

Impianto fotovoltaico con agricoltura integrata “La Cipollona”

Comune di Pozzolo Formigaro (AL)

Proponente



Renantis Italia S.r.l.

c/o Copernico Milano Martesana
Viale Monza, 259, 20126 Milano

www.renantis.com – tel. 0224331

Cap. Soc. € 10.000 int.vers. .

Sede legale: Corso Italia, 3, 20122 Milano



RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Progettista



Tiemes Srl

Via Riccardo Galli, 9 – 20148 Milano

tel. 024983104/ fax. 0249631510

www.tiemes.it

0	29/09/2023	Prima emissione	AR			VDA
Rev.	Data emiss	Descrizione	Preparato			Approvato
Origine File: "21042.PZZ.PD.R.04.00 – Relazione campi elettromagnetici.docx"		CODICE ELABORATO				
		Commessa	Proc.	Tipo doc	Num	Rev
		21042 PZZ	PD	R	04	00
Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata / Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden						

INDICE

1	Premessa	3
2	Scopo	4
3	Proponente	4
4	Localizzazione area progettuale	6
5	Riferimenti normativi	8
6	Generalità.....	9
7	Protezione dai campi elettromagnetici.....	11
8	Opere da realizzare e assoggettamento al DM 29.05.2008	13
8.1	Compatibilità E.M. dei moduli fotovoltaici.....	14
8.2	Compatibilità E.M. delle unità centralizzate Power Stations.....	15
8.3	Compatibilità E.M. delle cabine di smistamento	17
8.4	Compatibilità E.M. degli elettrodotti in BT	19
8.5	Compatibilità E.M. degli elettrodotti a 36 kV interni all’area di impianto	20
8.6	Compatibilità E.M. degli elettrodotti a 36 kV di collegamento tra i due lotti distinti dell’area di impianto.....	23
8.7	Compatibilità E.M. dell’elettrodotto a 36 kV di collegamento con la nuova Stazione Elettrica.....	25
8.8	Stima preliminare compatibilità E.M. opere di rete Terna.....	28
8.8.1	Compatibilità E.M. nuova SE 220/132/36 kV	28
8.8.2	Compatibilità E.M. nuovi raccordi a 132 kV e 220 kV	32
9	Presenza di persone nell’impianto	38
10	Conclusione.....	39

1 Premessa

La società Renantis Italia Srl, d'ora in avanti il proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica in area agricola all'interno del comune di Pozzolo Formigaro (AL), che si configura come area idonea ai sensi del D. Lgs. dell'8 novembre 2021, n. 199, art. 20, comma 8, lettera c-ter punto 1 e 3, in quanto ricade in parte entro i 500 metri da zona di cava e in parte entro i 300 metri dalla sede autostradale, come evidenziato alle tavole “21042.PZZ.SA.T.06.00 - Inquadramento su aree idonee let.c-ter”.

L'impianto fotovoltaico con agricoltura integrata denominato “La Cipollona” avrà una potenza elettrica di picco pari a 46'845,00 kW e sarà installato sui seguenti terreni agricoli, individuati al N.C.T. del comune di Pozzolo Formigaro:

- Foglio 2, particelle 27, 28, 43, 45, 46, 47, 52, 53, 60, 74, 78, 81, 120, 176, 181, 183 per circa 29,1 ha;
- Foglio 4, particelle 40, 49, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 162, 180, 194, 196, 198, 199, 202, 203, 206, 207, 208, 239, per circa 27 ha;
- Foglio 6, particelle 3, 38, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 259, 261, 263, 71, 199, 73, 74, 75, 196, per circa 11,9 ha.

La componente fotovoltaica verrà integrata da un progetto agricolo che prevede la piantumazione di un nocciolo intensivo multi-varietale unitamente alla costituzione di un prato stabile impiegato come cover crops durante tutto l'anno.

Data la potenza dell'impianto, superiore ai 10'000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i.

La Soluzione Tecnica Minima Generale elaborata dal gestore della rete di trasmissione Terna prevede che la centrale fotovoltaica venga collegata in antenna a 36 kV su nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 220/132/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 220 kV “Casanova – Vignole Borbera”, alla linea RTN a 220 kV “Italsider Novi – Vignole Borbera”; alla linea RTN a 132 kV “Aulara – Frugarolo”; alla linea RTN a 132 kV “Sezzadio – Spinetta Centrale”

Le opere progettuali sono sintetizzate nel seguente elenco:

- Impianto fotovoltaico composto da 74'952 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, 1'653 inseguitori solari monoassiali del tipo “double-portrait”, 12 power station (unità di conversione c.c./c.a. e trasformazione BT/36 kV), cabine di smistamento, cabine ausiliari, distribuzione dei cavidotti interrati in c.c. (fino a 1'500 V) e c.a. (a 36 kV);
- impianto di rete, consistente in una nuova SE a 220 kV della RTN da inserire in entra-esce alle linee RTN “Casanova – Vignole Borbera” a 220 kV, “Italsider Novi – Vignole Borbera” a 220 kV, “Aulara – Frugarolo” a 132 kV e “Sezzadio – Spinetta” a 132 kV.
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto a 36 kV interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti in antenna per il collegamento della centrale sulla nuova Stazione Elettrica.

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente “Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l’11 dicembre 1997” e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità” e s.m.i..

L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti.

2 Scopo

Scopo della presente relazione è descrivere la valutazione e gli impatti elettromagnetici generati dall’impianto fotovoltaico con agricoltura integrata “La Cipollona” e delle relative opere di rete che il proponente intende realizzare all’interno di un’area agricola localizzata nel comune di Pozzolo Formigaro (AL).

Si sottolinea che le opere descritte in seguito potranno subire variazioni durante la fase di autorizzazione da parte di Terna, per il quale è prevista l’elaborazione del Piano Tecnico delle Opere (PTO).

3 Proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è Renantis Italia S.r.l., operatore internazionale nel campo delle energie rinnovabili, attivo nello sviluppo, nella progettazione, realizzazione e gestione di impianti di produzione di energia pulita. Fornisce, inoltre, servizi altamente specializzati di gestione energetica, sia a produttori sia a consumatori di energia, sfruttando la propria esperienza anche per la gestione tecnico-amministrativa di impianti di terzi.

Renantis nasce nel 2002 come Actelios SpA, la cui missione principale è la produzione di energia pulita. La società decide di investire in modo pionieristico nelle rinnovabili, specialmente nel Regno Unito. Fin dagli esordi il modello di investimento è virtuoso e le comunità locali partecipano in minima parte all’investimento, beneficiando degli utili dell’impianto. Oggi la crescita della Società è sostenuta da fondi infrastrutturali di cui JP Morgan è advisor, che assicurano prospettive di stabilità e una visione a lungo termine.

Il Gruppo Renantis è presente in Italia, Regno Unito, Francia, Spagna, Norvegia, Svezia e Stati Uniti, per un totale di 1420 MW installati principalmente da fonte eolica e fotovoltaica. In Italia ha una capacità installata di 354 MW con numerosi impianti in diverse Regioni italiane, tra cui vanno ricordati l’impianto eolico più grande del nostro Paese a Buddusò in Sardegna (138 MW) e l’impianto di San Sostene in Calabria (79,5 MW).

La sostenibilità permea ogni decisione della Società e del processo aziendale e ricalca l’impegno verso un futuro decarbonizzato e l’attenzione al contesto in costante evoluzione. Tutto lo sviluppo ruota intorno al concetto di partnership con i proprietari dei terreni, con le comunità locali che vivono vicino agli impianti, con le aziende del territorio e con gli amministratori pubblici, garantendo a ciascuna di queste controparti rispetto, ascolto ed impegno.



**Impianto fotovoltaico con agricoltura
integrata "La Cipollona"
Comune di Pozzolo Formigaro (AL)
RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI**



4 Localizzazione area progettuale

L'ubicazione del parco fotovoltaico con agricoltura integrata rientra all'interno del Comune di Pozzolo Formigaro (AL) e le opere di connessione alla rete, di tipo interrato, insisteranno prevalentemente su viabilità comunali appartenenti allo stesso Comune.

L'intervento consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico di taglia industriale pari a 46'845 kW di picco e delle relative opere di connessione che permetteranno di allacciare l'impianto alla Rete Elettrica Nazionale tramite un collegamento in antenna 36 kV alla nuova SE a 36/132/220 kV della RTN da inserire in entra-esce alle linee RTN “Casanova – Vignole Borbera” a 220 kV, “Italsider Novi – Vignole Borbera” a 220 kV, “Alulara – Frugarolo” a 132 kV e “Sezzadio – Spinetta” a 132 kV.

Il parco fotovoltaico con agricoltura integrata si sviluppa in due lotti distinti ubicati all'interno dell'area comunale di Pozzolo Formigaro, in località denominata “Cipollona”, a nord-nord/est del suo centro abitato. Il terreno si sviluppa in modo uniforme ad una quota compresa tra i 150 e 152 m.s.l.m., alle seguenti coordinate geografiche 44°49'41.80"N e 8°47'16.07"E per il primo lotto e 44°49'44.39"N e 8°48'52.04"E per il secondo lotto.

In seguito, sono riportati gli inquadramenti delle opere in progetto su cartografia DeAgostini e ortofoto:

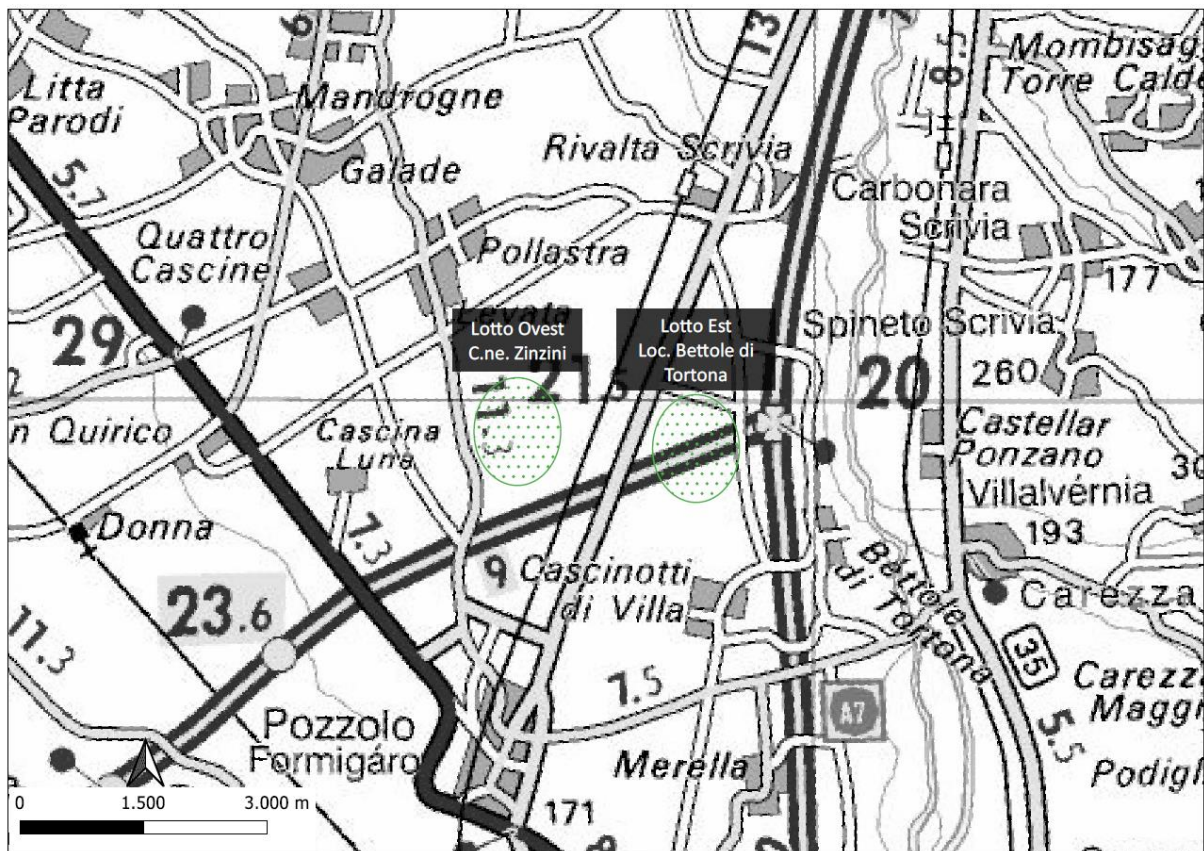
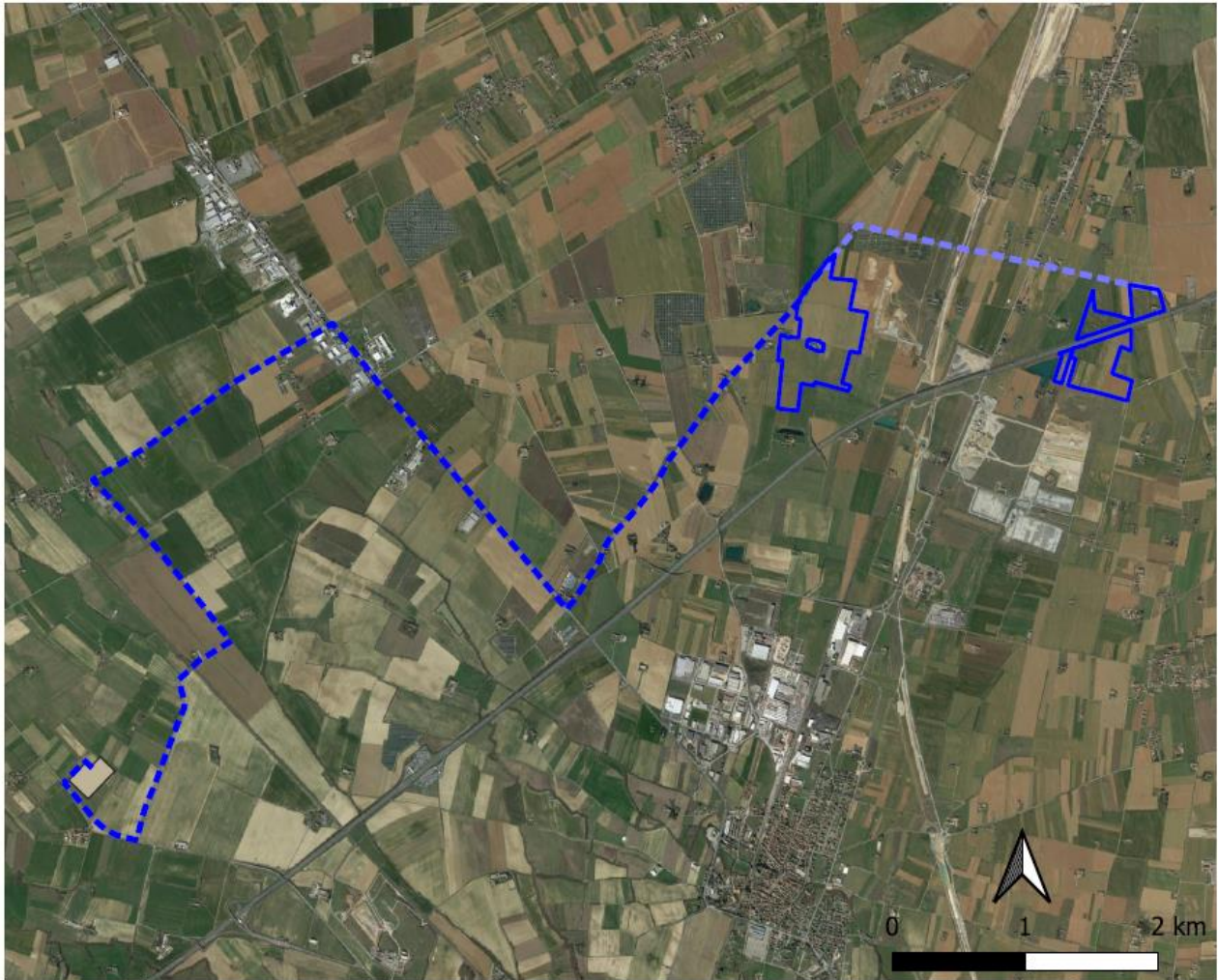


Figura 4-1 – Inquadramento area impianto su carta De Agostini



Legenda:

Area di impianto

— Confini catastali

Opere di utenza per la connessione

— Cavidotto 36 kV interconnessione lotti Est e Ovest

— Cavidotto 36 kV di connessione alla Stazione Elettrica

Opere di rete per la connessione

■ Nuova Stazione Elettrica "Mandrino" 220/132/36 kV

Figura 4-2 – Inquadramento impianto fotovoltaico e opere di utenza su ortofoto

5 Riferimenti normativi

- D.M. 449/88 " Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne"
- Legge n. 36, del 22 febbraio 2001: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". G. U. n. 55 del 7 marzo 2001.
- 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" - G. U. n. 200 del 29 agosto 2003.
- 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 generati a frequenze tra i 100 kHz e 300 GHz" - G. U. n. 199 del 29 agosto 2003.
- Decreto Ministeriale 29 maggio 2008, Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare: "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti." (Supplemento ordinario n.160 alla G.U. 5 luglio 2008 n. 156).
- Decreto Ministeriale 02 dicembre 2014, "Linee guida, relative alla definizione delle modalità con cui gli operatori forniscono all'ISPRA e alle ARPA/APPA i dati di potenza degli impianti e alla definizione dei fattori di riduzione della potenza da applicare nelle stime previsionali per tener conto della variabilità temporale dell'emissione degli impianti nell'arco delle 24 ore" (G.U. 22.12.2014 n. 296).
- CEI 211-6. Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana.
- CEI 211-4. Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche.
- 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 11-17. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.
- Enel - 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.
- Allegato A.68 – Condizioni generali di connessione alle reti AT di Terna SPA.

6 Generalità

Si definisce campo elettrico una regione dello spazio soggetta ad una forza di tipo elettrico, dovuta alla presenza di cariche elettriche; in tale regione, una particella carica elettricamente risulta sottoposta a una forza di attrazione o repulsione. Il campo magnetico è, invece, una regione dello spazio soggetta ad una forza di tipo magnetico, causata da un magnete o dal passaggio di una corrente elettrica in un conduttore; all'interno di un campo magnetico, un dipolo magnetico è soggetto a una forza di rotazione (momento) che tende a modificarne l'orientamento nello spazio.

Un campo elettromagnetico è il risultato della concatenazione di un campo elettrico e di un campo magnetico generati da un campo (elettrico o magnetico) variabile nel tempo; i campi elettromagnetici hanno la proprietà di diffondersi nello spazio e di trasportare energia e sono usualmente rappresentati sotto forma di onde con determinata frequenza (numero di oscillazioni al secondo). I campi elettromagnetici sono usualmente classificati secondo la frequenza in:

- Campi a Frequenza Estremamente Bassa, detti ELF (Extremely Low Frequency), da 30 a 300 Hz;
- Campi a Radiofrequenza, detti RF, da 300 kHz a 300 MHz;
- Microonde, da 300 MHz a 300 GHz.

I campi generati dagli elettrodotti sono caratterizzati dalla cosiddetta frequenza industriale (50Hz) e pertanto appartengono alla prima categoria (ELF). Per essi non si parla usualmente di campi elettromagnetici ma, separatamente, di campi elettrici e campi magnetici. Ciò è dovuto al fatto che a frequenze così basse le principali proprietà dei campi elettromagnetici, cioè la concatenazione dei campi e la capacità di irradiarsi nello spazio, vengono a mancare. Il campo elettrico e quello magnetico hanno pertanto proprietà, e assumono valori, indipendenti l'uno dall'altro e inoltre esauriscono in massima parte i loro effetti a distanza limitata dalla sorgente.

L'intensità del campo elettrico, generalmente indicata con la lettera E, si esprime in Volt per metro (V/m), generato dagli elettrodotti, mantiene livelli stabili nel tempo in una data posizione spaziale e dipende da diversi fattori:

- dalla tensione della linea (cresce al crescere della tensione);
- dalla distanza dalla linea (decresce allontanandosi dalla linea);
- dall'altezza dei conduttori da terra (decresce all'aumentare dell'altezza).

L'intensità del campo magnetico è indicata con la lettera H ed è espressa in Ampere per metro (A/m); oltre a tale unità di misura è frequentemente utilizzata la grandezza induzione elettromagnetica, indicata con la lettera B ed espressa usualmente in Tesla (T) o microTesla (μ T).

Tale grandezza è correlata alla permeabilità magnetica del mezzo attraversato. Nei mezzi isotropi B e H assumono lo stesso valore: poiché la permeabilità magnetica dell'aria e del corpo umano sono uguali, nelle valutazioni che hanno attinenza con la salute umana i due termini sono usati indifferentemente. I livelli di campo magnetico variano nel tempo in funzione della variazione di corrente, infatti la sua intensità dipende:

RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

- dalla corrente che scorre lungo i fili conduttori delle linee (aumenta con l'intensità di corrente sulla linea);
- dalla distanza dalla linea elettrica (decresce allontanandosi dalla linea);
- dall'altezza dei conduttori da terra (decresce all'aumentare dell'altezza).

7 Protezione dai campi elettromagnetici

La legge n.36 del 22 febbraio 2001 è indirizzata alla tutela e della salute della popolazione e dei lavoratori dai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati da qualsiasi impianto che operi nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 300 GHz e che emette in ambiente esterno in ambiente interno. La tutela della salute viene conseguita attraverso la definizione di tre differenti limiti: limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità. Il DPCM 08/07/2003 disciplina, a livello nazionale, in materia di esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz) generati dagli elettrodotti, fissando:

- i limiti per il campo elettrico (5 kV/m);
- i limiti per l'induzione magnetica (100 μ T);
- i valori di attenzione (10 μ T) e gli obiettivi di qualità (3 μ T) per l'induzione magnetica;

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.

I valori limiti per il campo elettrico e l'induzione magnetica sono valori massimi, il valore di attenzione 10 μ T si applica "nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore giornaliere".

Il decreto prevede, inoltre, la determinazione di distanze di rispetto dalle linee elettriche secondo metodologie da individuare. Tali distanze sono da intendersi sia al di sopra che al di sotto del livello del suolo.

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) 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 in prossimità di luoghi tutelati.

Si riportano le seguenti definizioni:

- Distanza di prima approssimazione (D.P.A.): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto; e per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra;
- Fascia di rispetto: spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μ T).

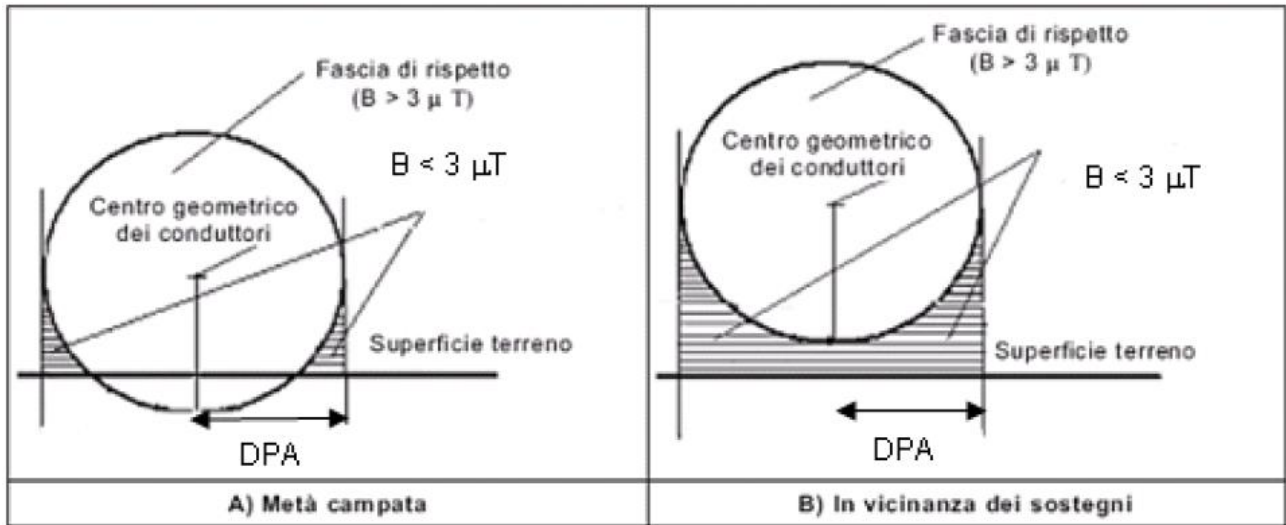


Figura 7-1 - Fasce di rispetto e DPA in corrispondenza di metà campata e in vicinanza dei sostegni

Il DM 29.05.08 fornisce in seguito le procedure per il calcolo delle fasce di rispetto delle linee elettriche, esistenti ed in progetto; in particolare, 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 in corrente continua);
- 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);

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.

8 Opere da realizzare e assoggettamento al DM 29.05.2008

Ai fini di valutare l'impatto elettromagnetico generato dagli impianti elettrici funzionali al parco fotovoltaico in progetto su possibili recettori sensibili, si studiano nel presente capitolo i seguenti componenti:

- Stringa moduli fotovoltaici fino a 1'500 Vcc output;
- String combiners (raggruppatori di stringa o quadri di campo) fino a 1'500 Vcc output;
- N.12 Power Station (1 per singolo sottocampo), di potenza variabili tra un minimo di 2'667 kVA ad un massimo di 4'400 kVA, ciascuno composto da:
 - Inverter trifase;
 - Trasformatore trifase BT/36 kV;
 - Trasformatore ausiliario interno con potenza di 8,4 kVA;

A seconda della potenza installata, l'inverter può operare ad una tensione di esercizio compresa tra 600 e 660 Vca, mentre il trasformatore trifase BT/36 kV può operare a 36 kV al circuito primario e con una tensione al circuito secondario variabile tra 600 e 660 V.

- elettrodotti 36 kV interni all'area d'impianto per la connessione tra le power-station e le cabine di smistamento;
- N.4 cabine di smistamento e n.4 cabine ausiliarie;
- elettrodotto 36 kV di interconnessione tra i due lotti di impianto;
- elettrodotto 36 kV dall'impianto alla nuova Stazione Elettrica Terna di trasformazione dove viene elevata la tensione a 132 e 220 kV;
- Nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione RTN a 132/220 kV da inserire in entrata alla linea RTN a 220 kV "Casanova – Vignole Borbera" e alla linea RTN 220 kV "Italsider Novi – Vignole Borbera";
- realizzazione dei nuovi raccordi aerei a 132 e 220 kV di collegamento alle linee RTN "Casanova – Vignole Borbera" a 220 kV, "Italsider Novi – Vignole Borbera" a 220 kV, "Alulara – Frugarolo" a 132 kV e "Sezzadio – Spinetta" a 132 kV.

Per determinare le fasce di rispetto degli elettrodotti e delle cabine elettriche previste nel progetto è stato preso come riferimento il documento pubblicato da Enel Distribuzione "Linee guida per il calcolo della distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche".

8.1 Compatibilità E.M. dei moduli fotovoltaici

In merito all'installazione di moduli fotovoltaici e dei relativi cablaggi in corrente continua si può stabilire che i limiti di riferimento dei valori di campo Elettro Magnetico siano rispettati; in quanto:

- la sezione di impianto analizzata funziona in corrente continua, ovvero a frequenza nulla; ai sensi dell'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 è esente dal calcolo delle fasce di rispetto delle linee elettriche; viene comunque riportato il calcolo del campo magnetico statico a fini di valutazione dei parametri di qualità;
- come richiesto per una buona esecuzione delle opere, i cavi con diversa polarizzazione saranno posti a contatto, annullando la produzione di campi magnetici statici in punti esterni;
- gli unici cavi in CC interessati da un valore di corrente significativo saranno relativi alle dorsali principali. Le dorsali sono i cavidotti in uscita dai dispositivi string-combiner (quadri di campo) per la connessione in parallelo delle stringhe agli inverter e sono distanti dai confini del campo fotovoltaici; pertanto, saranno poco esposti alla presenza umana. A fini di completezza, la loro trattazione sarà effettuata all'interno del capitolo 8.4;
- per la frequenza 0-1 Hz il limite di riferimento per l'induzione magnetica che non deve essere superato è di 40'000 μ T, valore 400 volte più alto dell'equivalente per la corrente a 50 Hz.

Per quanto suddetto, considerate le correnti di bassa entità che producono i moduli (< 15 A), si può certamente escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo magnetico statico dovuto alla sezione in corrente continua in esame.

Anche per quanto concerne il campo elettrico, essendo quest'ultimo funzione della tensione (< 50 V) e considerando che sarà comunque presente una schermatura dovuta alle guaine dei cavi e dagli altri elementi fisici presenti in impianto (suolo, recinzioni, alberature perimetrali ecc.), si può certamente affermare che i campi elettrici generati saranno abbondantemente inferiori ai limiti di legge.

8.2 Compatibilità E.M. delle unità centralizzate Power Stations

L'impianto fotovoltaico è suddiviso in n.12 campi fotovoltaici, ciascuno dotato di unità centralizzate di conversione e trasformazione della corrente cc in ca chiamate power station.

Tabella 8-1 – Dettaglio potenze sottocampi

Sottocampo	Pmoduli [kW]	Pinverter [kVA]
1	2955	2933
2	4005	4000
3	4020	4000
4	4005	4000
5	4020	4000
6	4470	4400
7	4470	4400
8	4470	4400
9	3930	4000
10	2655	2667
11	3915	4000
12	3930	4000
Totale	46845	46800

Come evidenziato in Tabella 8-1, ogni sottocampo fotovoltaico è dotato di 1 inverter centralizzato con potenza apparente nominale che varia tra 2'667 e 4'400 kVA, 1 trasformatore trifase con rapporto di trasformazione che oscilla tra 0,6/36 kV fino a 0,66/36 kV, quadri in BT e 36 kV e un trasformatore interno dalla potenza di 8,4 kVA per le apparecchiature ausiliarie. Tali macchinari saranno posizionati in maniera isolata e in opportune fondazioni. Il trasformatore BT/36 kV si trova vicino all'inverter, permettendo così di limitare l'eventuale esposizione ai campi elettromagnetici generati dal cavo di collegamento.

In merito agli inverter, si può affermare che sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo).

Tali norme riguardano:

- Livelli armonici: le direttive del gestore di rete prevedono un THD globale (non riferito al massimo della singola armonica) inferiore al 5% (inferiore all'8% citato nella norma CEI 110-10). Gli inverter che si prevede di installare presentano un THD globale contenuto entro il 3%;
- Disturbi alle trasmissioni di segnale operate dal gestore di rete in super-imposizione alla trasmissione di energia sulle sue linee;

- Variazioni di tensione e frequenza: la propagazione in rete di queste ultime è limitata dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia. Le fluttuazioni di tensione e frequenze sono causate per lo più dalla rete stessa;
- le questioni di compatibilità elettromagnetica concernenti i buchi di tensione (fino ai 3 s in genere) sono in genere dovute al coordinamento delle protezioni effettuato dal gestore di rete locale.

Le linee a 36 kV in uscita dalle power-station dei sottocampi sono dirette alla cabina di smistamento dove avviene il loro collegamento in parallelo; inoltre, la cabina di smistamento convoglia tutta la potenza prodotta dall'impianto verso la Nuova Stazione Elettrica di Terna dove verrà poi immessa in rete.

Il calcolo della fascia di rispetto dell'unità power-station, in questo caso riguarderà la sezione tra l'inverter e il trasformatore BT/36 kV con corrente circolante massima ammissibile di 4750 A. Essa si basa sulla metodologia semplificata indicata nel DM 29/05/2008. Si individua, dunque, la distanza di prima approssimazione DPA, tramite l'applicazione della formula:

$$DPA = 0,40942 \cdot \sqrt{I} \cdot x^{0,5241}$$

nella quale:

- I è la corrente nominale al secondario del trasformatore (BT) espressa in ampere [A];
- x è il diametro reale dei cavi in uscita dal trasformatore espresso in metri [m].

Con le ipotesi descritte, la distanza di prima approssimazione DPA risulta pari a 7 m per le cabine centralizzate 4'400 kVA che viene assunta identica anche per le power station di potenza inferiore. Infatti, in accordo con il paragrafo 5.1.2 della guida allegata al DM 29/05/08, la DPA assume il valore dell'intero immediatamente superiore rispetto alla distanza di prima approssimazione ottenuta dalla formula sopra riportata.

Sarà, pertanto, previsto il mantenimento di tale fascia di rispetto dalle unità centralizzate.

8.3 Compatibilità E.M. delle cabine di smistamento

Alla cabina elettrica di smistamento convergeranno esclusivamente cavi in AT con una corrente alternata massima molto inferiore alle correnti in gioco nelle unità di trasformazione; inoltre, sono presenti al loro interno solo trasformatori per servizi ausiliari di potenza trascurabile. Essendo la massima corrente di riferimento pari a 337 A per le linee AT, essa risulta molto inferiore rispetto al valore dell'intensità di corrente utilizzata per il calcolo della DPA delle power-stations: sulla base delle linee guida E-distribuzione (Figura 8-1) si assume comunque un valore cautelativo di DPA pari a 2 m.

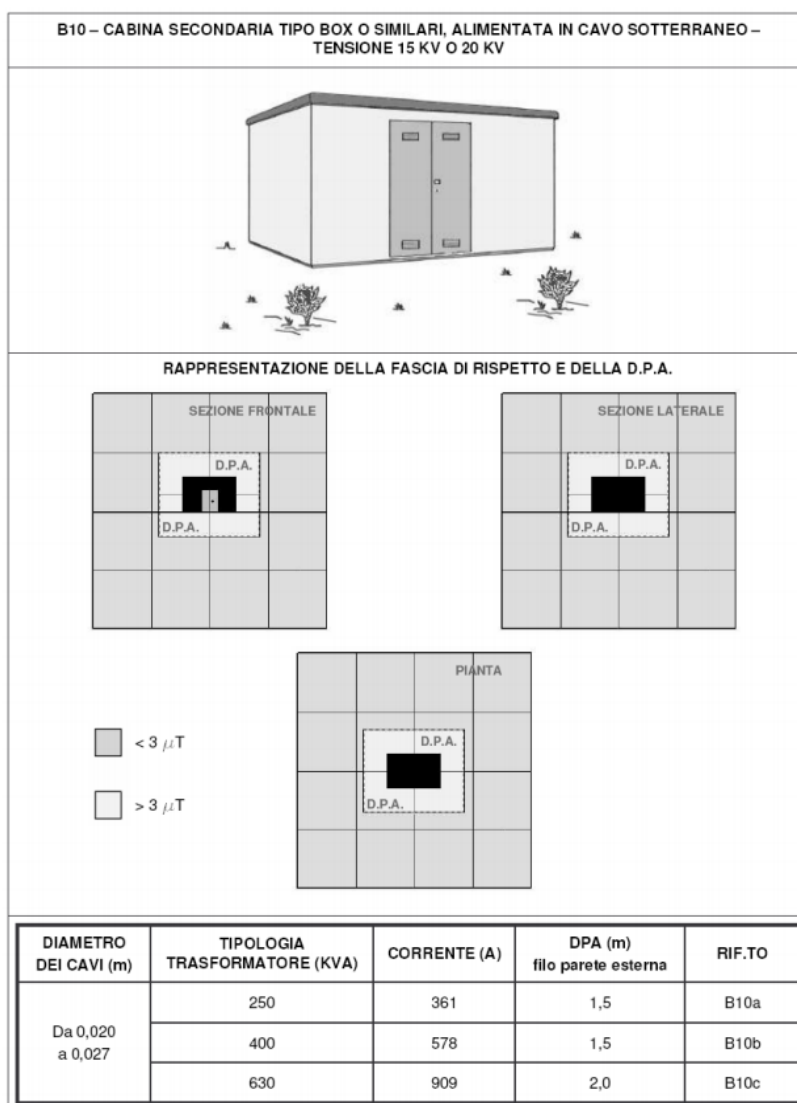


Figura 8-1 – Fasce di rispetto cabina secondaria – Enel distribuzione

In Figura 8-1 è rappresentato un esempio che illustra il concetto della D.P.A. per le cabine secondarie, estratte dalle Linee Guida di E-distribuzione S.p.a. in conformità con il punto 5.1.3 dell'allegato al DM del 29 maggio 2008.



**Impianto fotovoltaico con agricoltura
integrata “La Cipollona”
Comune di Pozzolo Formigaro (AL)
RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI**



Per quanto sopra descritto, entro le distanze DPA di cui sopra non saranno presenti recettori e le cabine di trasformazione e smistamento non saranno installate all'interno dell'area di impianto dove sono previste attività che comportino una permanenza superiore alle 4 ore, come da normativa.

8.4 Compatibilità E.M. degli elettrodotti in BT

Il sistema di distribuzione in Bassa Tensione BT presente all'interno dei confini dell'area dell'impianto è prevalentemente composto da cavidotti in corrente continua di collegamento tra gli string combiner e le unità power stations interne ai sottocampi del generatore fotovoltaico.

La buona esecuzione vuole che i cavi di diversa polarizzazione (positivo e negativo) viaggino sempre a contatto. In tal modo, il campo magnetico statico prodotto dai conduttori e valutato in un punto esterno viene annullato reciprocamente.

Di seguito, viene comunque riportata la metodologia per il calcolo del campo magnetico statico nel caso peggiore, ovvero il tratto di cavidotto che, uscente dallo string combiner, combina il collegamento parallelo di 16 stringhe in ingresso e raggiunge successivamente l'unità centralizzata power station tramite una coppia di cavi (1x polo positivo + 1x polo negativo) tipo ARE4E AL/XLPE/HDPE da 400 mm². Tale tratto di distribuzione, infatti, è quello percorso dalla corrente maggiore.

Tabella 8-2 – Dati di progetto delle sezioni funzionanti in c.c. BT

Sezione string combiner	Tipo	n° cavi	V	A	kW
Ingresso	CC	16x2 poli	1141	14	15
Uscita	CC	1x2 poli	1141	210	240

Come si evince dalla tabella, per la parte di funzionamento in corrente continua, la corrente circolante più elevata risulta pari a 210 A.

Il campo magnetico generato dal cavo percorso da corrente può essere calcolato tramite la legge di Biot-Savart, trattasi di una formulazione ideale applicabile per tratti nei quali la distanza d è molto inferiore alla lunghezza complessiva del cavidotto, coerentemente con il caso in esame.

$$B(d) = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

Dove:

- $B(d)$ è l'intensità del campo magnetico espressa in Tesla;
- d è la distanza dal conduttore espressa in metri;
- I è la portata di corrente che percorre il conduttore espressa in Ampere;
- μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto, pari a $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$.

Il campo calcolato a livello del piano campagna, considerando una profondità di posa del cavidotto pari ad almeno 40 cm, risulta pari a 33,5 μT largamente inferiore al limite normativo pari a 40.000 μT .

8.5 Compatibilità E.M. degli elettrodotti a 36 kV interni all’area di impianto

Gli elettrodotti a 36 kV appartenenti all’area di impianto verranno interrati ad una profondità di circa 1,2 m rispetto al piano campagna (Figura 8-2) e localizzati per la maggior parte della sua lunghezza sotto la viabilità interna al parco fotovoltaico o tra i filari degli inseguitori solari. Di seguito, vengono proposti alcuni dei tipologici di riferimento per la posa dei cavidotti:

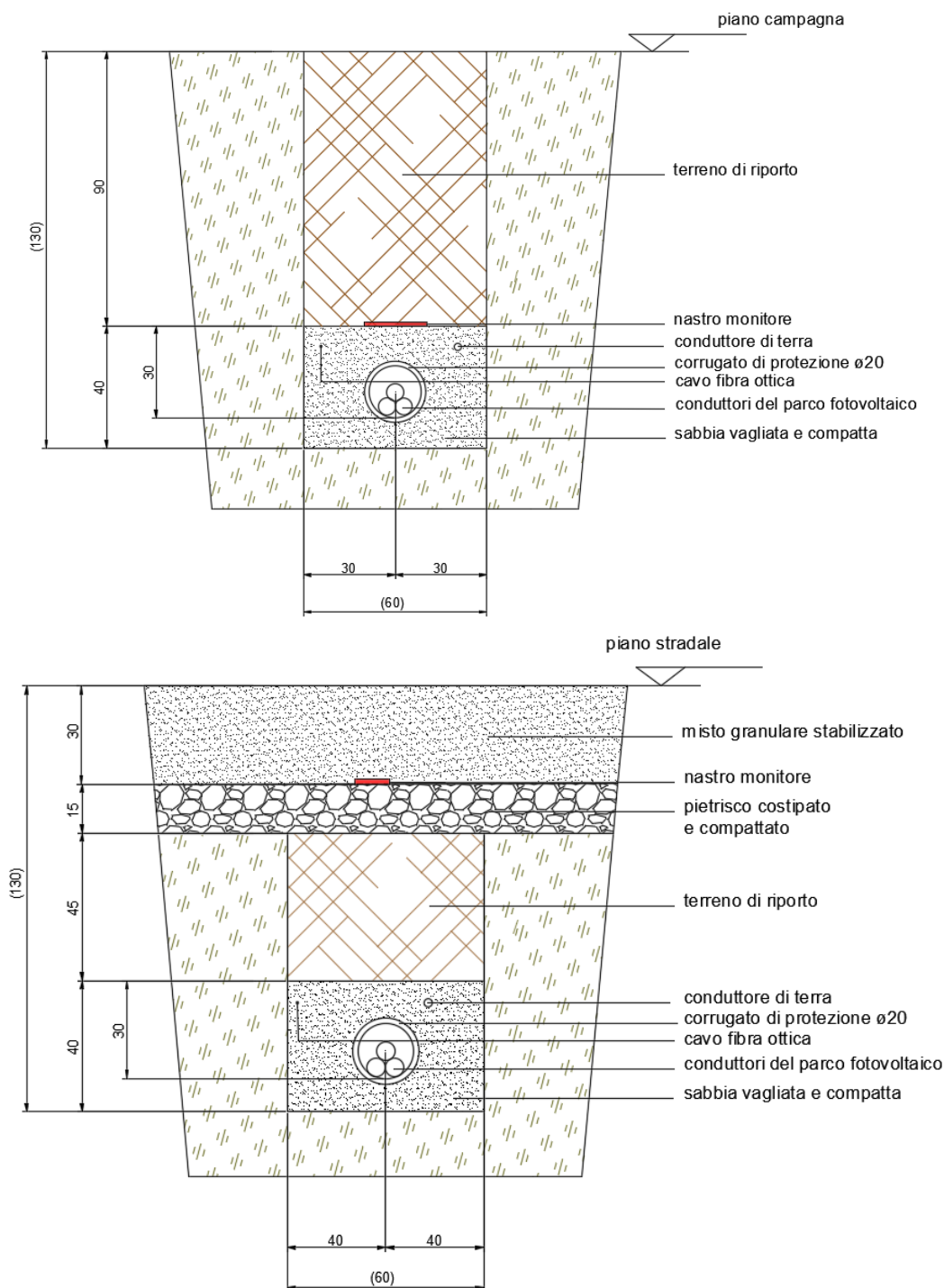


Figura 8-2 – Tipologico di posa cavidotti a 36 kV interni all’area di impianto

Si evidenzia che le aree stradali non prevederanno la permanenza stabile di persone per oltre quattro ore e tanto meno la realizzazione di edifici adibiti alla permanenza stabile di persone.

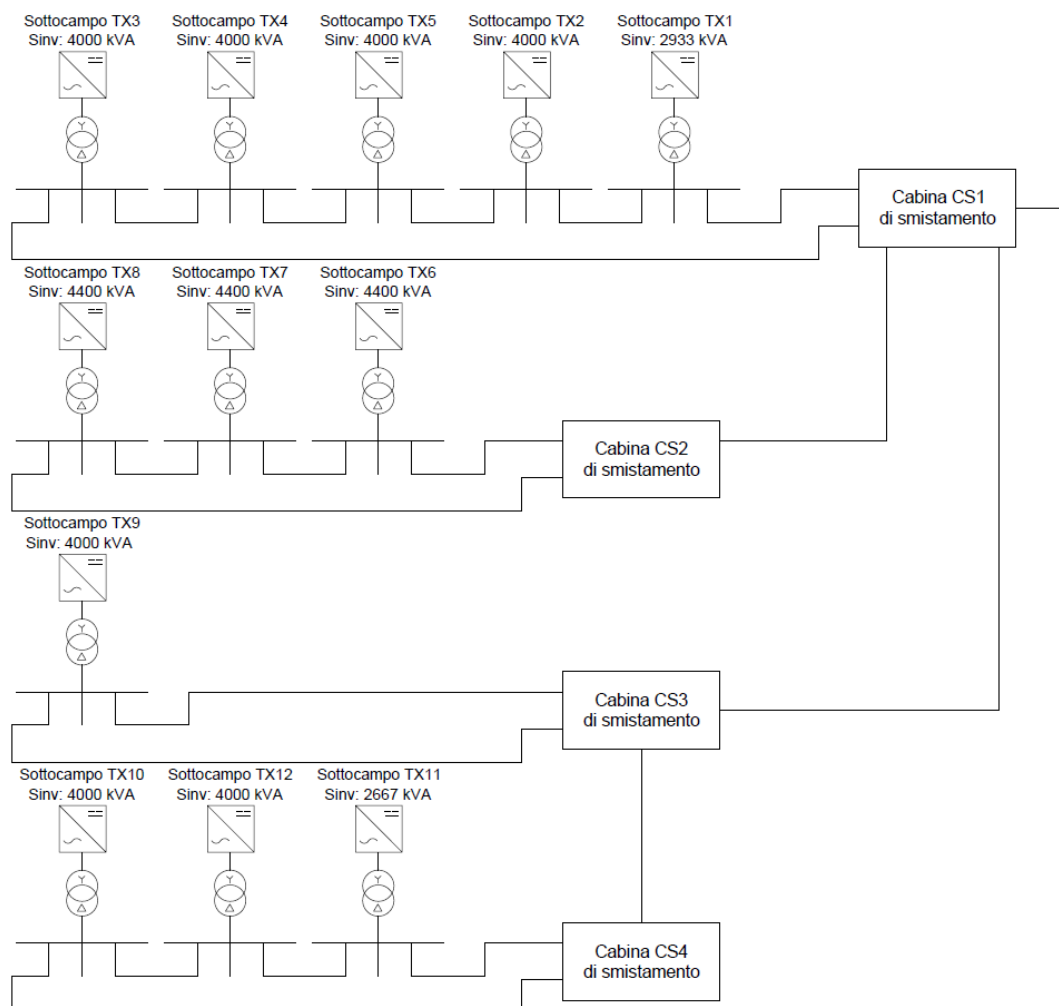


Figura 8-3 – Schema circuitale dell'impianto fotovoltaico

Facendo riferimento alla figura precedente, si possono distinguere i seguenti tratti di cavidotti interrati a 36 kV all'interno dell'area di impianto:

- a. cavidotto di collegamento ad anello tra le diverse unità di trasformazione BT/36 kV delle power-station (indicate con "TX") per il collegamento tra loro in serie;
- b. cavidotti per la connessione in parallelo tra loro delle cabine di smistamento (CSX);

All'interno dell'area di impianto, i tratti di cavidotto che emettono i più alti valori di induzione elettromagnetica corrispondono a:

1. tratto ad una terna di cavi tra il sottocampo 1 (TX1) e la cabina di smistamento 1 (CS1);
2. tratto ad una terna di cavi tra il sottocampo 3 (TX3) e la cabina di smistamento 1 (CS1);
3. tratto ad una terna di cavi tra la cabina di smistamento 2 (CS2) e la cabina di smistamento 1 (CS1).

Tutti e tre i cavidotti sono posati all'interno dello stesso scavo come rappresentato in figura:

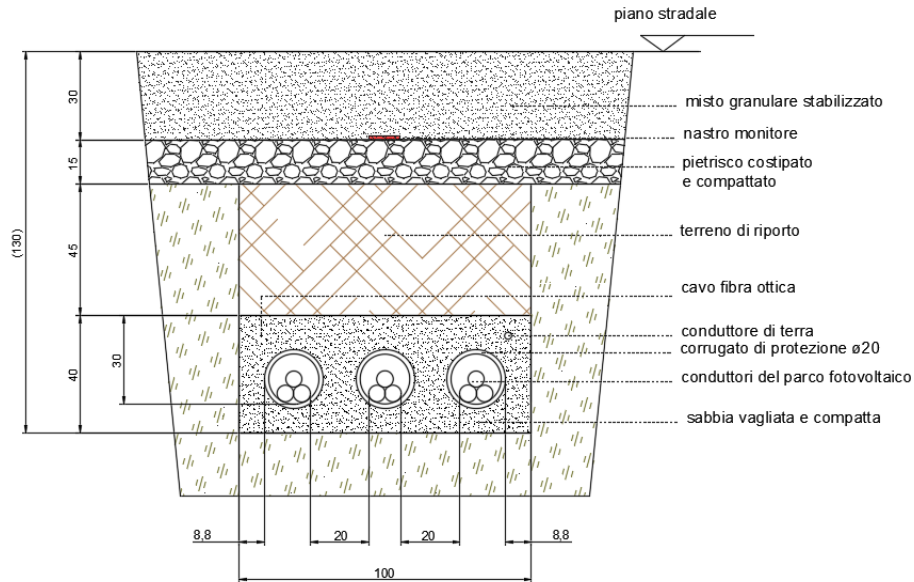


Figura 8-4 – Tipologico di posa per tripla terna di cavi a trifoglio sullo stesso piano

Il valore di campo E.M. indotto calcolato tramite software ELF risulta pari a 5,15 μT in corrispondenza dell'asse dello scavo a sezione obbligata, valore inferiore alla soglia di attenzione (10 μT) e che raggiunge 3 μT qualora si raggiunga una distanza orizzontale di circa 1,1 m dall'asse del cavidotto.

8.6 Compatibilità E.M. degli elettrodotti a 36 kV di collegamento tra i due lotti distinti dell’area di impianto

L’elettrodotto a 36 kV di collegamento tra i due lotti di impianto è il tratto di connessione che collega tra loro le due relative cabine di smistamento, ovvero la cabina CS3 con la CS1.

L’elettrodotto sarà interrato ad una profondità media di circa 1,2 m rispetto al piano campagna eccetto per il breve tratto in comune (al di sotto della viabilità appartenente all’impianto fotovoltaico) con il cavidotto di collegamento alla SE che vedrà una profondità di posa pari a 1,5 m. Il tutto sarà localizzato per la maggior parte della sua lunghezza sotto strade esistenti in parte asfaltate e in parte sterrate.

In questo capitolo, viene approfondito solamente il tratto esterno all’area di impianto, ossia quel tratto di cavidotto ove si ha la presenza della sola terna di cavi, come riportato nel seguente tipologico di posa. Motivo di questa scelta è la mancanza sia di obiettivi sensibili che di persone presenti in maniera stabile superiore alle quattro ore all’interno dell’area di impianto.

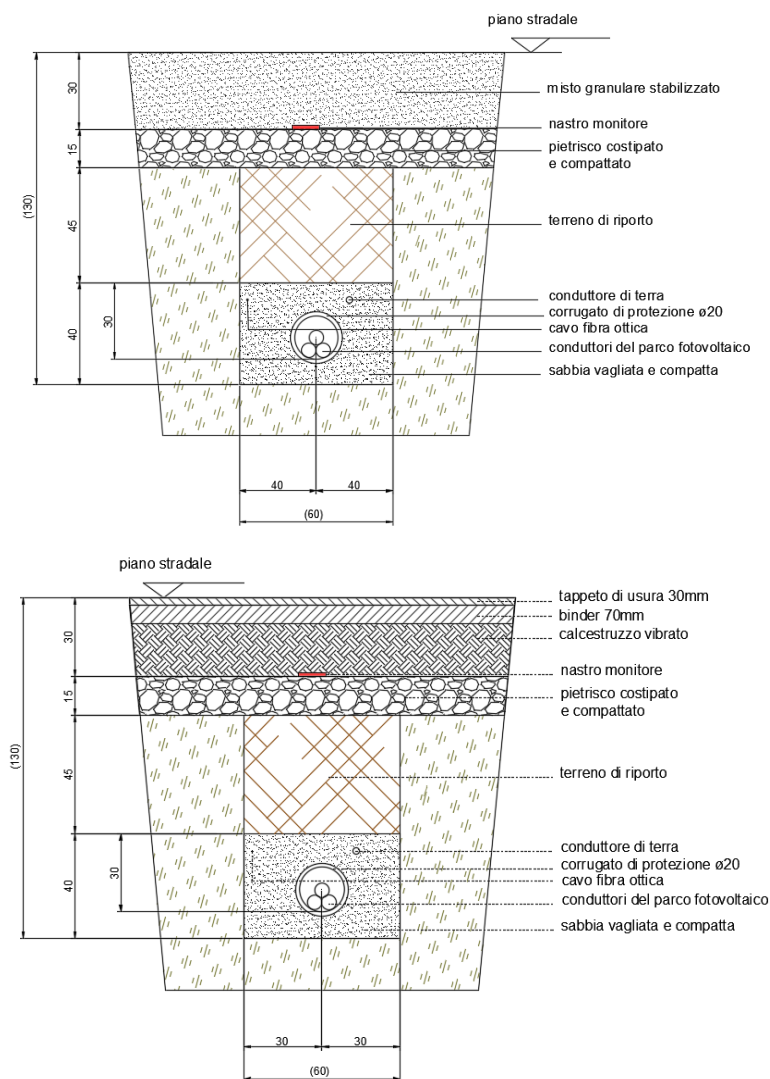


Figura 8-5 – Tipologico di posa per il tratto a singola terna del cavidotto di interconnessione tra i due lotti di impianto

Ai sensi della norma CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art. 6). Parte I”, il campo magnetico indotto da tre conduttori unipolari posati a trifoglio può essere stimato sulla base della seguente formula semplificata:

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{D^2}$$

Dove:

- “I” è la corrente circolante nel conduttore espressa in ampere [A];
- “S” è la distanza tra le fasi che, in analogia a quanto previsto dal DM 29/05/2008, può essere considerata pari al diametro esterno dei cavi (conduttore + isolante);
- “D” è la distanza del punto nel quale si desidera valutare il valore di campo magnetico indotto.

In Figura 8-6 è indicato l’andamento dell’induzione E.M. per la singola terna di conduttori in a 36 kV in funzione della distanza dal conduttore, in riferimento alla norma CEI 106-11: come illustrato dal grafico, il valore corrispondente agli obiettivi di qualità (pari a 3 μT) viene raggiunto circa ad una distanza tra 1 e 1,1 m dai conduttori interrati e pertanto ad un valore inferiore alla profondità di posa.

Si evidenzia che le aree stradali non prevederanno la permanenza stabile di persone per oltre quattro ore e, tanto meno, la realizzazione di edifici. Inoltre, il valore di qualità, ovvero di induzione magnetica minore di 3 μT per conduttori a 36 kV interrati, viene raggiunto ad una distanza inferiore di 1,1 m dai conduttori grazie al potere schermante del terreno; pertanto, essendo l’elettrodotto interrato a circa 1,2 m di profondità dal piano campagna, si può concludere che l’impatto elettromagnetico indotto dai cavi in AT sia inferiore al valore di 3 μT scelto come obiettivo di qualità dalla normativa di riferimento.

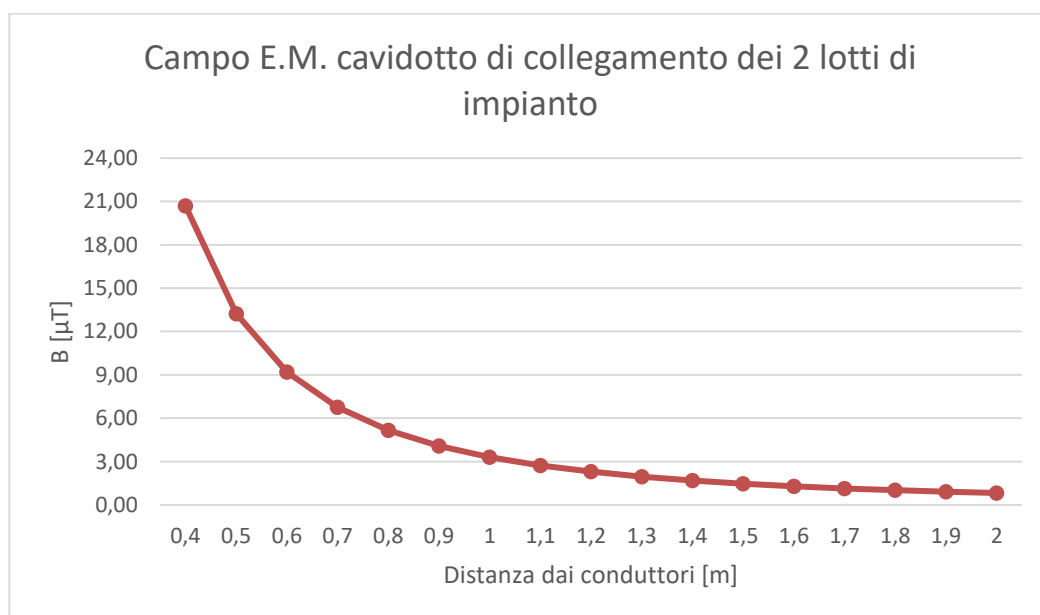


Figura 8-6 – Andamento induzione campo E.M. per tre conduttori unipolari posati a trifoglio per il cavidotto di collegamento dei due lotti di impianto, in funzione della distanza dal conduttore. Riferimento CEI 106-11

8.7 Compatibilità E.M. dell’elettrodotto a 36 kV di collegamento con la nuova Stazione Elettrica

Il tratto di cavidotto che collega la cabina di smistamento CS1 agli stalli a 36 kV della Nuova Stazione Elettrica da realizzare per la connessione dell’impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), è composto da una doppia terna di cavi unipolari da 630 mm². La posa del cavidotto interrato a 36 kV raggiungerà una profondità massima di circa 1,5 m da piano campagna.

Il calcolo per l’emissione del campo E.M. è stato eseguito tramite software di calcolo seguendo il tipologico di posa come indicato in figura:

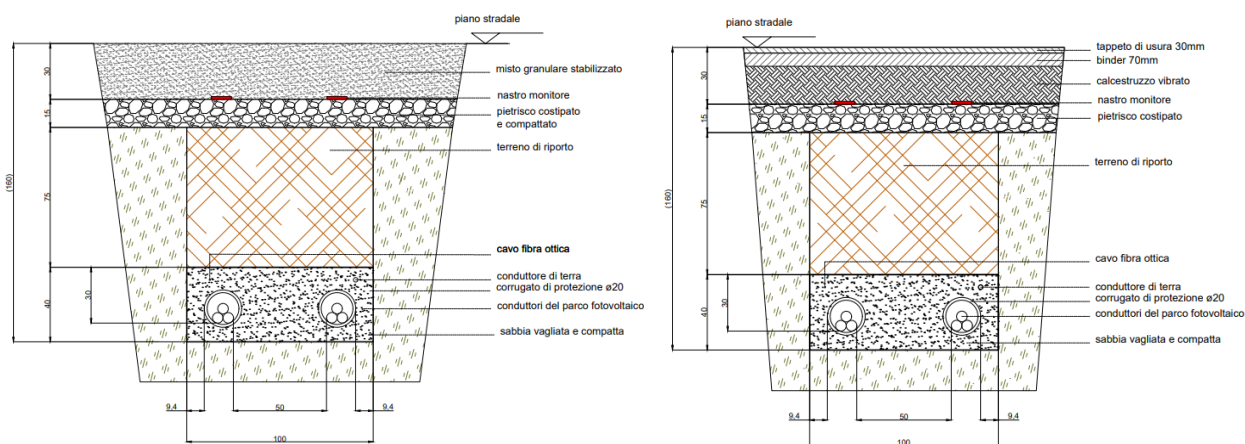


Figura 8-7 – Tipologico di posa per il cavidotto di collegamento alla SE

La posa di una doppia terna di cavi in parallelo vede una disposizione delle fasi come proposta in figura:

Cavi posati a trifoglio / Cables laying in trefoil formation

numero di terne nello stesso strato									
number 3 core units in the same layer									
2		3			4				
T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
RS	SR	RS	SR	RS	RS	SR	RS	SR	SR

Figura 8-8 - Esempio della disposizione delle fasi (T, R, S) all’interno di cavidotti posati a trifoglio

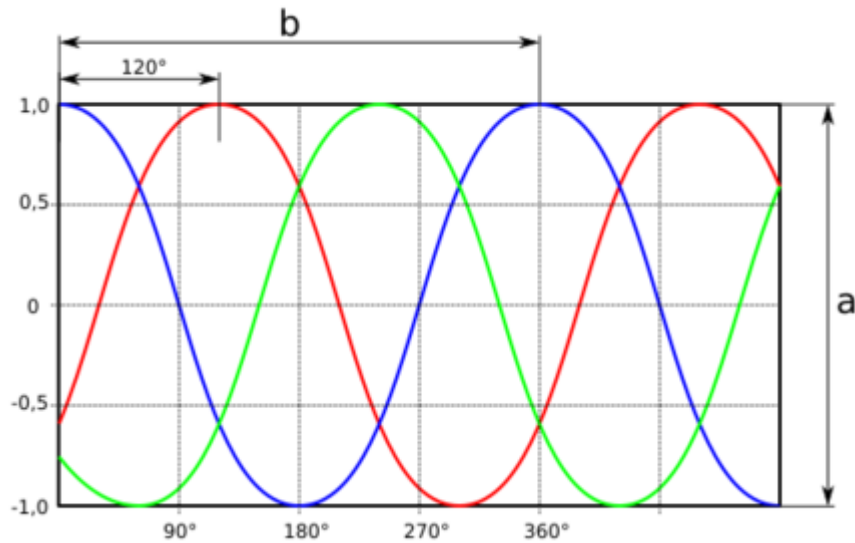


Figura 8-9 – Diagramma dello sfasamento in un sistema trifase

Se si associa una fase a ciascun colore del diagramma, si nota come ogni picco è sfasato di un periodo di 120°, rendendo di fatto pulsante il campo magnetico valutato sul singolo cavo di fase.

Nel caso di vicinanza di due cavi con la stessa fase, invece, i due picchi di potenza provocheranno un conseguente picco nel campo E.M. indotto i cui effetti si andranno a sommare, sbilanciando temporaneamente il campo magnetico nel caso di utilizzo di un numero dispari di terne. In questo caso specifico, vista l'adozione di una coppia di terne all'interno del cavidotto, il campo E.M. risulterà simmetrico.

In Figura 8-10 viene indicato il valore del campo magnetico EM valutato rispetto alla mezzeria del cavidotto:

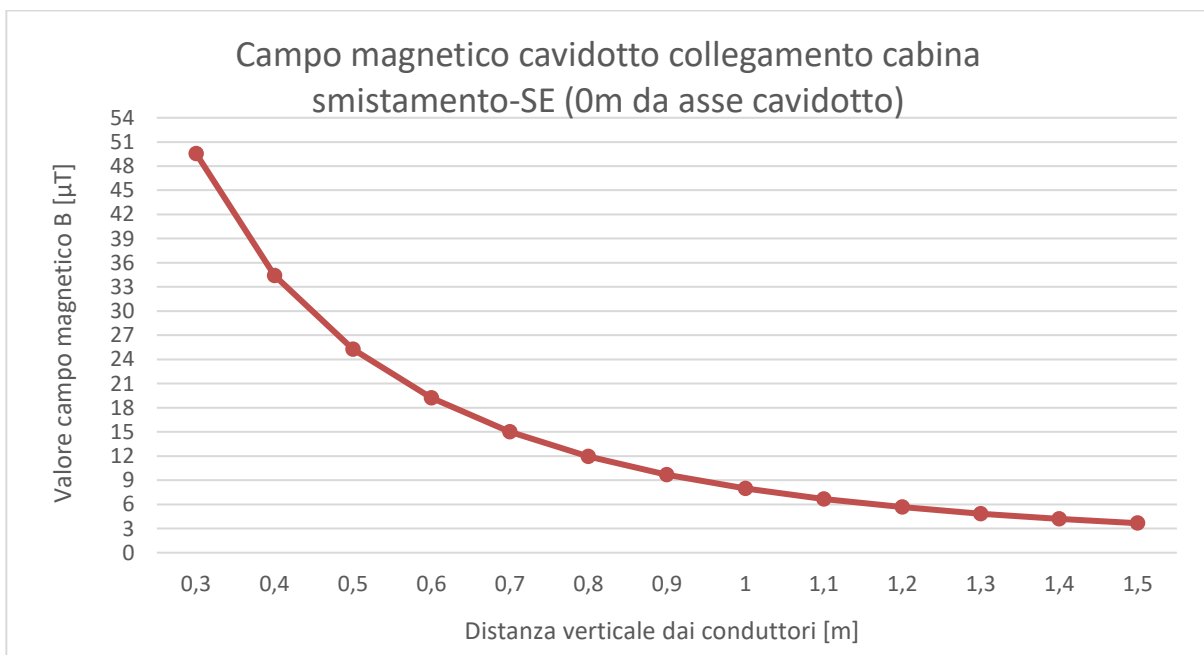


Figura 8-10 – Andamento induzione E.M. rispetto all'asse del cavidotto, per il cavidotto dalla cabina di smistamento alla SE, in funzione della distanza verticale dai conduttori. Riferimento CEI 106-11

Si evince come, in corrispondenza del piano campagna, si raggiunge un valore di poco superiore alla soglia di qualità, ovvero $3,7 \mu\text{T}$; invece come mostrato in Figura 8-11, il valore di qualità viene raggiunto non appena la distanza orizzontale dall’asse del cavidotto viene portata a circa $0,8 \text{ m}$, raggiungendo così un valore di $2,97 \mu\text{T}$.

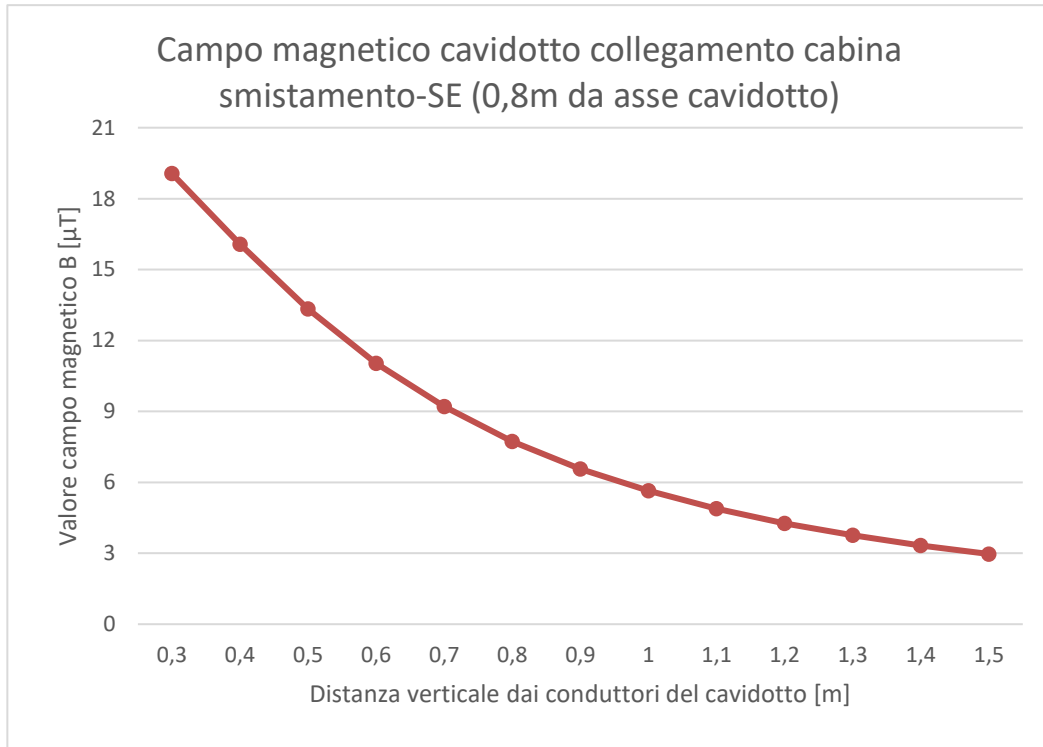


Figura 8-11 - Andamento induzione E.M. rispetto a $0,8\text{m}$ dalla mezzeria del cavidotto, per il tratto dalla cabina di smistamento alla SE, in funzione della distanza verticale dai conduttori. Riferimento CEI 106-11

Ne risulta che è sufficiente adottare una Distanza di Prima Approssimazione DPA di 1 m dall’asse del cavidotto nel caso in cui il tracciato del cavidotto passi vicino a obiettivi sensibili o con permanenza di persone superiore alle quattro ore.

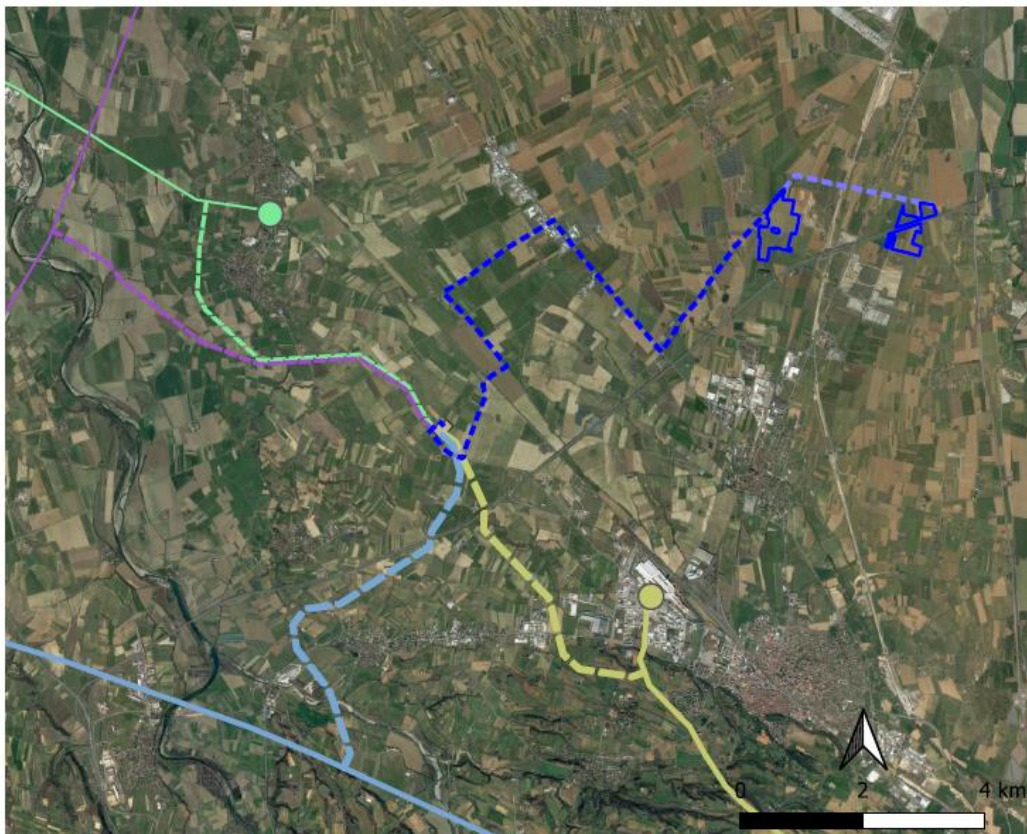
Visto quanto sopra descritto ed essendo il tragitto del cavidotto non interessato dalla presenza di attività a rischio e dall’implicazione dovuta alla presenza continua di persone lungo il suo percorso, si ritiene che la profondità di posa scelta ($1,5 \text{ m}$) sia idonea ai sensi del DPCM 08/07/2003.

8.8 Stima preliminare compatibilità E.M. opere di rete Terna

L’impianto di rete per la connessione della centrale fotovoltaica prevede la realizzazione di una Nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 220/132/36 kV collegata in entra esci: - alla linea RTN a 220 kV “Casanova – Vignole Borbera”; - alla linea RTN a 220 kV “Italsider Novi – Vignole Borbera”; - alla linea RTN a 132 kV “Aulara – Frugarolo”; - alla linea RTN a 132 kV “Sezzadio – Spinetta Centrale”.

8.8.1 Compatibilità E.M. nuova SE 220/132/36 kV

La collocazione della nuova SE denominata “Mandrino” di trasformazione 220/132/36 kV è prevista all’interno di una zona agricola situata nel territorio extraurbano del comune di Bosco Marengo (AL).



Legenda:

Area di impianto	 Nuova Stazione Elettrica “Mandrino” 220/132/36 kV
 Confini catastali	Opere esistenti
Opere di utenza per la connessione	 CP Enel Distribuzione Frugarolo 132 kV
 Cavidotto 36 kV interconnessione lotti Est e Ovest	 SSE industrial Ital Novi 220 kV
 Cavidotto 36 kV di connessione alla Stazione Elettrica	 Vignole-Ital Novi 220 kV
Opere di rete per la connessione	 Vignole-Casanova 220 kV
 Nuovi raccordi aerei linea Vignole-Casanova 220 kV	 Spinetta-Sezzadio 132 kV
 Nuovi raccordi aerei linea Vignole-Ital Novi 220 kV	 Aulara-Frugarolo 132 kV
 Nuovi raccordi aerei linea Spinetta-Sezzadio 132 kV	
 Nuovi raccordi aerei linea Aulara-Frugarolo 132 kV	

Figura 8-12 – Inquadramento nuova SE su ortofoto

Il lotto è censito al catasto dei terreni al foglio 57, particelle 5, 34, 35, 36 del comune di Bosco Marengo e si trova all'interno di un sito prevalentemente pianeggiante, con pendenze medie nell'ordine del 1-2%. Il sito ha accessibilità diretta dalla Strada Provinciale SP 154 “Bosco Marengo – Novi Ligure”.

Renantis, in quanto società capofila, si occuperà della progettazione della nuova Stazione Elettrica e dei relativi raccordi. Le consistenze necessarie per la progettazione della nuova SE, la quale sarà dotata di n.16 passi sbarra a 220 kV e n.13 passi sbarra a 132 kV; in particolare sono previste le seguenti opere per la sezione 220 kV:

- n.2 stalli per entra-esce alla linea Casanova – Vignole B.
- n.2 stalli per entra-esce alla linea Italsider Novi – Vignole B.
- n.3 stalli Trafo 220/36 kV (250MVA)
- n.2 stalli per il parallelo;
- n.1 stallo attrezzato per possibile reattore / compensatore sincrono;
- n.2 stalli ATR 220/132 kV (250MVA);
- n.3/4 passi sbarra per future connessioni / opere di rete;

E le seguenti opere per la sezione 132 kV:

- n.1 stallo per linea su SE SPINETTA;
- n.2 stalli per entra-esce alla linea Aulara – Frugarolo;
- n.2 stalli per entra-esce alla linea Sezzadio – C.le Spinetta;
- n.2 stalli per possibile doppia antenna su SE OVIGLIO;
- n.2 stalli parallelo;
- n.2 stalli per ATR 220/132 kV (250MVA);
- n.2 passi sbarra per connessioni 132 kV;

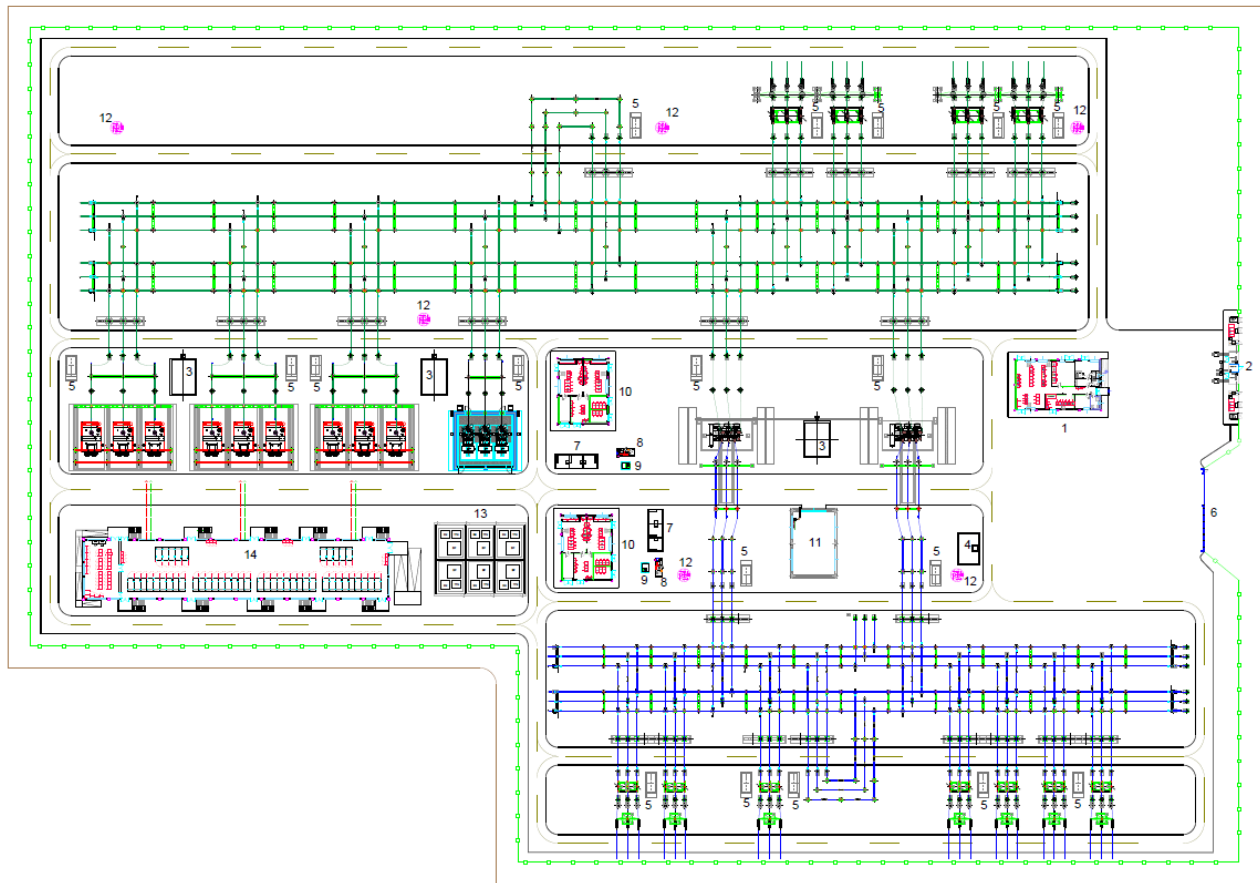


Figura 8-13 – Planimetria preliminare studio prefattibilità nuova SE Terna

Di seguito si riportano una serie di misure di campo elettrico e magnetico al suolo all'interno di una tipica stazione 380/132 kV di Terna, ritenute conservative per il caso della nuova SE Mandrino di trasformazione 220/132/36 kV.

Nelle tabelle riportate in seguito sono riportati una sintesi di risultati delle misure del campo elettrico e magnetico in varie aree della stazione (A, B, C, D). Per quanto riguarda le registrazioni effettuate con l'unità mobile, il grafico riportato 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 a 380 kV.

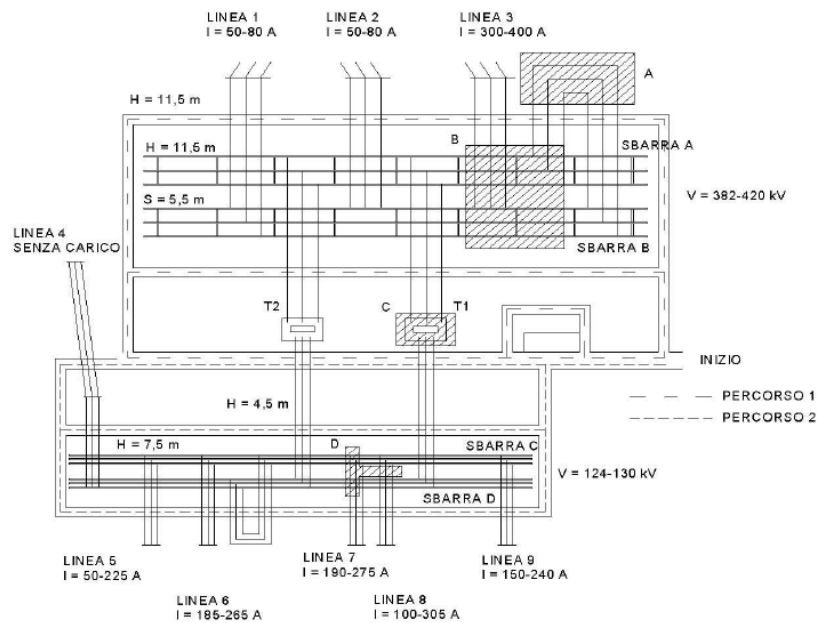


Figura 8-14 – Pianta tipica di una stazione 380/132 kV di Terna con indicazione dei punti di misura

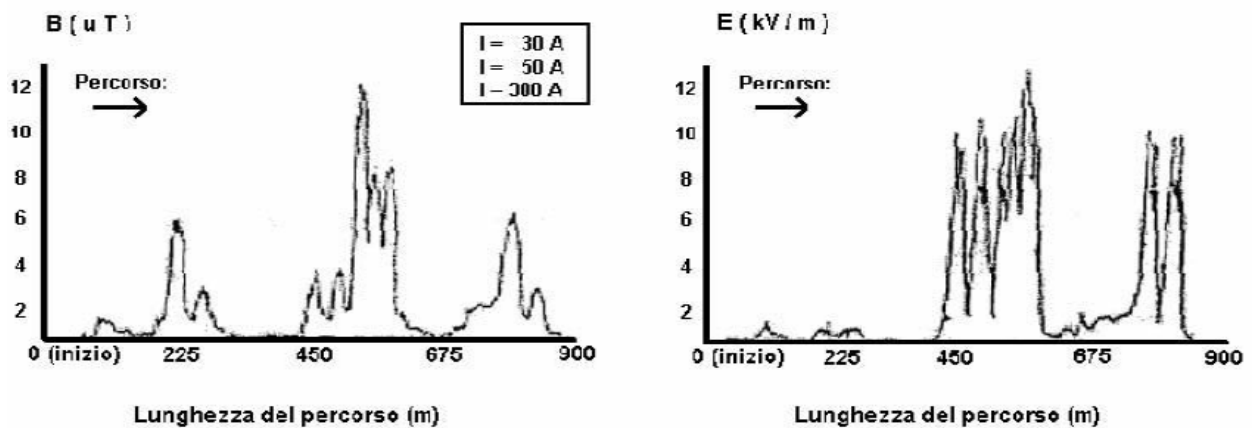


Figura 8-15 – Misure del campo magnetico ed elettrico lungo le vie interne della sezione a 380 kV

Area	Numero di punti di misura	Campo Elettrico (kV/m)			Induzione Magnetica (µT)		
		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

Figura 8-16 – Misure del campo elettrico e magnetico interno alla SE

8.8.2 Compatibilità E.M. nuovi raccordi a 132 kV e 220 kV

La soluzione individuata prevede la realizzazione di n.8 linee aeree a singola terna in entra-esci alla nuova SE “Mandrino”:

- SE Vignole Borbera 380/220/132 kV (Terna) – SE Mandrino 220/132/36 kV (Terna) – SE Italsider Novi 220 kV (industriale); **Tensione 220 kV**
 - Direzione “Mandrino” → “Italsider Novi” L= 5'689 metri
 - Direzione “Mandrino” → “Vignole” L= 5'722 metri
- SE Vignole Borbera 380/220/132 kV (Terna) – SE Mandrino 220/132/36 kV (Terna) – SE Casanova 380/220/132 kV (Terna); **Tensione 220 kV**
 - Direzione “Mandrino” → “Vignole” L= 7'316 metri
 - Direzione “Mandrino” → “Casanova” L= 7'277 metri
- CP Sezzadio 132 kV (E-distribuzione) – SE Mandrino 220/132/36 kV (Terna) – Spinetta S/E 132 kV (Industriale); **Tensione 132 kV**
 - Direzione “Mandrino” → “Sezzadio” L= 7'436 metri
 - Direzione “Mandrino” → “Spinetta” L= 7'446 metri
- CP Frugarolo 132 kV (E-distribuzione) – SE Mandrino 220/132/36 kV (Terna) – CP Aulara 132 kV (E-distribuzione); **Tensione 132 kV**
 - Direzione “Mandrino” → “Frugarolo” L= 6'746 metri
 - Direzione “Mandrino” → “Aulara” L= 6'776 metri

E' prevista la realizzazione complessiva di 26,00 km di raccordi aerei a singola terna alla tensione nominale di 220 kV e 28,40 km di raccordi aerei a singola terna alla tensione nominale di 132 kV.



Legenda:

- | | |
|--|--|
| Confini comunali | Nuovi raccordi aerei linea Aulara-Frugarolo 132 kV |
| Area di impianto | Nuova Stazione Elettrica "Mandrino" 220/132/36 kV |
| Confini catastali | Opere esistenti |
| Opere di utenza per la connessione | CP Enel Distribuzione Frugarolo 132 kV |
| Cavidotto 36 kV interconnessione lotti Est e Ovest | SSE industrial Ital Novi 220 kV |
| Cavidotto 36 kV di connessione alla Stazione Elettrica | Vignole-Ital Novi 220 kV |
| Opere di rete per la connessione | Vignole-Casanova 220 kV |
| Nuovi raccordi aerei linea Vignole-Casanova 220 kV | Spinetta-Sezzadio 132 kV |
| Nuovi raccordi aerei linea Vignole-Ital Novi 220 kV | Aulara-Frugarolo 132 kV |
| Nuovi raccordi aerei linea Spinetta-Sezzadio 132 kV | |

Figura 8-17 – Nuovi raccordi aerei a 132 e 220 kV

I nuovi raccordi aerei interesseranno il territorio comunale di Novi Ligure, Basaluzzo, Capriata D’Orba, Fresonara, Casal Cermelli, Bosco Marengo, Frugarolo, tutti nella provincia di Alessandria.

8.8.2.1 Nuovi raccordi a 220 kV

Nelle linee a 220 kV, la palificazione è usualmente realizzata con sostegni tradizionali tubolari e/o a traliccio, ovvero di altre tipologie anche innovative ed ambientalmente sostenibili. Ogni fase è costituita generalmente da n.1 conduttore di energia costituito da una corda di alluminio-acciaio con un diametro di 31,50 mm. Le principali caratteristiche elettriche sono le seguenti:

- Tensione nominale 220 kV c.a.
- Frequenza nominale 50 Hz
- Intensità di corrente nominale 500 A (per fase)
- Potenza nominale 200 MVA (per terna)

In dipendenza della tipologia di palo in progetto, si può utilizzare sia fune di guardia d'acciaio (o acciaio rivestito di alluminio) che fune di guardia con fibre ottiche.

E' prevista la realizzazione di circa 26,00 km di raccordi aerei a singola terna, con tensione nominale pari a 220 kV. Come riportato nel paragrafo precedente, esistono varie tipologie di sostegni impiegati per linee a doppia terna 220 kV, in Figura 8-18 sono riportate viste dei tralicci realizzati per le linee esistenti a cui si dovrà raccordare la nuova SE. Si prevede in questa fase, che le medesime tipologie di sostegni possano essere realizzate anche per i nuovi raccordi da inserire in entra-esci alla nuova SE.

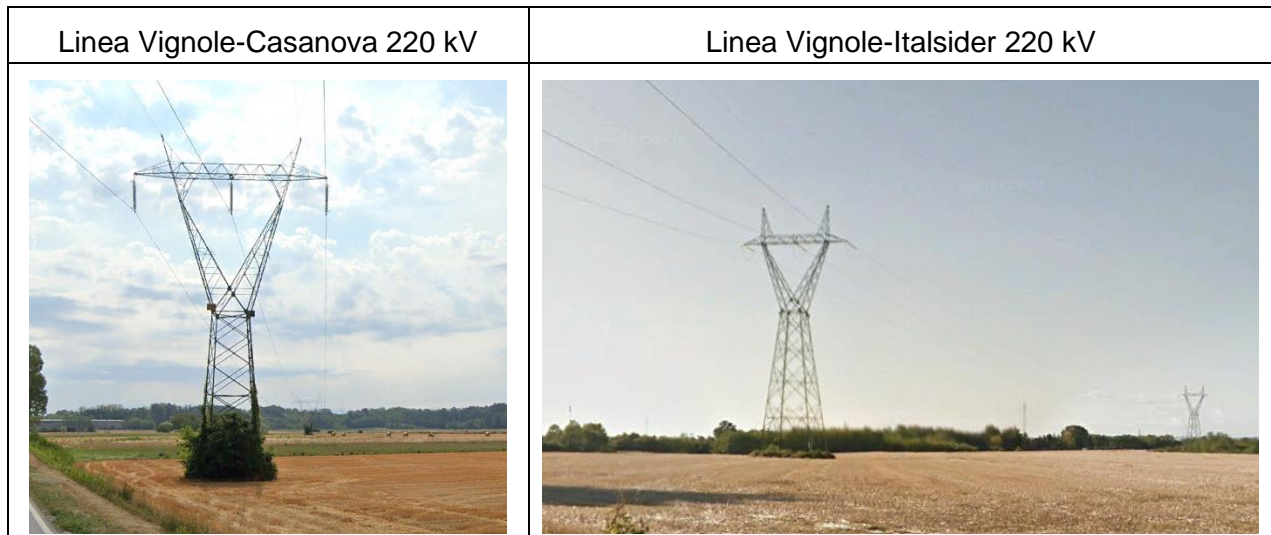


Figura 8-18 – Sostegni esistenti per linee a 220 kV

- Campata media prevista: 350 metri;
- Altezza sostegni: variabile in funzione del profilo altimetrico e delle prestazioni a cui gli stessi devono resistere, di norma tra 12 m e 36 m;

All'interno delle Linee Guida di Enel Distribuzione “Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche” non sono riportate queste tipologie di raccordi, la DPA è cautelativamente stimata pari a 30 metri dall'asse della linea aerea. Non è presente alcun recettore dall'asse centrale dei raccordi aerei da realizzare in entra-esci alla nuova SE.

8.8.2.2 Nuovi raccordi a 132 kV

Nelle linee a 132-150 kV, la palificazione è usualmente realizzata con sostegni tradizionali tubolari e/o a traliccio, ovvero di altre tipologie anche innovative ed ambientalmente sostenibili.

Ogni fase è costituita da n.1 conduttore di energia costituito da una corda di alluminio-acciaio con un diametro di 31,50 mm. Le principali caratteristiche elettriche sono le seguenti:

- Tensione nominale 132-150 kV c.a.
- Frequenza nominale 50 Hz
- Intensità di corrente nominale 500 A (per fase)
- Potenza nominale 120-130 MVA (per terna)

In dipendenza della tipologia di palo in progetto, si può utilizzare sia fune di guardia d'acciaio (o acciaio rivestito di alluminio) che fune di guardia con fibre ottiche.

E' prevista la realizzazione di circa 28,40 km di raccordi aerei a doppia terna, con tensione nominale pari a 132 kV. Come riportato precedentemente, esistono varie tipologie di sostegni impiegati per linee a singola terna a 132 kV, in Figura 8-19 sono riportate viste dei tralicci realizzati per le linee esistenti a cui si dovrà raccordare la nuova SE. Si prevede in questa fase, che le medesime tipologie di sostegni possano essere realizzate anche per i nuovi raccordi da inserire in entra-esci alla nuova SE.

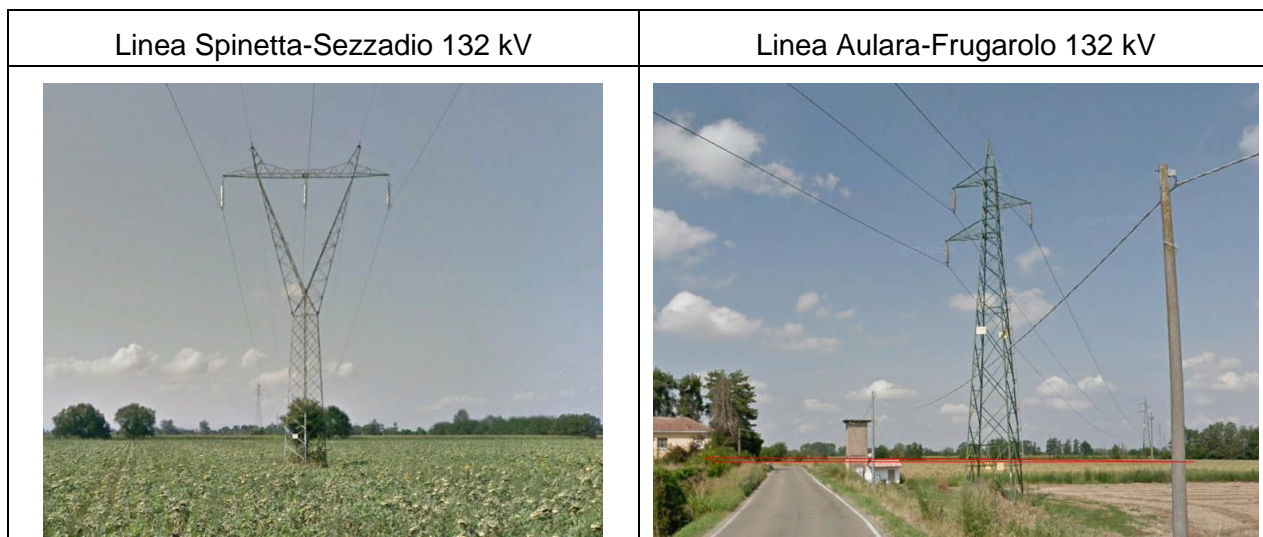
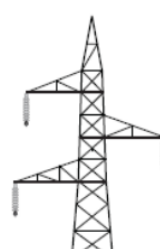
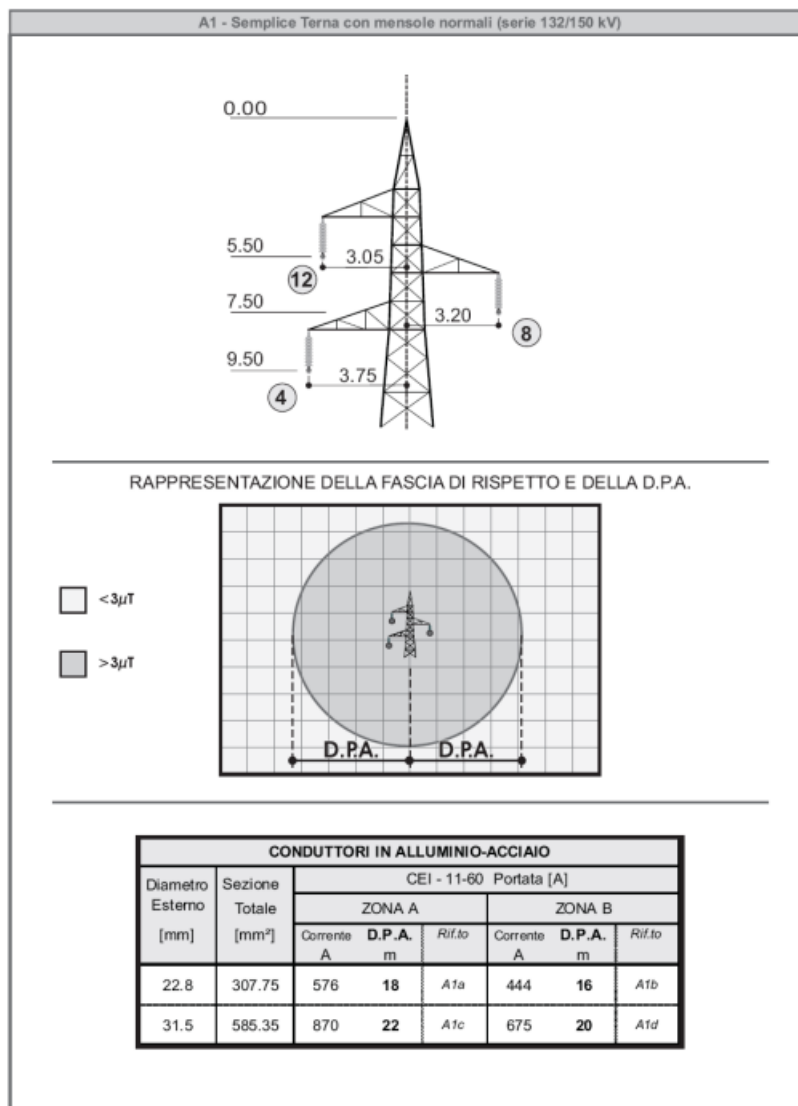


Figura 8-19 – Sostegni esistenti per linee a 132 kV

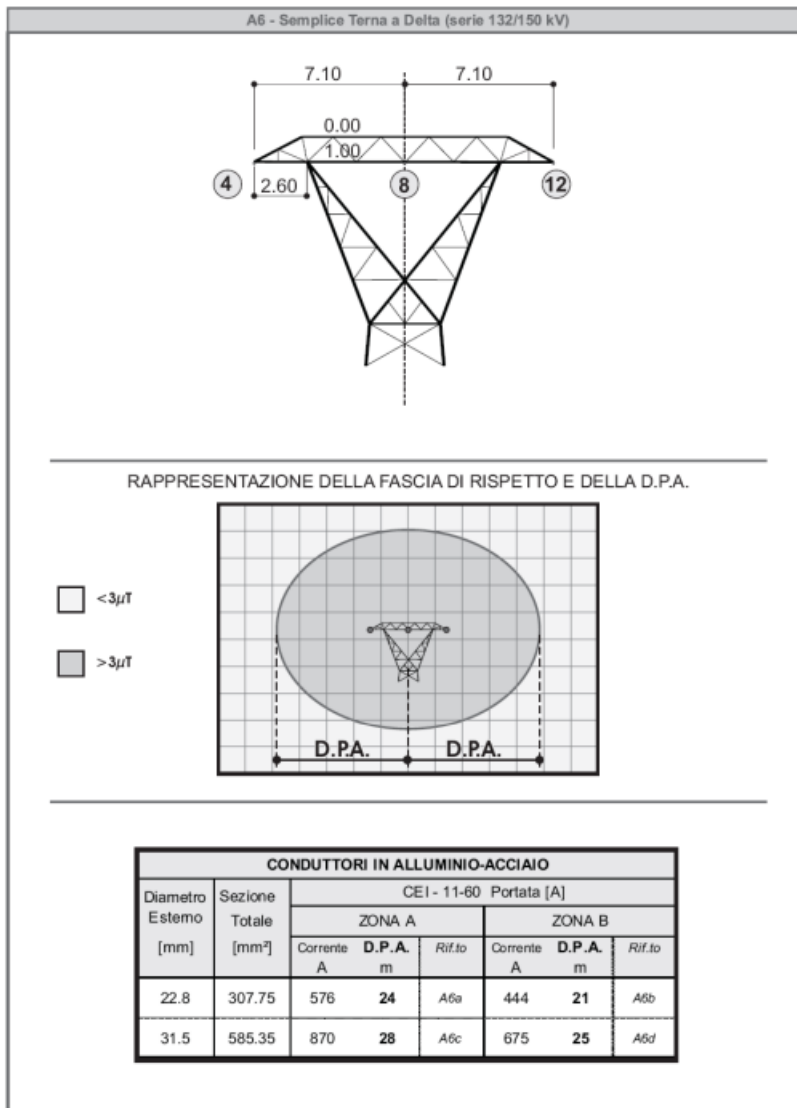
Per la linea “Aulara-Frugarolo” la DPA riportata dalle linee guida è pari ad un massimo di 22 metri dall’asse della linea.

Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente	DPA (m)	Rif.
Semplice Terna con mensole normali (serie 132/150 kV) <u>Scheda A1</u>	22.8 mm 307.75 mm²		576	18	A1a
			444	16	A1b
	31.5 mm 585.35 mm²		870	22	A1c
			675	20	A1d



Facendo riferimento alle linee guida di Enel-Distribuzione, per la linea “Spinetta-Sezzadio” la DPA è pari ad un massimo di 28 metri.

<p align="center">Semplice Terna a Delta (serie 132/150 kV)</p> <p align="center"><u>Scheda A6</u></p>	<p>22.8 mm 307.75 mm²</p>		576	24	A6a
			444	21	A6b
			870	28	A6c
			675	25	A6d
	<p>31.5 mm 585.35 mm²</p>				



Nella presente fase progettuale per entrambe le linee è ipotizzata cautelativamente una DPA pari a 30 metri dall’asse dei raccordi. All’interno del Piano Tecnico delle Opere saranno illustrati i calcoli di dettaglio dei campi elettromagnetici. Non è presente alcun recettore dall’asse centrale dei raccordi aerei da realizzare in entra-esci alla nuova SE.

9 Presenza di persone nell'impianto

La parte tecnica dell'impianto in progetto verrà gestito a distanza e non richiede presenza costante di personale durante il normale funzionamento; invece, in determinati periodi dell'anno, la conduzione delle attività agricole prevede la presenza di collaboratori agricoli.

Gli impianti delle apparecchiature elettromeccaniche saranno conformi alle normative in vigore in termini di protezione ed emissione di campi elettromagnetici. Non saranno presenti apparecchiature che introducono problematiche particolari in termini di emissione di onde elettromagnetiche e/o radiazioni non ionizzanti.

Il personale sarà presente solo saltuariamente per controlli e, quindi, con permanenze limitate. Non saranno previsti interventi tecnici che comportino una presenza superiore alle 4 ore. Per chi segue le attività agricole, invece, è possibile che permanga per un tempo superiore le 4 ore all'interno dell'area di impianto; tuttavia, gli operatori agricoli non stazioneranno in punti fissi, ma saranno in continuo movimento e, quindi, non saranno soggetti sempre agli stessi valori di induzione E.M.

Invece, la manutenzione delle stazioni di smistamento o delle power-station potrebbe esporre il personale a campi E.M.

Nella quasi totalità dei casi, la manutenzione nella parte di produzione e trasformazione, avviene con gli impianti in sicurezza, quindi, in assenza di tensione e corrente e, di conseguenza, anche in assenza di campi elettromagnetici.

In conclusione, per quanto sopra esposto, il personale non sarà esposto a rischi specifici.

10 Conclusione

La presente relazione ha valutato gli impatti dovuti all'inquinamento elettromagnetico, con individuazione delle fasce di rispetto, per gli elementi dell'impianto fotovoltaico in progetto.

L'impianto fotovoltaico presenta sezioni funzionanti in corrente continua e in corrente alternata, con tensioni nominali non superiori a 660 V c.a. e 1'500 V c.c, con l'eccezione delle dorsali interne all'area di impianto adibite alla distribuzione della potenza elettrica con funzionamento a 36 kV.

Le parti di impianto, assoggettabili al DM 29.05.08 sono costituite da:

- moduli fotovoltaici;
- unità di conversione e trasformazione power-stations collocate all'interno dei sottocampi nel parco solare;
- cabine di smistamento;
- elettrodotti a 36 kV interni all'area di impianto e di collegamento tra le cabine di smistamento;
- nuova Stazione Elettrica di trasformazione 220/132/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 220 kV “Casanova – Vignole Borbera” e alla linea RTN 220 kV “Italsider Novi – Vignole Borbera”;
- elettrodotto interrato in a 36 kV di connessione dell'impianto con la nuova SE di Terna da realizzare.
- Nuovi raccordi aerei a 132 kV e 220 kV da realizzare in entra-esci alla nuova SE.

I risultati ottenuti dal calcolo delle fasce di rispetto sono i seguenti:

1. Per i moduli fotovoltaici non è necessario assumere alcuna DPA in quanto gli elettrodotti sono percorsi da corrente continua di bassa entità e i cavi di polo opposto vengono accoppiati, in modo da annullare gli effetti elettromagnetici di uno con l'altro;
2. Nel caso delle unità di conversione c.c./c.a. (inverter centralizzate) non è necessario assumere alcuna DPA in quanto le apparecchiature scelte sono dotate delle opportune certificazioni di compatibilità elettromagnetica;
3. Nel caso dei punti di trasformazione BT/36 kV interne alle power-stations dei sottocampi, la DPA si può assumere pari a 7 m per tutte le taglie di potenza, ossia pari a quella calcolata per il caso peggiore (di potenza maggiore, 4'400 kV); per la cabina di smistamento si può assumere una DPA pari a 2 m, come da indicazioni Enel.
4. Per le linee a 36 kV relative alle connessioni tra le power stations e le cabine di smistamento non è necessario assumere alcuna DPA in quanto gli obiettivi di qualità per l'induzione magnetica, grazie al potere schermante del terreno, vengono raggiunti ad una distanza inferiore alla profondità di posa del cavidotto interrato;
5. Per le linee a 36 kV relative alla connessione tra la cabina di smistamento e la nuova Stazione Elettrica del proponente si ottengono risultati analoghi a quelli elencati nel punto 4;

RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

6. Per la nuova SE si può assumere una DPA pari a 30 metri dall'asse delle sezioni elettromeccaniche e dall'ingresso delle linee a 220 e 132 kV. Si sottolinea che i calcoli delle DPA delle opere in Alta Tensione saranno effettuati in dettaglio all'interno del Piano Tecnico delle opere di rete. I valori indicati all'interno della presente relazione sono del tutto indicativi ma considerati ragionevoli e cautelativi per le opere in progetto.
7. Per i nuovi raccordi a 220 kV e 132 kV da realizzare è necessario osservare delle DPA pari a 30 m.
8. In generale, non sono previste attività che comportino una permanenza prolungata di persone oltre le quattro ore giornaliere all'interno delle DPA sopra elencate;
9. Entro le distanze DPA sopra riportate non sono presenti recettori.

Per quanto analizzato, si può dunque concludere che non sono previsti impatti elettromagnetici significativi riconducibili al funzionamento dell'impianto.

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 4-1 – INQUADRAMENTO AREA IMPIANTO SU CARTA DE AGOSTINI.....	6
FIGURA 4-2 – INQUADRAMENTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E OPERE DI UTENZA SU ORTOFOTO	7
FIGURA 7-1 - FASCE DI RISPETTO E DPA IN CORRISPONDENZA DI METÀ CAMPATA E IN VICINANZA DEI SOSTEGNI	12
FIGURA 8-1 – FASCE DI RISPETTO CABINA SECONDARIA – ENEL DISTRIBUZIONE	17
FIGURA 8-2 – TIPOLOGICO DI POSA CAVIDOTTI A 36 kV INTERNI ALL’AREA DI IMPIANTO	20
FIGURA 8-3 – SCHEMA CIRCUITALE DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	21
FIGURA 8-4 – TIPOLOGICO DI POSA PER TRIPLA TERNA DI CAVI A TRIFOGLIO SULLO STESSO PIANO	22
FIGURA 8-5 – TIPOLOGICO DI POSA PER IL TRATTO A SINGOLA TERNA DEL CAVIDOTTO DI INTERCONNESSIONE TRA I DUE LOTTI DI IMPIANTO	23
FIGURA 8-6 – ANDAMENTO INDUZIONE CAMPO E.M. PER TRE CONDUTTORI UNIPOLARI POSATI A TRIFOGLIO PER IL CAVIDOTTO DI COLLEGAMENTO DEI DUE LOTTI DI IMPIANTO, IN FUNZIONE DELLA DISTANZA DAL CONDUTTORE. RIFERIMENTO CEI 106-11 ..	24
FIGURA 8-7 – TIPOLOGICO DI POSA PER IL CAVIDOTTO DI COLLEGAMENTO ALLA SE	25
FIGURA 8-8 - ESEMPIO DELLA DISPOSIZIONE DELLE FASI (T, R, S) ALL'INTERNO DI CAVIDOTTI POSATI A TRIFOGLIO.....	25
FIGURA 8-9 – DIAGRAMMA DELLO SFASAMENTO IN UN SISTEMA TRIFASE	26
FIGURA 8-10 – ANDAMENTO INDUZIONE E.M. RISPETTO ALL’ASSE DEL CAVIDOTTO, PER IL CAVIDOTTO DALLA CABINA DI SMISTAMENTO ALLA SE, IN FUNZIONE DELLA DISTANZA VERTICALE DAI CONDUTTORI. RIFERIMENTO CEI 106-11.....	26
FIGURA 8-11 - ANDAMENTO INDUZIONE E.M. RISPETTO A 0,8M DALLA MEZZERIA DEL CAVIDOTTO, PER IL TRATTO DALLA CABINA DI SMISTAMENTO ALLA SE, IN FUNZIONE DELLA DISTANZA VERTICALE DAI CONDUTTORI. RIFERIMENTO CEI 106-11.....	27
FIGURA 8-12 – INQUADRAMENTO NUOVA SE SU ORTOFOTO.....	28
FIGURA 8-13 – PLANIMETRIA PRELIMINARE STUDIO PREFATTIBILITÀ NUOVA SE TERNA	30
FIGURA 8-14 – PIANTE TIPICHE DI UNA STAZIONE 380/132 kV DI TERNA CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA	31
FIGURA 8-15 – MISURE DEL CAMPO MAGNETICO ED ELETTRICO LUNGO LE VIE INTERNE DELLA SEZIONE A 380 kV	31
FIGURA 8-16 – MISURE DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO INTERNO ALLA SE	31
FIGURA 8-17 – NUOVI RACCORDI AEREI A 132 E 220 kV	33
FIGURA 8-18 – SOSTEGNI ESISTENTI PER LINEE A 220 kV	34
FIGURA 8-19 – SOSTEGNI ESISTENTI PER LINEE A 132 kV	35

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 8-1 – DETTAGLIO POTENZE SOTTOCAMPI.....	15
TABELLA 8-2 – DATI DI PROGETTO DELLE SEZIONI FUNZIONANTI IN C.C. BT.....	19