



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di FOGGIA



COMUNE di APRICENA



COMUNE di SAN SEVERO



Società Proponente	<b>AM ENERGY S.R.L. *</b> Sede: via Tiberio Solis, n. 128 - 71016 San Severo (FG) Pec: amenergysrl@pec.it P.iva: 04304150719 * Società con socio unico, soggetta a direzione e coordinamento di PLAN A HOLDING S.R.L. p.iva 03930741206	Sviluppo e Coordinamento	 <b>PLAN A ENERGY S.R.L.</b> Sede: Via Cavour n.104 40026 Imola BO Pec: planaenergy@pec.it C.F e P.IVA : 03930841204		
Progettazione generale e progettazione elettrica	 <b>STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA</b> <b>MEZZINA dott. ing. Antonio</b> Via T. Solis 128   71016 San Severo (FG) Tel. 0882.228072   Fax 0882.243651 e-mail: info@studiomezzina.net Ordine degli ingegneri della Provincia di Foggia matr. n 1604  	Supervisione scientifica piani culturali e montaggio	 <b>Università di Foggia</b> <b>Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE)</b> Sede: via Antonio Gramsci,89/91 Foggia 71122 P.iva: 03016180717		
Studio e progetto ecologico vegetazionale	 <b>Dott. Biol. Leonardo Beccarisi</b> Via D'Enghien, 43 - 73013 Galatina (LE) cell. 3209709895 E-Mail: beccarisil@gmail.com Ordine nazionale dei Biologi Albo-Sezione matr. n. AA_067313	Studio di impatto ambientale	 <b>Dott.ssa Anastasia Agnoli</b> Via Armando Diaz, 37   73100 Lecce (LE) cell. 3515100328 E-Mail: anastasia.agnoli989@gmail.com		
Studio meteorologico	<b>Dott. Biol. Elisa Gatto</b> Via S. Santo, 22   73044 Galatone (LE) cell. 3283433525 E-Mail: dottelisagatto@gmail.com Ordine nazionale dei Biologi matr.n. AA_090001	Studio paesaggistico e di inserimento urbanistico	 <b>Dott. Agr. Barnaba Marinosci</b> via Pilella 19, 73040 Alliste (LE) Cell. 329 3620201 E-Mail: barnabamarinosci@gmail.com Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali provincia di Lecce matr. n 674		
Studio faunistico	 <b>Dott. Antonio Feola</b> Via Civitella n°25   84060 Moio della Civitella (SA) cell. 338 2593262 E-Mail: feolantx@gmail.com Ordine Nazionale dei Biologi matr. n . AA_047004	Rappresentazioni fotorealistiche	 <b>Arch. Gaetano Fornarelli</b> Via Fulcignano Casale 17   73100 Lecce (LE) cell. 3358758545 E-Mail: forgaet@gmail.com Ordine degli Architetti della provincia di Lecce matr. n 1739		
Studio archeologico	 <b>NOSTOI s.r.l.</b> <b>Dott.ssa Maria Grazia Liseno</b> Tel. 0972.081259   Fax 0972.83694 E-Mail: mgliseno@nostoisrl.it Elenco Nazionale Archeologo Fascia I matr n. 1646	Consulenza strutturale	 <b>Ing. Tommaso Monaco</b> Tel. 0885.429850   Fax 0885.090485 E-Mail: ing.tommaso@studiotecnicomonaco.it Ordine degli Ingegneri della provincia di Foggia matr. n. 2906		
Studio acustico	 <b>STUDIO FALCONE</b> <b>ingegneria</b> <b>Ing. Antonio Falcone</b> Tel. 0884.534378   Fax. 0884.534378 E-Mail: antonio.falcone@studiofalcone.eu Ordine degli Ingegneri di Foggia matr. n.2100	Consulenza topografica	<b>Geom. Matteo Occhiochiuso</b> Tel. 328 5615292 E-Mail: matteo.occhiochiuso@virgilio.it Collegio dei Circondariale Geometri e Geometri Laureati di Lucera matr. n. 1101		
Studio grafico geologico e geotecnico	<b>Dott. Nazario Di Lella</b> Tel./Fax 0882.991704   cell. 328 3250902 E-Mail: geol.dilella@gmail.com Ordine regionale dei Geologi della Puglia matr. n. 345				
Opera	<b>Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto Fotovoltaico denominato "Apricena Industriale" da realizzarsi su aree industriali e cave nelle località "Podere Camilli - Tufara - San Giovanni - San Sabino", nel territorio comunale di Apricena (FG) per una potenza complessiva di 121,023 MWp e immissione di 96,300 MW, nonché delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto nei comuni di Apricena (FG) e San Severo (FG)</b>				
AUTORITA' PROCEDENTE V.I.A. :	 <b>MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA</b>		AUTORITA' PROCEDENTE A.U. :	 <b>REGIONE PUGLIA</b>	
Oggetto	Nome Elaborato: P7MVN25_DocumentazioneSpecialistica_02.pdf Descrizione Elaborato: Valutazione previsionale dei campi elettromagnetici				
00	Novembre 2022	Progetto definitivo	Ing. M. Di Stefano	Ing. A. Mezzina	AM ENERGY S.R.L.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:					
Formato:	Codice Pratica <b>P7MVN25</b>				

Elaborato:  
Relazione tecnica generale per la  
valutazione previsionale dei campi  
elettromagnetici

Proponente:  
AM ENERGY S.r.l.



STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA  
MEZZINA dott. Ing. Antonio



# RELAZIONE TECNICA GENERALE

## IMPIANTO FV Apricena Industriale

Proponente: **AM ENERGY S.R.L.**  
Sede Legale: Via Tiberio Solis n. 128 - 71016 San Severo FG  
C.F. e P.IVA 04304150719 | PEC: amenergysrl@pec.it

Opera: **Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico denominato "Apricena Industriale" da realizzarsi su aree industriali e cave nelle località "Podere Camilli - Tufara - San Giovanni - San Sabino", nel territorio comunale di Apricena (FG) per una potenza complessiva di 121,023 MWp e immissione di 96,300 MW, nonché delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto nei comuni di Apricena (FG) e San Severo (FG).**

Redazione: STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA MEZZINA Dott. Ing. Antonio  
Sede: Via T. Solis n. 128 - 71016 San Severo FG  
Tel. 0882.228072 | Fax 0882.243651 | e-mail: info@studiomezzina.net  
C.F. MZZNTN67S171158I | P.IVA 02037220718 | PEC: antonio.mezzina@ingpec.eu

Sviluppo e  
Coordinamento: PLAN A ENERGY S.R.L.  
Sede: Via Cavour n. 104 - 40026 Imola BO  
C.F. e P.IVA 03930841204 | PEC: planaenergy@pec.it

Elaborato:	Relazione tecnica generale			
	00	Ing. Di Stefano	Dott. Pensato (Amm.re Plan A Energy)	Ing. Mezzina (Direttore tecnico)
	Rev.	Elaborazione	Verifica	Approvazione



## SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE	3
1.1	Premessa	3
1.2	Oggetto	3
2.	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PARCO FOTOVOLTAICO	5
2.1	Descrizione dei vari cluster	5
3.	MODALITA' DI CONNESSIONE ALLA RTN E UBICAZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE	9
4.	STRUTTURA E COMPOSIZIONE DELLO STALLO DI SEZIONAMENTO	11
5.	STRUTTURA ESHEMA DELLE LINEE ELETTRICHE MT	12
5.1	Caratteristiche delle linee elettriche MT	12
6.	QUADRO NORMATIVO	15
7.	GENERALITA' SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	18
7.1	Campo Elettrico	19
7.2	Campo Magnetico	19
7.3	Metodologia di calcolo dei campi magnetici	20
8.	CONFIGURAZIONI IMPIANTISTICHE DA ANALIZZARE	21
8.1	Tipologie di posa	22
9.	MODALITA' DI INDAGINE DEL CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA PREVISIONALE	23
9.1	Casi di analisi previsionale MT	24
9.1.1	Caso 1: Trincea ospitante quattro terne di cavi MT	25
9.1.2	Caso 2: Trincea ospitante due terne di cavi MT	27
9.1.3	Caso 3: linee aeree in alta tensione	28
9.1.4	Caso 4: linee elettriche in c.a. AT	30
10.	CONCLUSIONI	32

Elaborato:  
Relazione tecnica generale per la  
valutazione previsionale dei campi  
elettromagnetici

Proponente:  
AM ENERGY S.r.l.



STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA  
MEZZINA dott. Ing. Antonio



## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 Premessa

La presente relazione riguarda il progetto di un impianto fotovoltaico con pascolo solare, denominato "APRICENA INDUSTRIALE" che la Società AM ENERGY S.r.l. intende realizzare, nelle località Podere Camilli - Tufara - San Giovanni - San Sabino, nel Comune di Apricena (FG) e delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto, ricadenti nel Comune di San Severo (FG), su TERRENI INDUSTRIALI e su terreni attualmente destinate a CAVE di inerti calcarei DISMESSE o da DISMETTERE e da RECUPERARE.

Il progetto dell'impianto fotovoltaico vuole rappresentare anche un'occasione per il recupero e valorizzazione delle aree attualmente in uno stato di forte degrado ambientale e paesaggistico determinato proprio dalla presenza di cave ormai esaurite e abbandonate ovvero di cave attualmente in fase terminale di sfruttamento, che con la realizzazione dell'impianto fotovoltaico verrebbero definitivamente dismesse e recuperate.

Inoltre, la realizzazione sulle aree recuperate per l'installazione dell'impianto fotovoltaico, di un'attività agricola, parallela e integrata con l'impianto fotovoltaico medesimo, finalizzato ad ottenere un impianto che, consentirà non solo di recuperare quelle aree fortemente degradate, ma anche di valorizzarle e svilupparle per un'attività tipica del contesto in cui si inserisce il progetto.

In estrema sintesi, il progetto di impianto fotovoltaico con pascolo solare consentirà, se realizzato; di "cancellare" dallo scenario ambientale e paesaggistico esistente le aree fortemente degradate, deturpanti il contesto paesaggistico in cui esse si trovano, valorizzandolo sia nella prospettiva energetica di supporto alla transizione energetica in atto, sia in quella agricola e zootecnica autoctona garantendo un modello virtuoso ed ecosostenibile che produce contemporaneamente energia pulita e il pascolamento del bestiame per fini agricoli.

### 1.2 Oggetto

La presente relazione è relativa allo studio di impatto elettromagnetico al fine di una valutazione dello stesso nei riguardi della popolazione.

In particolare verrà studiata la "fascia di rispetto" di cui al DM 29/05/2008 viene calcolata tenendo conto dell'elettrodotto interrato e della Sottostazione Elettrica MT/AT.

Elaborato:  
**Relazione tecnica generale per la  
valutazione previsionale dei campi  
elettromagnetici**

Proponente:  
**AM ENERGY S.r.l.**



**STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA**  
*MEZZINA dott. Ing. Antonio*



Al calcolo della fascia di rispetto segue la verifica dell'assenza di ricettori sensibili all'interno di tale fascia: aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere.

Poiché le linee di trasporto e di distribuzione dell'energia elettrica (elettrodotti), hanno in Europa una frequenza di 50 Hz i campi elettrici e magnetici rientrano nella banda ELF (30 – 300 Hz, bassa frequenza) e quindi regolati dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 per la determinazione delle fasce di rispetto.



## 2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PARCO FOTOVOLTAICO

### 2.1 Descrizione dei vari cluster

L'area su cui verrà realizzato il progetto è sita nella regione **Puglia**, in Provincia di Foggia, nei territori comunali di **APRICENA (FG)** e **SAN SEVERO (FG)**. Le coordinate geografiche baricentriche dei siti occupati dal generatore fotovoltaico sono:

- Generatore cava "Milone-Lombardi"

**Latitudine**  
41° 48' 17"

**Longitudine**  
15° 23' 03"



*Figura 1 - Inquadramento su ortofoto Cava Milone Lombardi.*

Il generatore ha le seguenti caratteristiche:

- N. 23.352 moduli bifacciali da 565 Wp;
- N. 4 Inverter centralizzati da 2000 kVA;
- N.1 Inverter centralizzato da 1500 kVA;
- N.1 Inverter centralizzato da 1000 kVA;



- Generatore cava “Bianchi”

**Latitudine**  
41° 48' 41" N

**Longitudine**  
15° 25' 27"



*Figura 2 - Inquadramento su ortofoto Cava Bianchi*

Il generatore ha le seguenti caratteristiche:

- N. 23.828 moduli bifacciali da 565 Wp;
- N. 1 Inverter centralizzato da 2000 kVA;
- N. 3 Inverter centralizzato da 1500 kVA;
- N. 1 Inverter centralizzato da 300 kVA;

Elaborato:  
Relazione tecnica generale per la  
valutazione previsionale dei campi  
elettromagnetici

Proponente:  
AM ENERGY S.r.l.



STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA  
MEZZINA dott. Ing. Antonio



**plan**   
IT IS GREEN ENERGY

- Generatore cava “Paglierino”

**Latitudine**  
41° 47' 19" N

**Longitudine**  
15° 27' 38" E



*Figura 3 - Inquadramento su ortofoto Cava Paglierino*

Il generatore ha le seguenti caratteristiche:

- N. 26.908 modulo fotovoltaico da 565 Wp;
- N. 4 Inverter centralizzato da 2000 kVA;



- Generatore zona "Segheria"

**Latitudine**  
41° 45' 06" N

**Longitudine**  
15° 25' 25" E



*Figura 4 - Inquadramento su ortofoto Cava Segheria*

Il generatore ha le seguenti caratteristiche:

- N. 140.112 modulo bifacciale da 565 Wp;
- N. 13 Inverter centralizzato da 2000 kVA;
- N. 3 Inverter da 1500 kVA;
- N.1 Inverter da 1000 kVA;

Elaborato:  
Relazione tecnica generale per la  
valutazione previsionale dei campi  
elettromagnetici

Proponente:  
AM ENERGY S.r.l.



STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA  
MEZZINA dott. Ing. Antonio



La centrale fotovoltaica si svilupperà su un'area inclusa nel perimetro delle sole strutture ed interna alla viabilità di servizio di circa **114ha 88a 77ca** a cui corrisponde una densità di potenza pari a:

$$D = P / S = 121,023 / 114,8886 = 1,053 \text{ MWp/ha}$$

L'impianto Fotovoltaico sarà strutturato in 53 sub-campi elettricamente indipendenti, raggruppati in 7 Sottocampi.

I vari subcampi dei sette Sottocampi sono strutturati, mediante elettrodotti interrati in MT, in gruppi (sottocampi) collegati ad anello che fanno capo alle due Cabine di Raccolta presenti rispettivamente nel sottocampo "Milone" (denominata CdR\_M) e sottocampo "Segheria" (denominata CdR\_S2).

Nelle Cabine di Raccolta avvengono i paralleli tra i vari Sottocampi e la somma delle energie prodotte viene conferita in SSE tramite appositi elettrodotti dorsali.

Ciascun sottocampo sarà costituito da cabine di fine serie (MASTER), dalle quali si dipartirà un elettrodotto interno che, per alcuni sottocampi verrà collegato alle sbarre MT della Cabina di Raccolta (CdR), per altri verrà collegato direttamente alle sbarre MT del Sottostazione Elettrica produttore.

Dalle due CdR partiranno elettrodotti interrati MT verso la SSE produttore.

### 3. MODALITA' DI CONNESSIONE ALLA RTN E UBICAZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE

La proponente AM ENERGY S.R.L. ha richiesto e ottenuto da TERNA S.p.A. il preventivo di connessione Codice Pratica n. 202001628, la cui Soluzione Tecnica Minima Generale prevede la connessione "... in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN denominata "San Severo", stabilendo altresì la necessità di condivisione dello Stallo in Stazione con altri esecutori di impianti di produzione.

L'impianto oggetto della presente relazione condividerà lo stallo produttore con altri impianti mediante la realizzazione di una Sottostazione Elettrica Produttore. In particolare, l'impianto in oggetto e gli altri produttori, costituiranno una connessione del tipo in condominio (o a grappolo) in alta tensione e condivideranno lo stallo cavo di alta tensione ed il cavo interrato AT di collegamento alla SE-RTN. Il condominio così costituito sarà connesso ad un unico stallo produttore in SE-RTN TERNA di San Severo, che costituirà l'impianto di rete per la connessione.

Per la protezione e manutenzione del cavidotto in AT di collegamento, dalla SSE produttori alla SE-RTN, verrà installata, a ridosso di quest'ultima, uno Stallo di Sezionamento (SdS).



Il layout della Sottostazione e dell'area condominiale tra i produttori è stato definito secondo la rappresentazione planimetrica in appresso riportata:

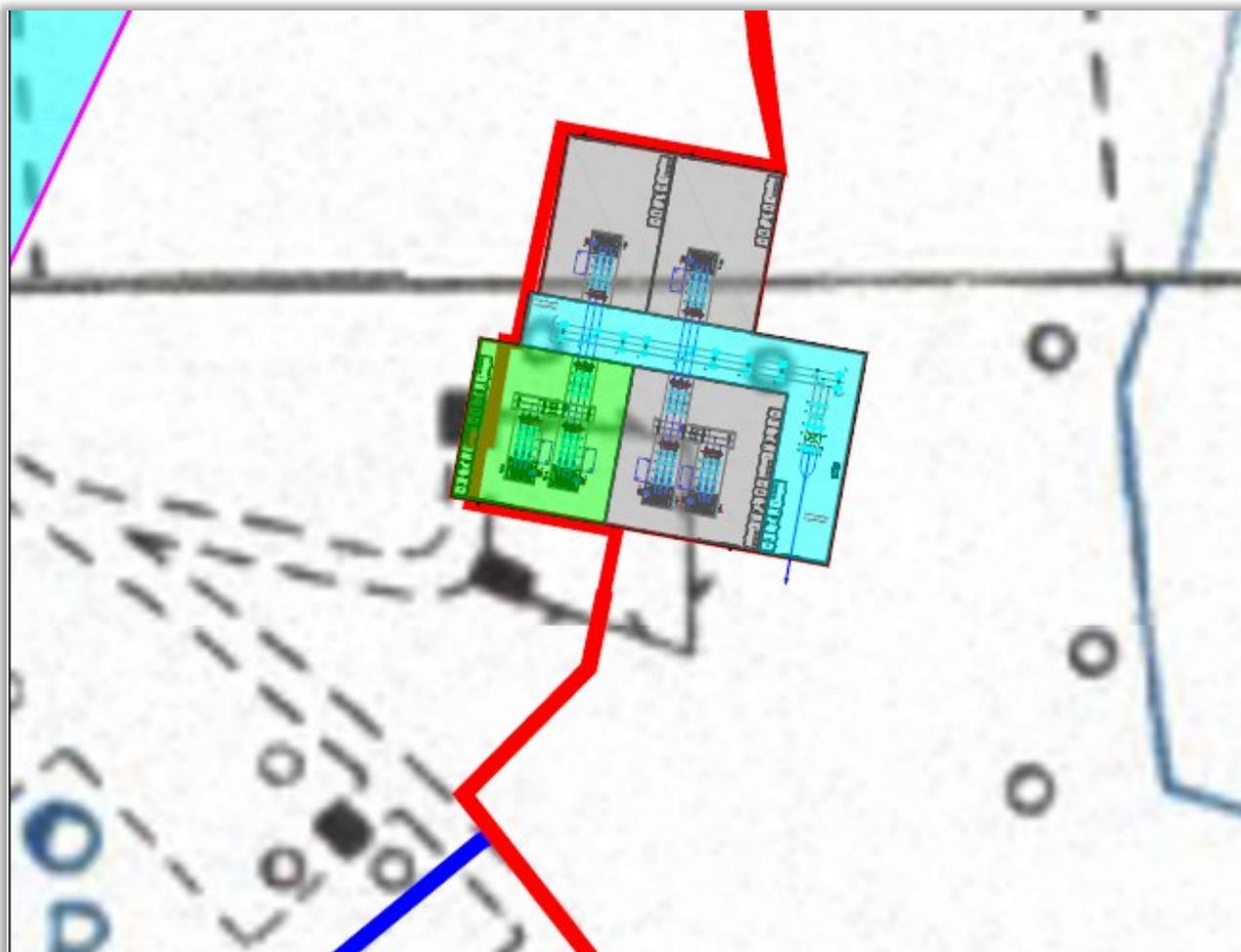


Figura 5 - Inquadramento su IGM opere di Rete: in verde, lo stallo di collegamento dell'impianto "Apricena Industriale"; in grigio, gli stalli degli altri produttori; in ciano, lo stallo cavo condiviso in AT; in rosso, i collegamenti tra i vari sub-campi, le CdR e la SSE; in blu, l'elettrodotto AT 150 kV.



#### 4. STRUTTURA E COMPOSIZIONE DELLO STALLO DI SEZIONAMENTO

Di seguito si riporta le componentistiche e la caratterizzazione della Stallo di Sezionamento che verrà installata a ridosso della SE-RTN:

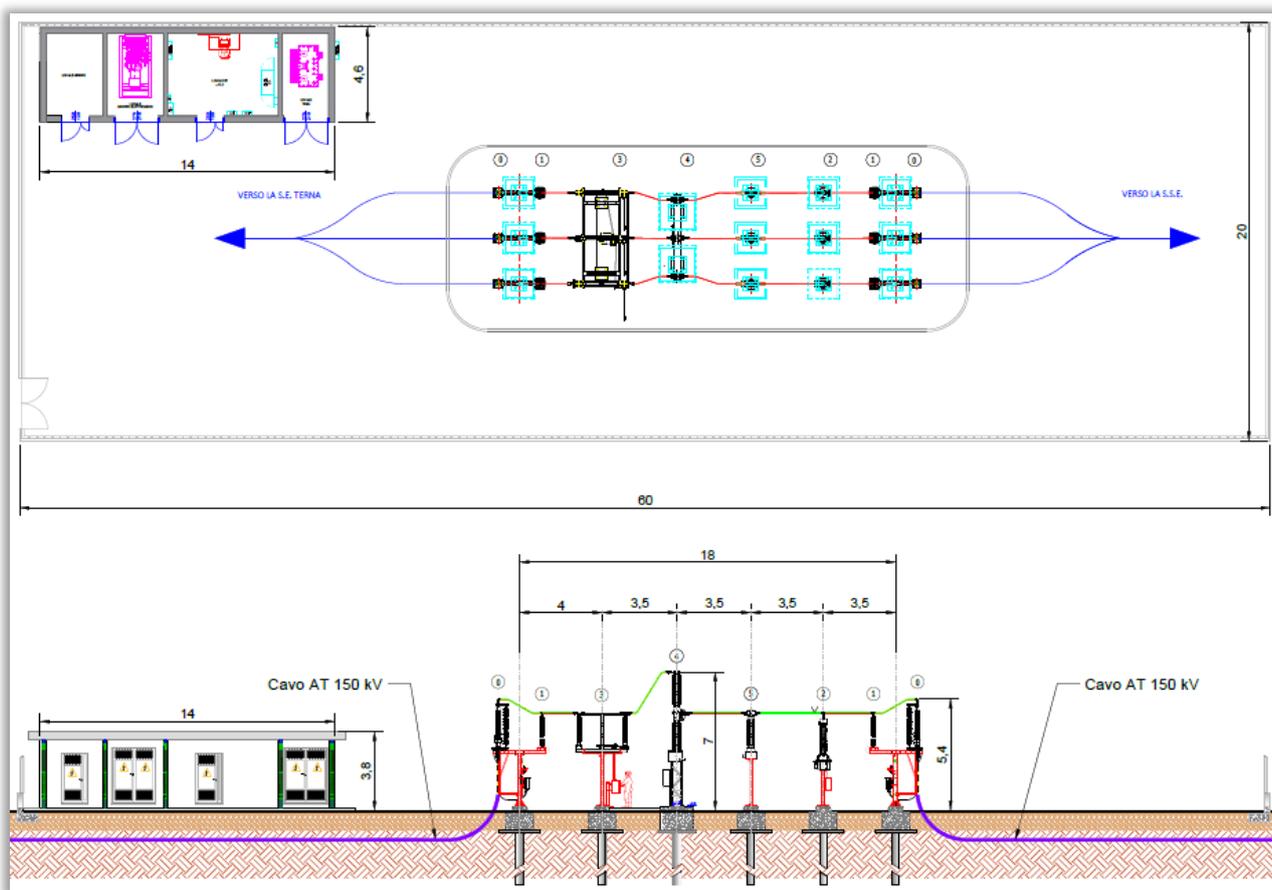


Figura 6 - Stallo di Sezionamento; 0: Terminale cavo; 1: Scaricatore di sovratensione AT; 2: Trasformatore di tensione TV; 3: Sezionatore 170 kV con lame di terra; 5: Trasformatore di corrente TA;

La presente relazione di valutazione delle emissioni di campo elettrico e magnetico, si riferisce unicamente alle opere elettriche di utenza.



## 5. STRUTTURA ESHEMA DELLE LINEE ELETTRICHE MT

Come si evince dagli elaborati grafici di progetto, le linee elettriche MT interne al parco fotovoltaico seguiranno in massima parte il tracciato delle strade di accesso, sia esistenti che di nuova realizzazione, o, laddove necessario, seguiranno le corsie libere tra le file di strutture. In alcuni casi, al fine di evitare alcune aree vincolate, sia di pertinenza che buffer, gli elettrodotti seguono un percorso indipendente fuori da strade e piste esistenti o di nuova realizzazione.

Inoltre laddove necessario la posa dei cavi sarà eseguita con la tecnica non invasiva TOC al fine di evitare scavi a trincea che andrebbero a modificare la morfologia superficiale nonché la consistenza del terreno con conseguente impatto sui vincoli e le prescrizioni ambientali e idrauliche del territorio.

### 5.1 Caratteristiche delle linee elettriche MT

Come sopra accennato il collegamento tra il parco fotovoltaico e la sottostazione produttore avverrà attraverso elettrodotti interrati costituiti da plurime terne di cavi MT che trasportano l'intera potenza complessiva dell'impianto.

I cavi MT utilizzati saranno della tipologia ARE4H5E 18/30kV in accordo alla norma IEC 60502/CEI 20-13: conduttore unipolare, in corda rigida compatta a fili di alluminio, in accordo alla norma CEI 20-29, classe 2, con strato semiconduttore in mescola estrusa termoindurente, isolante XLPE, semiconduttore estruso saldato, nastro semiconduttivo antiumidità, schermo a nastro di alluminio laminato, guaina esterna in MDPE, colore rosso.



Figura 7 - Particolare degli strati costitutivi di un cavo MT ARE4H5E.

Elaborato:  
Relazione tecnica generale per la  
valutazione previsionale dei campi  
elettromagnetici

Proponente:  
AM ENERGY S.r.l.



STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA  
MEZZINA dott. Ing. Antonio



Per la distribuzione in media tensione sono impiegate le seguenti formazioni di cavo per i sottocampi:

**Sottocampo B** - il Sottocampo B raggrupperà sei cabine di tipo Slave ed una cabina di tipo Master nella quale avverrà la fine serie e la richiusura anello. Verrà pertanto realizzato un'entra-esce da ciascuna cabina per consentire la configurazione serie con richiusura ad anello in cabina Master.

**Sottocampo M** - il Sottocampo M raggrupperà sette cabine, di cui sei di tipo SLAVE ed una di tipo Master, nella quale avverrà la fine serie e la richiusura anello. Verrà pertanto realizzato un'entra-esce da ciascuna cabina per consentire la configurazione serie con richiusura ad anello in cabina Master.

Nel sottocampo sarà presente anche la Cabina di Raccolta (CdR\_M) dalla quale partirà uno degli elettrodotti dorsale che si andrà a collegare alla SSE. Essa raccoglie gli elettrodotti che arrivano dai sottocampi B ed M.

**Sottocampo P** - il Sottocampo P raggrupperà sei cabine, di cui cinque di tipo SLAVE ed una di tipo Master, nella quale avverrà la fine serie e la richiusura anello. Verrà pertanto realizzato un'entra-esce da ciascuna cabina per consentire la configurazione serie con richiusura ad anello in cabina Master.

**Sottocampo S1** - il Sottocampo S1 raggrupperà quattro cabine, di cui tre di tipo SLAVE ed una di tipo Master, nella quale avverrà la fine serie e la richiusura anello. Verrà pertanto realizzato un'entra-esce da ciascuna cabina per consentire la configurazione serie con richiusura ad anello in cabina Master.

**Sottocampo S2** - il Sottocampo S2 raggrupperà nove cabine, di cui otto di tipo SLAVE ed una di tipo Master, nella quale avverrà la fine serie e la richiusura anello. Verrà pertanto realizzato un'entra-esce da ciascuna cabina per consentire la configurazione serie con richiusura ad anello in cabina Master. Nel sottocampo sarà presente anche la seconda Cabina di Raccolta (CdR\_S2) dalla quale partirà il secondo degli elettrodotti dorsali che si andrà a collegare alla SSE. Essa raccoglie gli elettrodotti in MT che arrivano dai sottocampi S1, S2, S3 ed S4.

**Sottocampo S3** - il Sottocampo S3 raggrupperà dieci cabine, di cui nove di tipo SLAVE ed una di tipo Master, nella quale avverrà la fine serie e la richiusura anello. Verrà pertanto realizzato un'entra-esce da ciascuna cabina per consentire la configurazione serie con richiusura ad anello in cabina Master.

**Sottocampo S4** - il Sottocampo S3 raggrupperà undici cabine, di cui dieci di tipo SLAVE ed una di tipo Master, nella quale avverrà la fine serie e la richiusura anello. Verrà pertanto realizzato un'entra-esce da ciascuna cabina per consentire la configurazione serie con richiusura ad anello in cabina Master.





I dimensionamenti delle linee interne sono stati effettuati conservativamente tenendo conto della potenza nominale di picco di ciascun subcampo, in modo che anche in caso di guasto di uno o più dei subcampi, l'impianto potrà lavorare inseguendo continuamente la massima potenza di immissione. Tale dimensionamento garantirà, inoltre, che in futuro la società possa eventualmente chiedere l'incremento della potenza di immissione fino alla massima potenza dell'impianto.

## 6. QUADRO NORMATIVO

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici fa riferimento alla legge n°36 del 22 Febbraio 2001 "*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*", completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003.

Nel DPCM 8 Luglio 2003, pubblicato su G.U. n. 200 del 29/08/2003, "*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:

- i. *"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  $\mu$ T** per l'induzione magnetica e **5kV/m** per il campo elettrico intesi come valori efficaci"* [art. 3, comma 1];
- ii. *"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  $\mu$ T**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio."* [art. 3, comma 2];
- iii. *"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  $\mu\text{T}$  per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". [art. 4].*

Le disposizioni del DPCM sono sintetizzate nella tabella che segue.

Limiti previsti	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO E (kV/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO B ( $\mu\text{T}$ )
Limite di esposizione	5	100
Valore si attenzione (24 ore di esposizione)	-	10
Obbiettivo di qualità (progettazione nuovi elettrodotti)	-	3

Tabella 1 - Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003.

Con il Decreto del 29 maggio 2008 (G.U. n. 153 del 2 Luglio 2008 e Supplemento Ordinario n. 160 alla G.U. 5 Luglio n. 156) "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica", si stabilivano le metodologie di misura dell'induzione magnetica secondo la norma CEI 211-6 del 2001-01 e s.m.i., in particolare prevedendo che "Nel caso di campo magnetico uniforme nello spazio, tipicamente quello generato da linee elettriche aeree, per una accurata caratterizzazione possono essere sufficienti rilievi ad un'altezza compresa tra 100 e 150cm dal piano di calpestio; nel caso di campo fortemente non omogeneo, tipicamente quello generato dalle cabine elettriche, dovrà essere eseguita una serie di rilievi anche a quote differenti".

Per quanto riguarda le metodologie di progettazione delle linee elettriche si fa riferimento alla Norma CEI 11-17; V1 Fascicolo 11559 - Anno 2011 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".

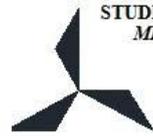
Poiché la relazione si riferisce unicamente all'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici e pertanto non prende in considerazione l'esposizione dei lavoratori, conseguentemente non sono valutati i rischi di cui al DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 (Gazzetta Ufficiale n. 101, 30 aprile 2008, S.O. n. 108/L) "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

Infine, in questa sede, si richiamano le principali Norme CEI:

- CEI 211-7 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana";

Elaborato:  
Relazione tecnica generale per la  
valutazione previsionale dei campi  
elettromagnetici

Proponente:  
AM ENERGY S.r.l.



STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA  
MEZZINA dott. Ing. Antonio



- 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 1: Linee elettriche aeree e in cavo;
- CEI 106-12 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/bT”.

In particolare, per quanto riguarda il calcolo dell’induzione magnetica e la determinazione delle fasce si è tenuto conto delle indicazioni tecniche previste nel decreto del 29 maggio 2008 e nelle Norme CEI 106-11 e CEI 106-12 nelle quali viene ripreso il modello di calcolo normalizzato della Norma CEI 211-4 e vengono proposte, in aggiunta, delle formule analitiche approssimate che permettono il calcolo immediato dell’induzione magnetica ad una data di stanza dal centro geometrico della linea elettrica.



## 7. GENERALITA' SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Ogni apparecchiatura che produce o che viene attraversata da una corrente elettrica (dinamo, cavi elettrici, elettrodomestici, etc.) è caratterizzata da un *campo elettromagnetico*. Il campo elettromagnetico presente in un dato punto dello spazio è definito da due vettori: il *campo elettrico* e l'*induzione magnetica*. Il primo, misurato in V/m, dipende dall'intensità della corrente e dal voltaggio del sistema, mentre l'induzione magnetica – che si misura in  $\mu\text{T}$  - dipende dalla permeabilità magnetica del mezzo. Il rapporto tra l'induzione magnetica e la permeabilità del mezzo individua il *campo magnetico*.

Le grandezze caratterizzanti il campo elettrico ed il campo magnetico sono in generale intercorrelate, fatta eccezione per i campi a frequenze molto basse, per le quali il campo elettrico ed il campo magnetico possono essere considerati indipendenti.

In generale le correlazioni tra campo elettrico e campo magnetico sono assai complesse, dipendono dalle caratteristiche della sorgente, dal mezzo di propagazione, dalla presenza di ostacoli nella propagazione, dalle caratteristiche del suolo e dalle frequenze in gioco.

La diffusione del campo elettromagnetico nello spazio avviene nello stesso modo in tutte le direzioni; la diffusione può essere comunque alterata dalla presenza di ostacoli che, a seconda della loro natura, inducono sul campo elettromagnetico riflessioni, rifrazioni, diffusi, assorbimento, ecc. La diffusione del campo elettromagnetico può essere alterata anche dalla presenza di un altro campo elettromagnetico.

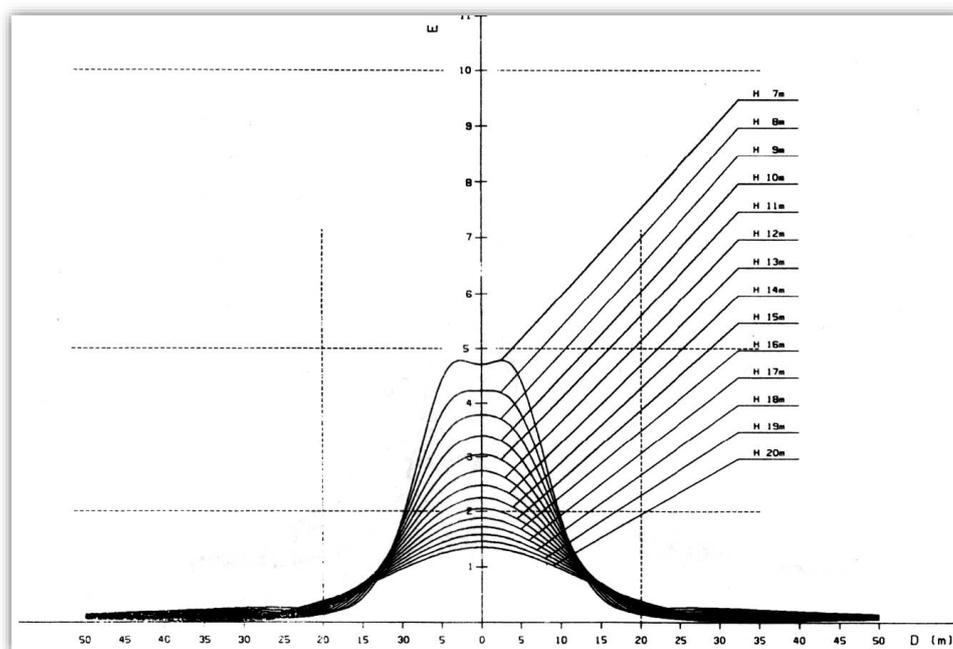


Figura 8 - Andamento tipico del campo di induzione magnetica.

Elaborato:  
Relazione tecnica generale per la  
valutazione previsionale dei campi  
elettromagnetici

Proponente:  
AM ENERGY S.r.l.



STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA  
MEZZINA dott. Ing. Antonio



Nel presente documento si esaminano le apparecchiature e le infrastrutture necessarie alla realizzazione del progetto proposto, con particolare riguardo alla generazione di campi elettromagnetici a bassa frequenza.

Tutte le componenti del progetto operano, infatti, alla frequenza di 50 Hz, coincidente con la frequenza di esercizio della rete di distribuzione elettrica nazionale.

## 7.1 Campo Elettrico

Tutti i cavi interrati sono schermati nei riguardi del campo elettrico, che pertanto risulta pressoché nullo in ogni punto circostante all'impianto.

## 7.2 Campo Magnetico

Le grandezze che determinano l'intensità del campo magnetico circostante un elettrodotto sono principalmente:

- Distanza dalle sorgenti (conduttori);
- Intensità delle sorgenti (correnti di linea);
- Disposizione e distanza tra sorgenti (distanza mutua tra i conduttori di fase);
- Presenza di sorgenti compensatrici;
- Suddivisione delle sorgenti (terne multiple);

I metodi di controllo del campo magnetico si basano principalmente sulla riduzione della distanza tra le fasi, sull'installazione di circuiti addizionali (spire) nei quali circolano correnti di schermo, sull'utilizzazione di circuiti in doppia terna a fasi incrociate e sull'utilizzazione di linee in cavo.

I valori di campo magnetico, risultano notevolmente abbattuti mediante interrimento degli elettrodotti. Questi saranno posti a circa 1,35 m di profondità e generano, a parità di corrente trasportata, un campo magnetico al livello del suolo più intenso degli elettrodotti aerei (circa il doppio), però l'intensità del campo magnetico si riduce molto più rapidamente con la distanza. Tra gli svantaggi sono da considerare i problemi di perdita dell'energia legati alla potenza reattiva vista anche la lunghezza del cavo MT di collegamento tra il parco fotovoltaico e la Sottostazione Produttore. Confrontando il campo magnetico generato da linee aeree con quello generato da cavi interrati, si rileva che per i cavi interrati l'intensità massima del campo magnetico è più elevata, ma presenta un'attenuazione più pronunciata.

### 7.3 Metodologia di calcolo dei campi magnetici

Per il calcolo del campo di induzione magnetica deve applicarsi la prima formula di Laplace, riferentesi ad un circuito generico filiforme percorso da una corrente  $i$  (Fig.9):

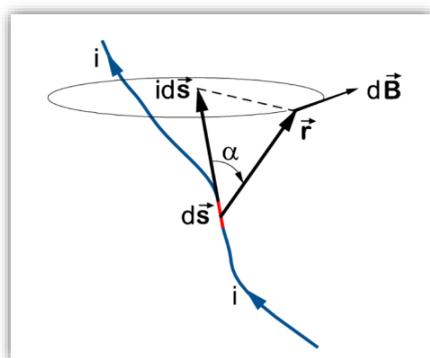


Figura 9 - Schema per il calcolo del campo magnetico

$$(1) \quad d\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1}{r^3} i \, d\mathbf{s} \times \mathbf{r}$$

Laddove:

- $i$  è il modulo della corrente che circola nel conduttore;
- $d\mathbf{s}$  è il vettore infinitesimo tangente al conduttore;
- $\mathbf{r}$  è il vettore posizione del punto in cui si vuole determinare il campo;

Applicando il principio di sovrapposizione degli effetti, valido anche per i fenomeni magnetici, si ottiene il valore del vettore  $\mathbf{B}$  integrando lungo l'intero circuito percorso dalla corrente  $i$ :

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{1}{r^3} i \oint_C d\mathbf{s} \times \mathbf{r}$$

Nel caso particolare di filo rettilineo indefinito percorso da una corrente stazionaria  $i$  vale la Legge di Biot e Savart, che è un caso particolare della (1), sebbene dal punto di vista storico sia stato ricavato sperimentalmente prima della formulazione di Laplace:

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\mathbf{s} \times \mathbf{r}}{r^2} i$$

Per il calcolo operativo ci si è avvalsi di un programma di calcolo della NOFIELD s.r.l., il MAGIC (*MagneticInductionCalculation*) Ver. 1.02.

La necessità della valutazione della DPA (Distanza di prima approssimazione) secondo quanto richiesto dal decreto 29/05/2008, in cui è stata approvata la metodologia di calcolo per la procedura di misura e valutazione dell'induzione magnetica generata da elettrodotti nel rispetto dei principi della Legge Quadro 36/01 e del D.P.C.M. 8 Luglio 2003, richiede spesso di tener conto della complessità delle sorgenti di campo magnetico in esame, della loro tridimensionalità e dell'effetto prodotto dalla combinazione delle stesse.

Elaborato:  
Relazione tecnica generale per la  
valutazione previsionale dei campi  
elettromagnetici

Proponente:  
AM ENERGY S.r.l.



STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA  
MEZZINA dott. Ing. Antonio



MAGIC è un software per la valutazione dei livelli di induzione magnetica generati dalle più ricorrenti sorgenti di campo magnetico ai fini della valutazione di impatto ambientale e della determinazione delle fasce di rispetto.

## 8. CONFIGURAZIONI IMPIANTISTICHE DA ANALIZZARE

In relazione a quanto analizzato e descritto al paragrafo precedente si è proceduto ad individuare le sezioni maggiormente critiche, ovvero quelle in cui le correnti complessive di esercizio possono ritenersi massime, per compiersi un'analisi previsionale del campo magnetico indotto.

L'analisi è stata compiuta sugli elettrodotti interrati che costituiscono la linea interna al Parco e la linea dorsale, che per la loro posizione lungo strade esistenti e al di sotto di terreni agricoli potenzialmente frequentati dalla popolazione costituiscono fattore di potenziale rischio.

**L'indagine del campo magnetico generato all'interno e nelle immediate vicinanze delle cabine di trasformazione bT/MT e della SSE esula dagli scopi della presente relazione, trattandosi di siti interclusi alla libera circolazione e nei quali il tempo di permanenza degli addetti ai lavori è tale da non costituire significativo rischio per la salute, ma se ne riporta tuttavia uno studio in condizioni di corrente limite sopportabile dagli impianti.**

All'interno del Parco e lungo la dorsale sono individuabili complessivamente 4 tipologie di posa per gli elettrodotti: da una a sei terne, secondo il tratto.



## 8.1 Tipologie di posa

Di seguito si riportano alcune tipologie delle sezioni di scavo del progetto che riguardano sia i cavi interni che esterni al parco fotovoltaico:

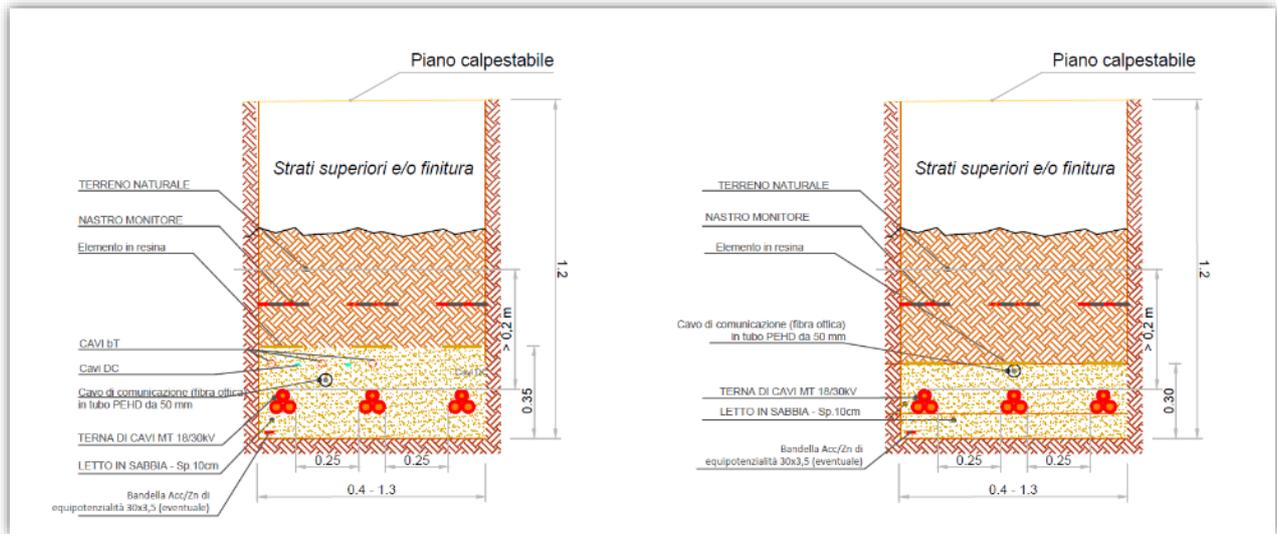


Figura 10 - Particolare: tipico scavo MT; a sinistra, con presenza di cavi bT.



## 9. MODALITA' DI INDAGINE DEL CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA PREVISIONALE

L'esplorazione previsionale del campo magnetico generato dalle configurazioni impiantistiche tipo è stata effettuata lungo una linea di esplorazione rettilinea, della lunghezza di 10m, trasversale rispetto alle terne e situata ad una quota di 1,5m al di sopra del piano di campagna, secondo quanto rappresentato in Fig.11:

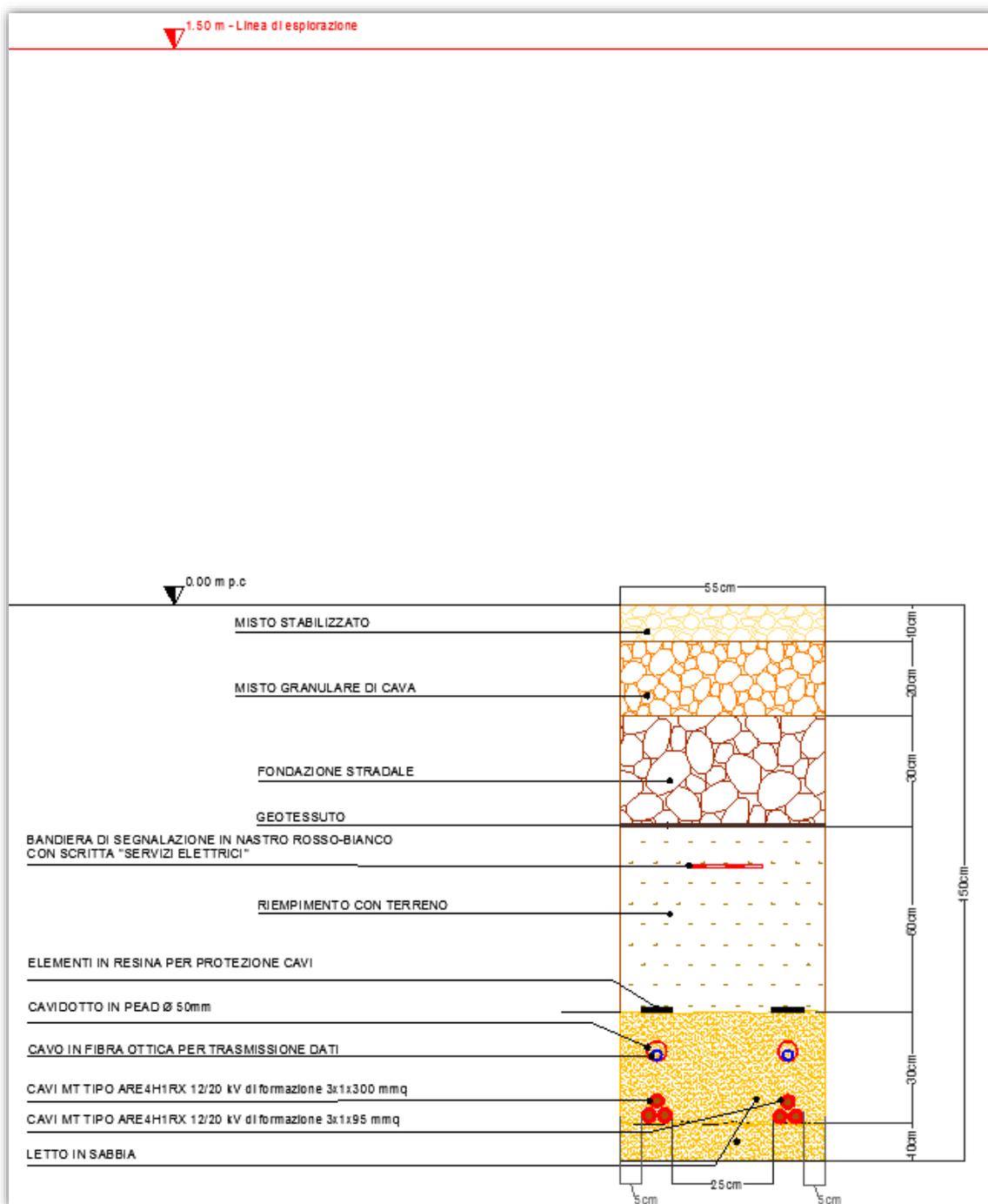


Figura 11 - Rappresentazione della Linea di Esplorazione del campo magnetico rispetto ad un elettrodotto interrato tipo.



## 9.1 Casi di analisi previsionale MT

Di seguito si riporta una tabella con la costituzione dei tratti di linee MT, la loro lunghezza e le rispettive correnti di linea, riferite ad una tensione nominale pari a 30kV:

SOTTOCAMPO	Subcampo	CARATTERISTICHE LINEE							CARATTERISTICHE SUBCAMPI
		Tipo TRATTA	Denominazione TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA	LUNGHEZZA ELETTRICA	SEZIONE	NUMERO MAX CIRCUITI RAGGRUPPATI	NUMERO TERNE	CORRENTE Linea (max)
				[m]	[m]				[mm <sup>2</sup> ]
								[A]	
B		richiusura anello	B 1-B 7	948	958	300	3	1	273,05
	B_1	serie	B 1-B 2	99	109	240	3	1	223,00
	B_2	serie	B 2-B 3	106	116	150	3	1	172,62
	B_3	serie	B 3-B 5	477	487	150	3	1	151,45
	B_5	serie	B 5-B 4	88	98	150	3	1	189,31
	B_4	serie	B 4-B 6	391	401	240	3	1	227,81
	B_6	serie	B 6-B 7	103	113	240	3	1	265,67
	B_7	fine serie	B 7-CdR M	2164	2174	300	3	1	273,05
M		richiusura anello	M 1-M 6	964	974	240	3	1	267,60
	M_1	serie	M 1-M 2	562	572	240	3	1	232,94
	M_2	serie	M 2-M 3	738	748	150	3	1	180,64
	M_3	serie	M 3-M 4	110	120	150	3	1	138,93
	M_4	serie	M 4-M 5	177	187	150	3	1	191,23
	M_5	serie	M 5-M 6	308	318	240	3	1	242,57
	M_6	fine serie	M 6-CdR M	100	110	240	3	1	267,60
P		richiusura anello	P 1-P 6	997	1007	400	3	1	308,35
	P_1	serie	P 1-P 2	144	154	240	3	1	262,46
	P_2	serie	P 2-P 3	234	244	185	3	1	207,28
	P_3	serie	P 3-P 4	275	285	150	3	1	155,30
	P_4	serie	P 4-P 5	215	225	150	3	1	204,07
	P_5	serie	P 5-P 6	133	143	240	3	1	255,73
	P_6	fine serie	P 6-SSE	5415	5425	400	3	1	308,35
S_1		richiusura anello	S 1.1-S 1.4	471	481	240	3	1	163,00
	S_1.1	serie	S 1.1-S 1.3	10	20	240	3	1	111,66
	S_1.3	serie	S 1.3-S 1.2	79	89	240	3	1	88,88
	S_1.2	serie	S 1.2-S 1.4	381	391	240	3	1	126,74
	S_1.4	fine serie	S 1.4-CdR S2	1119	1129	240	3	1	163,00
S_2		richiusura anello	S 2.1-S 2.6	946	956	630	3	1	433,48
	S_2.1	serie	S 2.1-S 2.2	266	276	630	3	1	408,45
	S_2.2	serie	S 2.2-S 2.3	190	200	500	3	1	356,80
	S_2.3	serie	S 2.3-S 2.4	140	150	400	3	1	305,14
	S_2.4	serie	S 2.4-S 2.5	124	134	240	3	1	253,48
	S_2.5	serie	S 2.5-S 2.9	793	803	240	3	1	232,30
	S_2.9	serie	S 2.9-S 2.8	458	468	300	3	1	279,79
	S_2.8	serie	S 2.8-S 2.7	441	451	400	3	1	331,45
	S_2.7	serie	S 2.7-S 2.6	210	220	500	3	1	381,50
	S_2.6	fine serie	S2.6-CdR S2	15	25	630	3	1	433,48
S_3		richiusura anello	S3.10-S3.2	1160	1170	400	3	2	236,31
	S_3.10	serie	S3.10-S3.9	134	144	630	3	1	423,21
	S_3.9	serie	S3.9-S3.8	842	852	500	3	1	372,52
	S_3.8	serie	S3.8-S3.7	100	110	400	3	1	320,86
	S_3.7	serie	S3.7-S3.6	198	208	300	3	1	270,81
	S_3.6	serie	S3.6-S3.1	692	702	300	3	1	253,16
	S_3.1	serie	S3.1-S3.5	306	316	300	3	1	279,15
	S_3.5	serie	S3.5-S3.4	103	113	400	3	1	331,45
	S_3.4	serie	S3.4-S3.3	119	129	500	3	1	383,11
	S_3.3	serie	S3.3-S3.2	248	258	630	3	1	434,44
	S_3.2	fine serie	S3.2-CdR S2	413	423	400	3	2	236,31
S_4		richiusura anello	S4.11-S4.1	1242	1252	400	3	2	268,24
	S4.11	serie	S4.11-S4.10	120	130	400	3	2	243,37
	S4.10	serie	S4.10-S4.9	127	137	630	3	1	434,77
	S4.9	serie	S4.9-S4.8	78	88	500	3	1	382,79
	S4.8	serie	S4.8-S4.7	769	779	400	3	1	331,13
	S4.7	serie	S4.7-S4.6	98	108	400	3	1	306,10
	S4.6	serie	S4.6-S4.5	78	88	300	3	1	282,68
	S4.5	serie	S4.5-S4.4	498	508	400	3	1	334,66
	S4.4	serie	S4.4-S4.3	131	141	500	3	1	386,32
	S4.3	serie	S4.3-S4.2	408	418	400	3	2	219,15
	S4.2	serie	S4.2-S4.1	139	149	400	3	2	243,85
	S4.1	fine serie	S4.1-CdR S2	1504	1514	400	3	2	268,24

Tabella 2 - Costituzione linee MT cluster generatore fotovoltaico.



I casi di seguito studiati, sono riferiti a quei tratti in cui i campi elettromagnetici risulterebbero essere massimali in condizioni di esercizio e pertanto sono stati individuati:

- **Caso 1:** trincea ospitante quattro terne di cavi MT
- **Caso 2:** trincea ospitante due terne di cavi MT
- **Caso 3:** apparecchiature AT
- **Caso 4:** linee elettriche in c.a. AT

### 9.1.1 Caso 1: Trincea ospitante quattro terne di cavi MT

Di seguito è riportato lo studio per una configurazione test con quattro terne a trifoglio posate ad 1,25m al disotto del piano campagna, e caricate tutte da una corrente massima di circa 295 A:

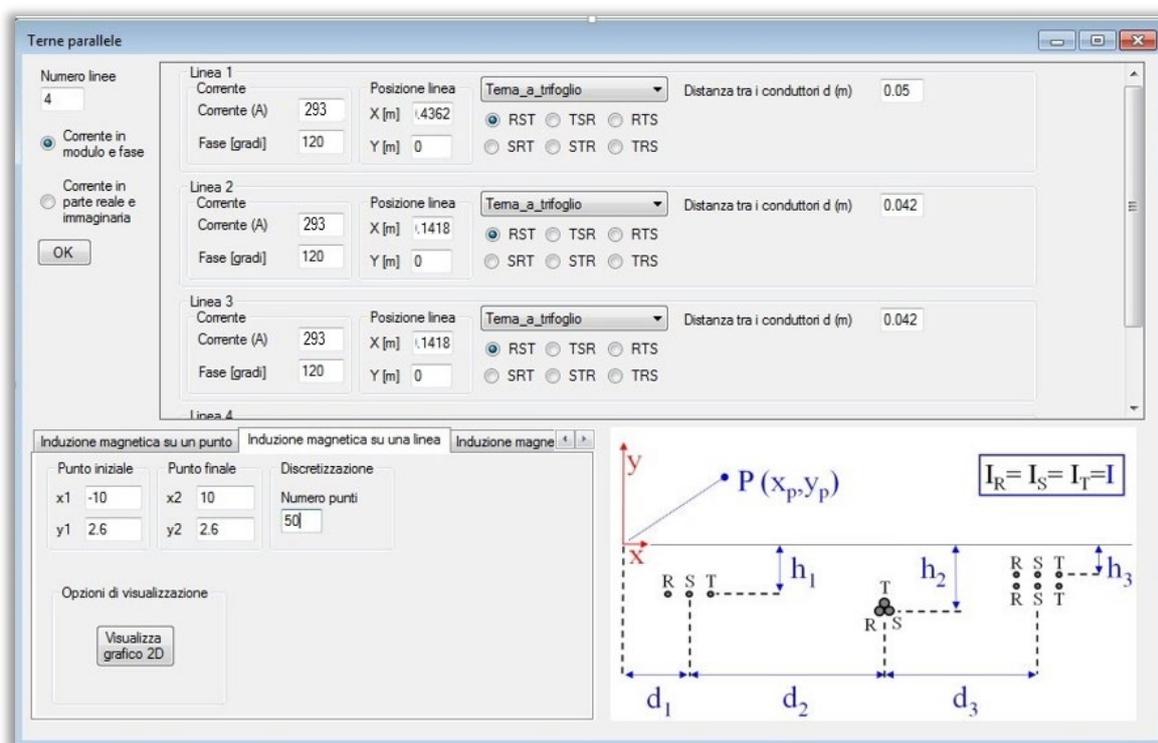


Figura 12 - Parametri inseriti nel Software per il calcolo dell'induzione magnetica rispetto ad una linea di esplorazione

Elaborato:  
Relazione tecnica generale per la  
valutazione previsionale dei campi  
elettromagnetici

Proponente:  
AM ENERGY S.r.l.



STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA  
MEZZINA dott. Ing. Antonio



plan   
IT IS GREEN ENERGY

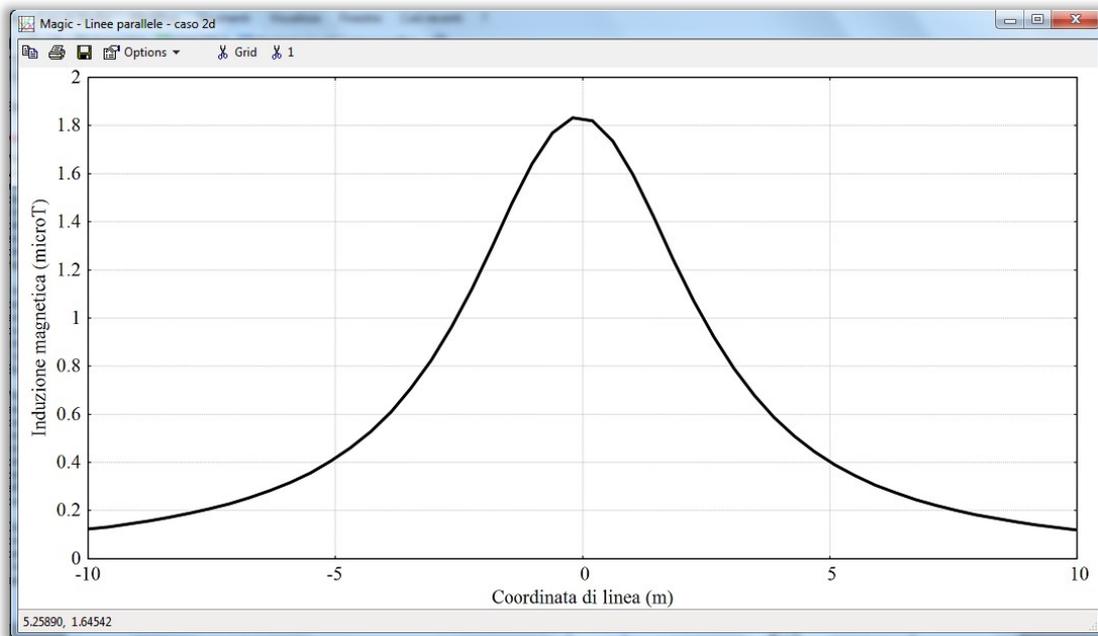


Figura 13 - Rappresentazione bidimensionale dei risultati il cui riferimento di calcolo dell'induzione magnetica è a quota pari alla linea di esplorazione (Fig. 12)



### 9.1.2 Caso 2: Trincea ospitante due terne di cavi MT

Di seguito è riportato lo studio per una configurazione con due terne a trifoglio posate ad 1,25m al disotto del piano campagna, e caricate entrambe da una corrente massima di 470A, superiore a quella del caso di progetto:

The screenshot shows a software interface for calculating magnetic induction. It includes input fields for two lines (Linea 1 and Linea 2) with current (470A) and phase (120 degrees). It also shows a diagram of the cable configuration with conductors R, S, T and distances  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ ,  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$ . A point  $P(x_p, y_p)$  is marked. The current is set to  $I_R = I_S = I_T = I$ .

Figura 14 - Parametri inseriti nel Software per il calcolo dell'induzione magnetica rispetto ad una linea.

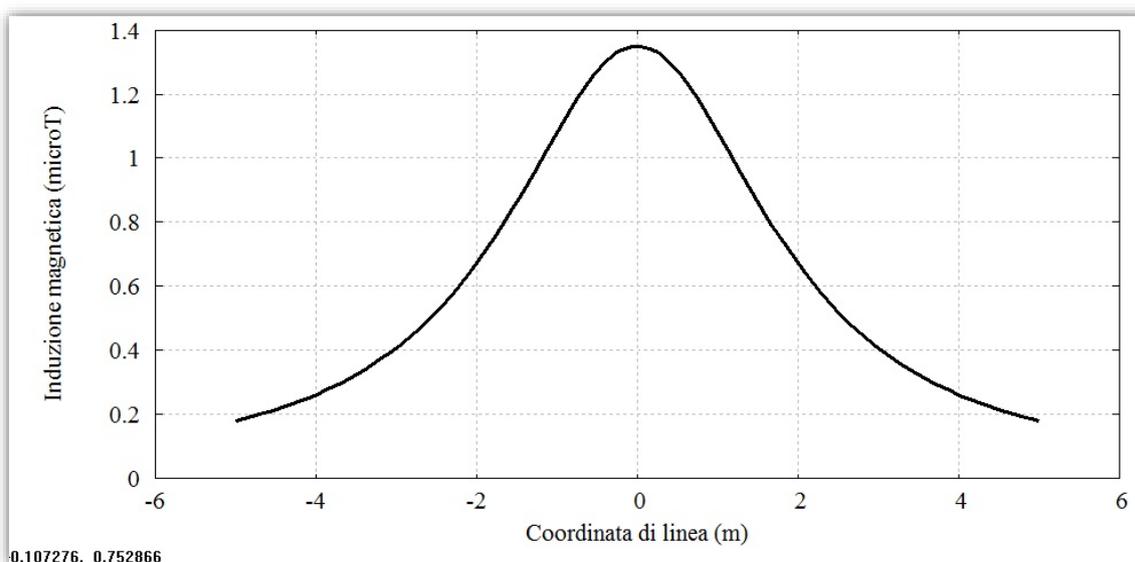


Figura 15 - Rappresentazione bidimensionale dei risultati il cui riferimento di calcolo dell'induzione magnetica è a quota pari alla linea di esplorazione (Fig. 14)



### 9.1.3 Caso 3: linee aeree in alta tensione

Le apparecchiature previste e le geometrie dell'impianto di AT sono analoghe a quelle di altri impianti già in esercizio, dove sono state effettuate verifiche sperimentali dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare attenzione alle zone di transito del personale (strade interne e fabbricati).

I valori di campo elettrico al suolo risultano massimi in corrispondenza delle apparecchiature AT a 150 kV con valori attorno a qualche kV/m, ma si riducono a meno di 1 kV/m a ca. già a 10 m di distanza da queste ultime.

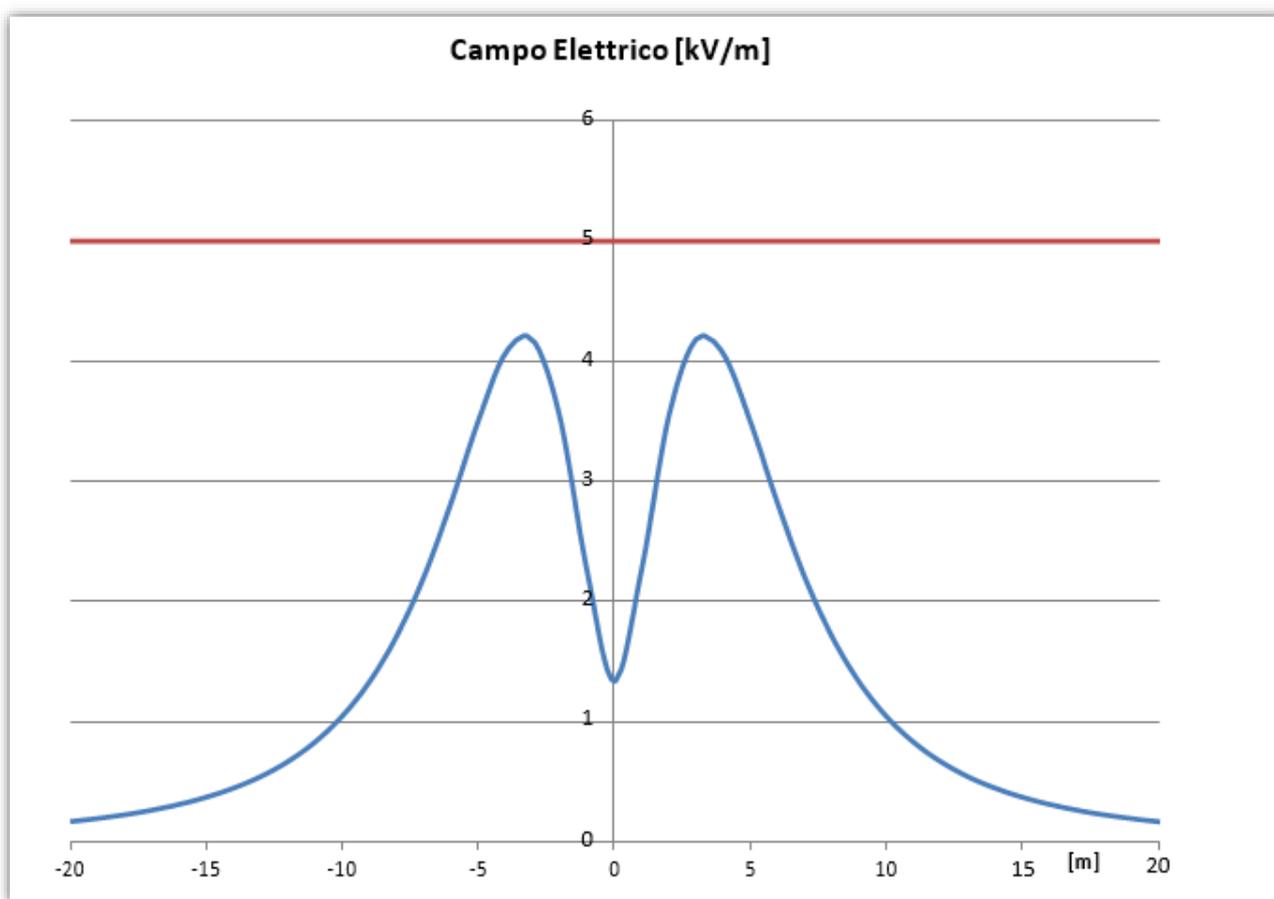


Figura 16 - Campo elettrico al suolo generato dal sistema di sbarre a 150 kV.

I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle vie cavi, ma variano in funzione delle correnti in gioco: con correnti sulle linee pari al valore di portata massima in esercizio normale delle linee si hanno valori pari a qualche decina di microtesla, che si riducono a meno di 3  $\mu$ T a 4 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea.



I valori in corrispondenza della recinzione della stazione sono notevolmente ridotti ed ampiamente sotto i limiti di legge.

A titolo orientativo nel seguito si riporta il profilo di campo magnetico dovuto ad un sistema trifase con caratteristiche e disposizione dei conduttori analoghe a quelle dei condotti sbarre presenti in stazione, considerando una corrente massima di 2000 A pari alla corrente massima sopportabile dalle sbarre stesse. Nella seguente figura è riportata la geometria di un sistema trifase con disposizione dei conduttori assimilabile a quella delle sbarre della stazione d'utenza.

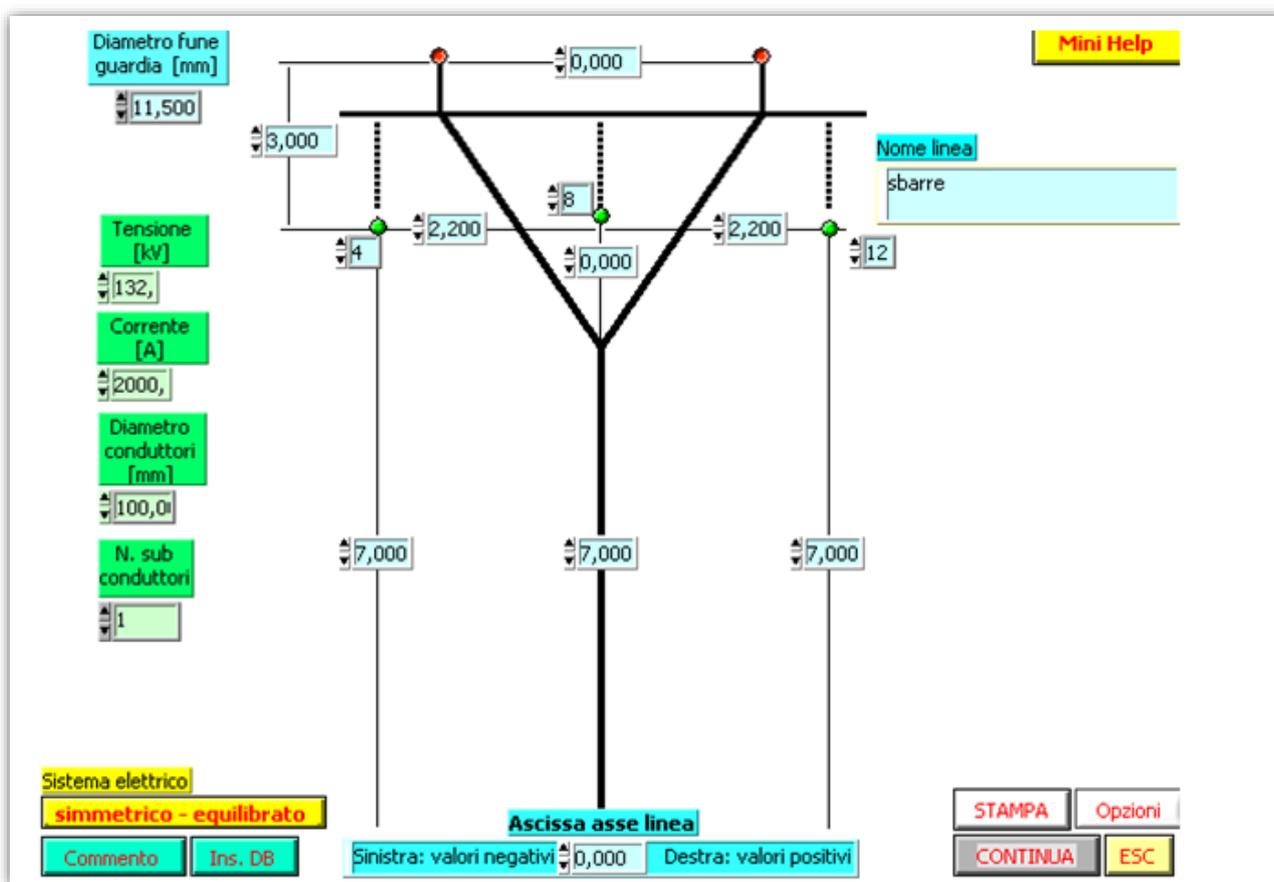


Figura 17 - Linea AT con disposizione conduttori in piano assimilabile ad un sistema semplice sbarra a 132/150 kV.

Con conduttori percorsi da una terna trifase equilibrata di correnti di 2000 A (corrente max sopportabile dalle sbarre), estremamente cautelativa rispetto alla max corrente reale, si ha un andamento di campo magnetico come riportato nella figura seguente:

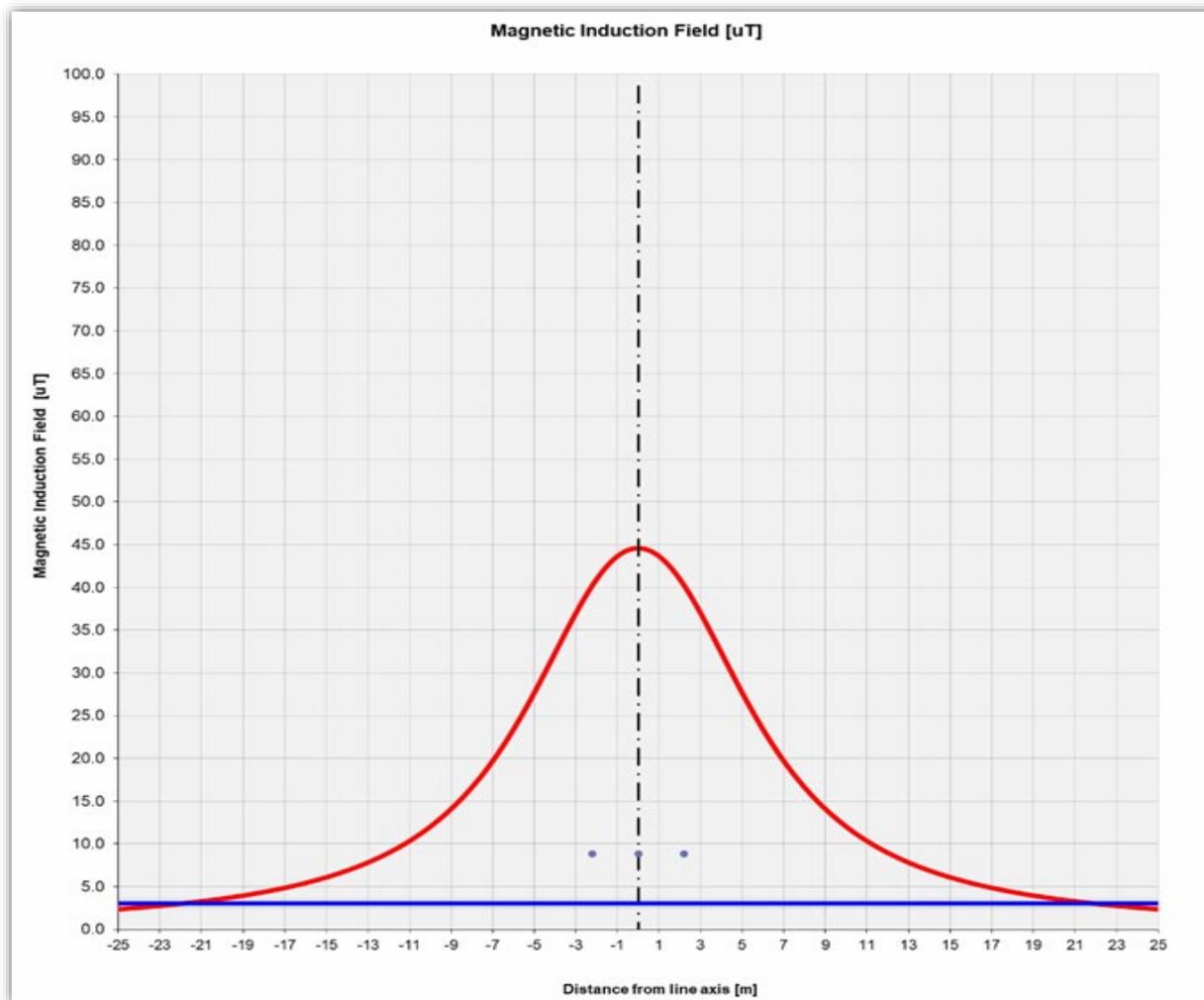


Figura 18 - Andamento del campo di induzione magnetica per  $I = 2000$  A.

Si può notare che ad una distanza di circa 22 m dall'asse del sistema di sbarre l'induzione magnetica è inferiore al valore di  $3 \mu\text{T}$ .

La localizzazione della stazione è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate

#### 9.1.4 Caso 4: linee elettriche in c.a. AT

Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a  $1600 \text{ mm}^2$  tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in polietilene con grafitatura esterna.



#### DATI TECNICI DEL CAVO

Tipo di conduttore	Unipolare in XLPE (polietilene reticolato)
Sezione	1600 mm <sup>2</sup>
Materiale del conduttore	Corde di alluminio compatta
Schermo semiconduttore interno	A base di polietilene drogato
Materiale isolamento	Polietilene reticolato
Schermo semiconduttore esterno (sull'isolante)	A base di polietilene drogato
Materiale della guaina metallica	Rame corrugato
Materiale della blindatura in guaina anticorrosiva	Polietilene, con grafite refrigerante (opzionale)
Materiale della guaina esterna	Polietilene
Tensione di isolamento	170 kV

Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

#### DATI CONDIZIONI DI POSA E DI INSTALLAZIONE

Posa	Interrata in letto di sabbia a bassa resistività termica
Messa a terra degli schermi	"cross bonding" o "single point-bonding"
Profondità di posa del cavo	Minimo 1,60 m
Formazione	Una terna a Trifoglio o in Piano
Tipologia di riempimento	Con sabbia a bassa resistività termica o letto di cemento magro h 0,50 m
Profondità del riempimento	Minimo 1,10 m
Copertura con piastre di protezione in C.A. (solo per riempimento con sabbia)	spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimento fino a piano terra	Terra di riporto adeguatamente
Posa di Nastro Monitorare in PVC – profondità	1,00 m circa

Di seguito viene esposto il grafico dell'andamento dell'induzione magnetica rispetto all'asse dell'elettrodotto.

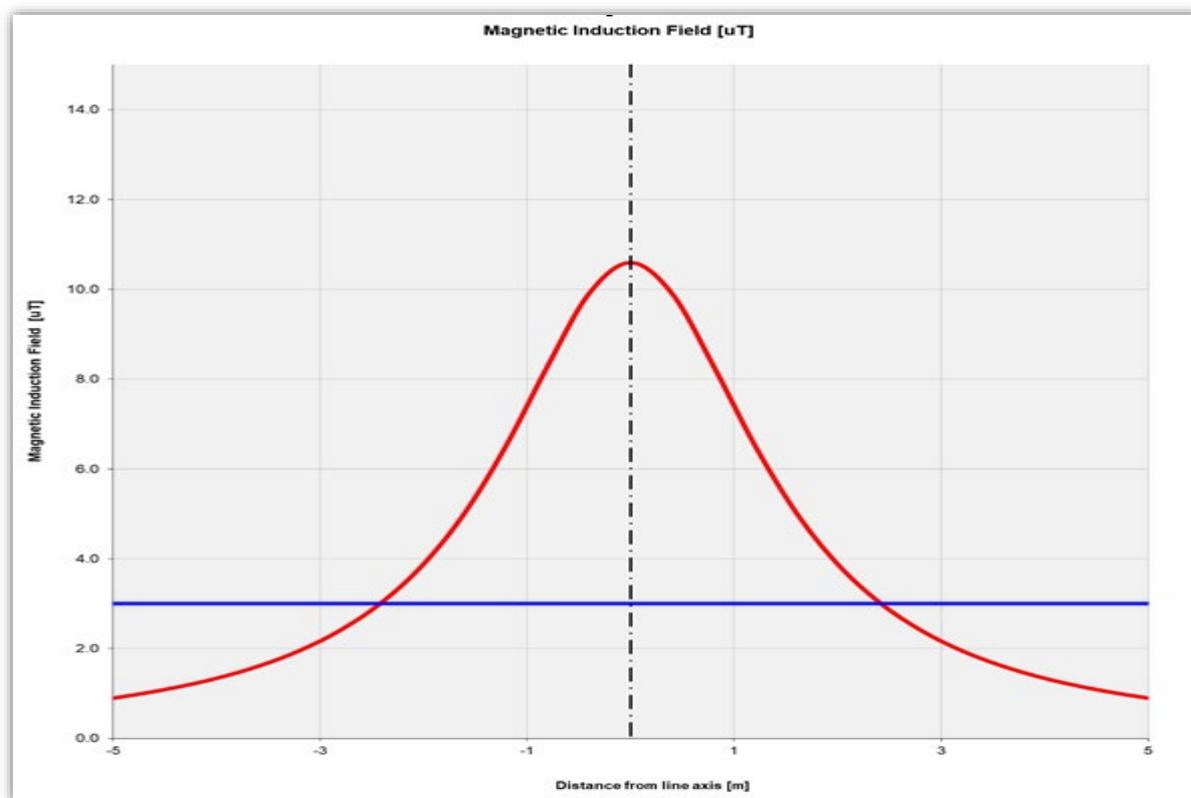


Figura 19 - Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo AT

Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1,6 m, con un valore di corrente pari a 1000 A, dove la configurazione dell'elettrodotto è quella in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

Il limite di 3  $\mu\text{T}$  si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea di circa 2,5 m.

Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

## 10. CONCLUSIONI

Come evidente dai grafici sopra riportati, in tutti i casi indagati il campo di induzione magnetica, riferita agli elettrodotti MT, si mantiene ben al di sotto del limite dei **3 $\mu\text{T}$**  dell'obiettivo di qualità descritto al par.2.



Nel caso dell'elettrodotto AT, caricato cautelativamente alla massima corrente ammissibile dal cavo, il limite di  $3\mu\text{T}$  si supera solo in una fascia di circa 4m, a livello del suolo, lungo il percorso del cavidotto che, come detto, sarà tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) e pertanto non soggette a permanenza prolungata di esseri umani.

Per quanto riguarda lo stallo di sezionamento, data la localizzazione in un'area nelle vicinanze della SE di Terna, e con altre stazioni di trasformazione di altri produttori già in esercizio, non si rilevano recettori sensibili a distanze inferiori a quella sopra calcolata.

Di seguito si riportano i valori dell'induzione magnetica previsionale in ciascuna delle situazioni significative sopra analizzate (Tab.3):

Casi di Studio	Induzione Magnetica ( $\mu\text{T}$ )
Caso 1: – Scavo a 4 Terne	<1,85
Caso 2 – Scavo a 2 Terne	<1.4

Tabella 3 - Valori calcolati dell'induzione magnetica.

Come si evince dalla suddetta tabella in tutte le configurazioni analizzate, che sono quelle più cautelative poiché con il massimo numero di circuiti affiancati e con le massime correnti, il valore dell'induzione magnetica è significativamente inferiore al limite dell'attuale previsione normativa di  $3\mu\text{T}$ .

Pertanto possiamo concludere che tutte le configurazioni impiantistiche e di conseguenza l'intero impianto è tale da rispettare gli obiettivi di qualità di cui al DPCM 8 luglio 2003.

San Severo, Gennaio 2023

II DIRETTORE TECNICO

Ing. MEZZINA Antonio



Timbro e Firma