)	5,04	4,65	4,30	3,99	3,71	3,46	3,23	3,03	2,99	2,84	2,67	2,52

Tabella 4 - Calcolo dell'intensità del campo magnetico generato dall'elettrodotto AT sulla verticale, con I=1110 A

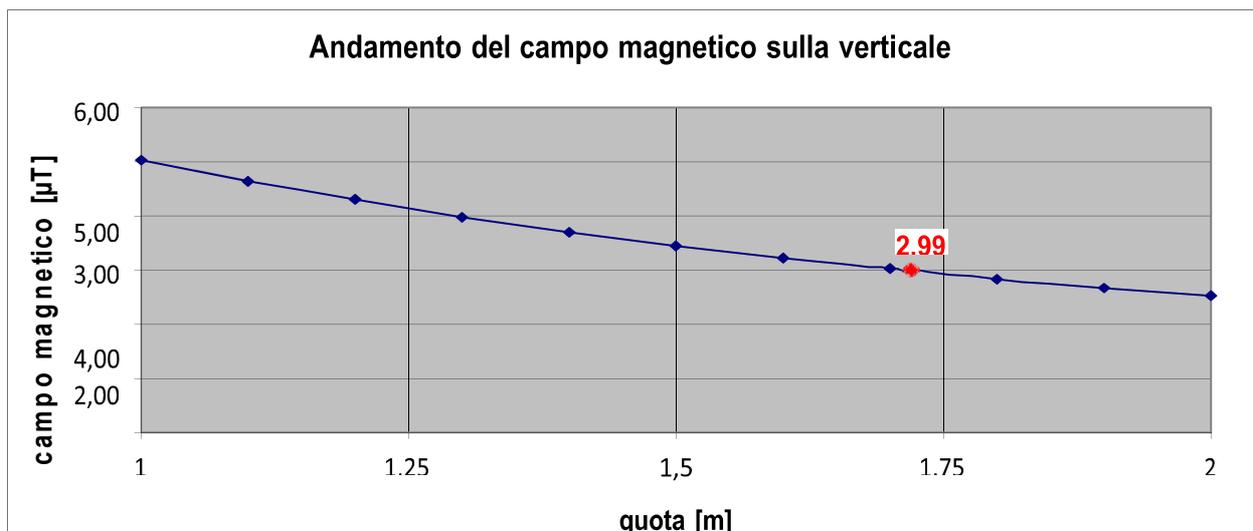


Fig. 8: Intensità del campo magnetico generato dall'elettrodotto AT sulla verticale, con I=1110 A

Dall'analisi dei dati sopra riportati è evidente che con una potenza dell'impianto di connessione pari a 20MW, quale quella dell'impianto agrifotovoltaico in progetto, i parametri dei campi elettromagnetici saranno pienamente rispettati.