

<b>Trina Atena Solar S.r.l.</b> Sede Legale : Piazza Borromeo 14, 20123 Milano, P. IVA 11542600967		CODE <b>SCS.DES.R.ELE.ITA.P.2051.013.00</b>
		PAGE 1 di/of 25

**TITLE:** Campi Magnetici **AVAILABLE LANGUAGE:** IT

IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA 10,275 MWp CON INTEGRAZIONE AGRICOLA,  
 UBICATO NEL COMUNE DI GROTTAGLIE (TA), LOCALITA' CONTRADA ANGIULLI SNC

## RELAZIONE CAMPI MAGNETICI

File name: Documentazione Specialistica\_07

<b>00</b>	<b>19/04/2020</b>	<b>EMISSIONE</b>	SCS INGEGNERIA	SCS INGEGNERIA	SCS INGEGNERIA
			V. DECAROLIS	S. MICCOLI	F. SPECCHIA
<b>REV.</b>	<b>DATE</b>	<b>DESCRIPTION</b>	<b>PREPARED</b>	<b>VERIFIED</b>	<b>APPROVED</b>

<b>SOGGETTO PROPONENTE / Proponent</b> <b>Trina Atena Solar S.r.l.</b> Sede Legale : Piazza Borromeo 14, 20123 Milano, P. IVA 11341420963	<b>PROGETTISTA / Technical Advisor</b> 	<b>PROGETTISTA / Technical Advisor</b> <b>ING. FEDERICA SPECCHIA</b> 
--	---	--

<b>IMPIANTO / Plant</b> <b>GROTTAGLIE</b> <b>(2051)</b>	<b>CODE</b>										
	GROUP	FUNCION	TYPE	DISCIPLINE	COUNTRY	TEC	PLANT	PROGRESSIVE	REVISION		
	<b>SCS</b>	<b>DES</b>	<b>R</b>	<b>G E N I T A P</b>		<b>2 0 5 1 0 1 3 0 0</b>					
<b>CLASSIFICATION:</b>				<b>UTILIZATION SCOPE : ITER AUTORIZATIVO</b>							

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....	4
2.1	D.P.C.M. 22.02.2001 n. 36 .....	5
2.2	D.M. Ambiente 29.05.2008 Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti .....	6
2.3	D.M. Ambiente 29.05.2008 – Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell’induzione magnetica .....	7
2.4	Linee Guida ENEL per applicazione del § 5.1.3 Allegato D.M. Ambiente 29.05.2008 .....	8
3	DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO .....	9
3.1	LAYOUT IMPIANTO .....	10
3.2	LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO .....	11
3.3	CABINE DI TRASFORMAZIONE .....	12
3.4	CABINA UTENTE E CABINA DI CONSEGNA .....	14
	Cabina di consegna e di sezionamento .....	14
	Cabina utente .....	17
4	FONTI DI EMISSIONE .....	18
5	VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO .....	19
6	VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO .....	19
7	VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO .....	20
8	METODOLOGIA DI CALCOLO .....	20
9	CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLE CABINE .....	20
	Cabina di Trasformazione .....	20
	Cabina Utente .....	21
9.1	Fascia di rispetto .....	22
9.2	VALUTAZIONE PREVENTIVA DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE .....	24
9.3	Abbattimento del campo elettrico .....	24
9.4	Conclusioni .....	25

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Layout d’impianto	10
Figura 2 Dimensioni dei cabinati di trasformazione MT/BT di campo	12
Figura 3 Datasheet Trasformatore MT/BT 1500 kVA	13
Figura 4 Datasheet Trasformatore MT/BT 2000 kVA	14
Figura 5: Cabina di consegna	16
Figura 6 Tipologico Cabina di Sezionamento	17
Figura 7: Cabina Utente (MT -TSA)	18
Figura 8: Planimetria cabina di trasformazione di campo	21
Figura 9 Planimetria cabina utente (MT + TSA e BT + SCADA)	21

## **1 PREMESSA**

La società "Trina Atena Solar S.r.l." è una società italiana del gruppo Trina Solar Italy System S.r.l.. Il gruppo, con sede legale a Milano in piazza Borromeo 14, fa capo alla multinazionale Trina Solar, società avente come base amministrativa e produttiva in Cina.

Trina Solar ha una presenza capillare in tutto il mondo con sedi locali nei principali mercati del fotovoltaico. Trina Solar Italy, è presente in Italia dal 2007 con i suoi uffici commerciali, di supporto tecnico e marketing.

Il presente progetto prevede la realizzazione, tramite la società di scopo Trina Atena Solar S.r.l., di un impianto fotovoltaico avente potenza DC pari a 10,275 MWp e una potenza AC pari a 8,500 MW. L'impianto è ubicato in agro del comune di Grottaglie, in provincia di Taranto, su un'area di circa 15,50 ha complessivi.

L'area di impianto è ubicata in contrada Angiulli SNC, a circa 6 chilometri a nord-ovest rispetto al centro abitato di Grottaglie.

Nei capitoli che seguono, dopo una breve presentazione del quadro normativo in materia di valutazione dell'impatto elettromagnetico prodotto dalle sorgenti di emissione, si illustreranno i calcoli e quindi le misure da adottare per la riduzione del rischio d'esposizione ai campi elettrici e magnetici.

## **2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO**

- Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 08/07/2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", G.U. 28 agosto 2003, n. 200;
- Decreto del 29/05/08, "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica";
- Linee Guida ENEL per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. Ambiente 29.05.2008 – Distanza di prima approssimazione (Dpa) da linee e cabine elettriche;
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- Legge 23 luglio 2009, n°99 , "Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia";
- DM del 29.5.2008, "Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- 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 1: Linee elettriche aeree e in cavo";
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche
- Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana".
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;

## **2.1 D.P.C.M. 22.02.2001 N. 36**

Il DPCM 22.02.2001 n. 36 detta i principi fondamentali diretti ad assicurare la tutela della salute dei lavoratori e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, promuovere la ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine ed assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio promuovendo l'innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l'intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili.

In particolare la legge trova applicazione, tra l'altro, agli elettrodotti intesi come insieme di linee elettriche, sottostazione e cabine di trasformazione.

In base alla legge quadro, per esposizione si intende la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. In base alla medesima legge, si intende per limite di esposizione il valore del campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute, da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori.

La legge quadro introduce altresì il valore di attenzione, quale valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate.

La stessa legge individua le funzioni dello Stato, delle Regioni, delle Province e dei Comuni.

In particolare, lo Stato esercita le funzioni relativamente a:

- determinazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, in relazione al preminente interesse nazionale per la definizione di criteri unitari e normative omogenee;
- promozione di attività di ricerca e sperimentazione tecnico – scientifica;
- istituzione del catasto nazionale delle sorgenti fisse e mobili dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici e delle zone territoriali interessate, al fine di rilevare i livelli di campo presenti nell'ambiente;
- determinazione dei criteri di elaborazione dei piani di risanamento;
- individuazione delle tecniche di misurazione e di rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico;
- realizzazione di accorsi di programma con i titolari di elettrodotti al fine di promuovere tecnologie e tecniche di costruzione degli impianti che consentano di minimizzare le emissioni e di tutelare il paesaggio;
- definizione dei tracciati degli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV;
- determinazione dei parametri per la previsione di fasce di rispetto per elettrodotti, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario o comunque ad uso comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

Le competenze delle regioni sono precisate dall'art. 8 della Legge n. 36/2001.

In particolare, nel rispetto dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità nonché dei criteri e delle modalità fissati dallo Stato, sono di competenza delle regioni, le seguenti funzioni:

- definizioni dei tracciati degli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV, con la previsione di fasce di rispetto e dell'obbligo di segnalarle;
- modalità per il rilascio delle autorizzazioni alla installazione degli impianti, in conformità ai criteri di semplificazione amministrativa, tenendo conto dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici preesistenti;
- realizzazione e gestione, in coordinamento con il catasto nazionale, di un catasto delle sorgenti fisse dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, al fine di rilevare i livelli dei campi sul territorio regionale, con riferimento alle condizioni di esposizione della popolazione;
- individuazione di strumenti ed azioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità;
- concorso all'approfondimento delle conoscenze scientifiche relative agli effetti per la salute derivanti dall'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

## **2.2 D.M. AMBIENTE 29.05.2008 APPROVAZIONE DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO PER LA DETERMINAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO PER GLI ELETTRODOTTI**

Con il D.M. 29.05.2008 viene approvata la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti elaborata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici nel rispetto dei principi della Legge Quadro n.36/2001 e del D.P.C.M. 08.07.2003.

La metodologia elaborata dall'ARPAT spiega che la tutela prevista dal DPCM 08.07.2003 si esplica sia sull'esercizio degli elettrodotti sia sulla regolamentazione delle nuove installazioni e/o dei nuovi insediamenti in prossimità di elettrodotti esistenti.

Il primo caso, che non è oggetto della metodologia, trova attuazione attraverso gli strumenti della vigilanza sul rispetto di limitazioni nell'esercizio degli elettrodotti e tiene conto dell'effettiva esposizione delle popolazioni.

Il secondo caso si attua mediante gli strumenti di pianificazione territoriale ed in particolare mediante la previsione di fasce di rispetto.

La metodologia approvata dal D.M.Ambiente 29.05.2008, elaborata dall'ARPAT ai sensi dell'art.6 comma 2 del DPCM 08.07.2003, ha lo scopo di fornire la procedura per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto, che devono attribuirsi ove sia applicabile, in base allo stesso DPCM, l'obiettivo di qualità.

Secondo la metodologia ARPAT, per "Fascia di rispetto" si intende lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra ed al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità, con la conseguenza che, in base all'art.4 comma 1 lettera h della Legge Quadro n.36/2001, all'interno delle fasce di

rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

In base alla stessa metodologia, per “Distanza di prima approssimazione” (Dpa) per le linee si intende 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.

Pertanto, per linee elettriche aeree e non, lo spazio costituito da tutti i punti caratterizzati da valori di induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità, definisce attorno ai conduttori un volume e, la superficie di questo volume delimita la fascia di rispetto pertinente ad una o più linee elettriche aeree e non.

Per le cabine, la “Distanza di prima approssimazione” è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

In ogni caso le superfici definite dai punti di valore equivalente all'obiettivo di qualità comprendono al loro interno tutti i punti con valore di induzione maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Ai sensi dell'art.6 comma 1 del DPCM 08.07.2003, la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata.

Per linee aeree con tensione superiore a 100 kV la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60.

Per gli elettrodotti aerei con tensione inferiore a 100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata di corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori.

Per le linee in cavo, la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente come definita nella norma CEI 11-17, ovvero il massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato.

In base al D.M. Ambiente 29.05.2008, restano escluse dall'applicazione della metodologia le linee esercite a frequenze diverse da quella di rete (50 Hz), le linee definite di classe zero e di prima classe secondo il D.I. 21.03.1988 n.449, nonché le linee in MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree) in quanto, in tutti questi casi, le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dal D.I. n.449/88 e dal D.M.LL.PP. del 16.01.1991.

### **2.3 D.M. AMBIENTE 29.05.2008 – APPROVAZIONE DELLE PROCEDURE DI MISURA E VALUTAZIONE DELL'INDUZIONE MAGNETICA**

Con il D.M. 29.05.2008 viene approvata la metodologia di calcolo per la procedura di misura e valutazione dell'induzione magnetica ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità, elaborata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici nel rispetto dei principi della Legge Quadro n.36/2001 e del D.P.C.M. 08.07.2003.

La metodologia elaborata dall'ARPAT spiega che le procedure individuate si riferiscono a valutazioni dell'induzione magnetica basate su misure e non su simulazioni modellistiche, rivestono carattere di ampia generalità e risultano applicabili anche a casi particolari.

La tutela di cui al DPCM 08.07.2003 si esplica sia sull'esercizio degli elettrodotti sia sulla progettazione delle nuove installazioni e (o nuovi insediamenti presso elettrodotti preesistenti. L'attuazione della vigilanza sul rispetto di limitazione nell'esercizio degli elettrodotti tiene conto dell'effettiva esposizione delle popolazioni. La grandezza fisica oggetto dei controlli è l'induzione magnetica, variabile in funzione della richiesta dell'utenza, della disponibilità di energia e delle condizioni di carico della rete.

L'art.3 comma 2 del DPCM 08.07.2003 prescrive che si assuma per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10  $\mu$ T, inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

L'art.4 comma 2 del DPCM 08.07.2003 fissa l'obiettivo di qualità in 3  $\mu$ T, inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Nello stesso tempo, la metodologia spiega che le misure ai fini del non superamento dei limiti di esposizione non sono oggetto del documento elaborato.

L'art.5 comma 1 del DPCM 08.07.2003 prescrive che le tecniche di misurazione da adottare sono quelle della norma CEI 211-6 (data di pubblicazione 2001-01) e successivi aggiornamenti.

Il valore di induzione magnetica utile per la valutazione del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità si ottiene come mediana dei valori registrati durante le misure dirette prolungate per almeno 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. La frequenza di campionamento deve essere rappresentativa dell'andamento dell'induzione nelle 24 ore e comunque con acquisizione non inferiore ad un campione al minuto.

## **2.4 LINEE GUIDA ENEL PER APPLICAZIONE DEL § 5.1.3 ALLEGATO D.M. AMBIENTE 29.05.2008**

Il documento fa seguito ad una precedente pubblicazione ENEL contenente l'Istruzione Operativa "Campi magnetici da correnti a 50 Hz – Distanza di Prima Approssimazione (Dpa) da linee e cabine elettriche", emanata al fine di dare un indirizzo comune a tutte le unità produttive relativamente all'iter autorizzativo per la costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e cabine elettriche) ed alla fornitura di dati tecnici su richiesta delle amministrazioni locali, in sede di progettazione di nuovi luoghi tutelati, pubblici o privati.

Analogamente, le Linee Guida sono state elaborate da Enel Distribuzione S.p.A. al fine di semplificare ed uniformare l'approccio al calcolo della Distanza di prima approssimazione dei propri impianti, utilizzabile sia da parte dei privati in sede di realizzazione di nuovi insediamenti sia da parte degli organi di controllo in sede di verifica.

La Dpa viene calcolata in conformità alla norma CEI 211 - 4 per le tipologie standard di linee e cabine elettriche AT e MT di proprietà Enel Distribuzione S.p.A., in funzione della geometria dei

conduttori e della portata di corrente in servizio normale, nei seguenti casi:

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

In particolare, nel caso di cabine elettriche, secondo il § 5.2 dell'allegato al DM 29.05.2008, la fascia di rispetto viene calcolata con le seguenti modalità:

- Cabine Primarie: generalmente la *Dpa* rientra nel perimetro dell'impianto in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro;
- Cabine Secondarie: nel caso di cabine tipo box (mediamente con dimensioni in pianta di m 4.0 x m 2.40 con altezza di m 2.4-2.7 ed unico trasformatore) o similari, la *Dpa* intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, viene calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale (*I*) in BT di uscita dal trasformatore e con la distanza tra le fasi pari al diametro reale del cavo (*x*), in base alla seguente relazione:

$$Dpa = 0,40942 * x^{0.5241} * I^{1/2}$$

Nel caso di Cabine Secondarie di sola consegna MT, la *Dpa* da considerare è quella della linea MT entrante/uscente e, qualora sia presente anche un trasformatore e la cabina sia assimilabile ad un box, la *Dpa* viene calcolata con la stessa formula.

Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore, viene considerato il cavo unipolare di diametro maggiore.

### 3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico in progetto è costituito da 18.681 moduli del tipo "TSM-DEG19C.20" con potenza nominale pari a 550 Wp, per una potenza complessiva di 10,275 MWp, distribuita in due aree ciascuno caratterizzato da un numero pari a tre e due sottocampi individuati ognuno da un gruppo di trasformazione MT/BT. Di seguito il dettaglio di ciascun lotto e quindi di ciascun sottocampo facente parte dello stesso:

#### Area ad Ovest

Il "Sottocampo 1" comprende 112 stringhe da 39 moduli per un totale di 4.368 moduli.

Il "Sottocampo 2" comprende 85 stringhe da 39 moduli per un totale di 3.315 moduli.

Il "Sottocampo 3" comprende 113 stringhe da 39 moduli per un totale di 4.407 moduli.

#### Area ad Est

Il "Sottocampo 4" comprende 85 stringhe da 39 moduli per un totale di 3.315 moduli.

Il "Sottocampo 5" comprende 84 stringhe da 39 moduli per un totale di 3.276 moduli.

Le uscite in corrente alternata a 20 kV dei trasformatori installati all'interno delle Cabine di

trasformazione convergeranno nel quadro di media tensione posto all'interno della Cabina di Utenza presso l'impianto.

Le dorsali in media tensione saranno costituite da una o più terne di cavi interrati il cui percorso, a partire dalla Cabine di Trasformazione, seguirà per quanto possibile il tracciato della viabilità interna verso la Cabina Utenza.

I sottocampi sopra elencati, ai fini della configurazione elettrica, possono essere associati ai cabinati di trasformazione. Si possono individuare i sottocampi da 1, 2 e 3 all'interno dell'area ad ovest e quelli 4 e 5 all'interno dell'area ad est. Seguendo l'ordine sopra menzionato, si riportano le associazioni sottocampo - cabinato di trasformazione:

- Sottocampo 1 - MV Block 1;
- Sottocampo 2 - MV Block 2;
- Sottocampo 3 - MV Block 3;
- Sottocampo 4 - MV Block 4;
- Sottocampo 4 - MV Block 5;

### 3.1 LAYOUT IMPIANTO

Il Layout d'impianto si suddivide in due aree distinte individuate nei riquadri come mostrato nella figura seguente. In particolare, l'area ad ovest si sviluppa a sinistra nella figura seguente, mentre l'area ad est si sviluppa a destra:

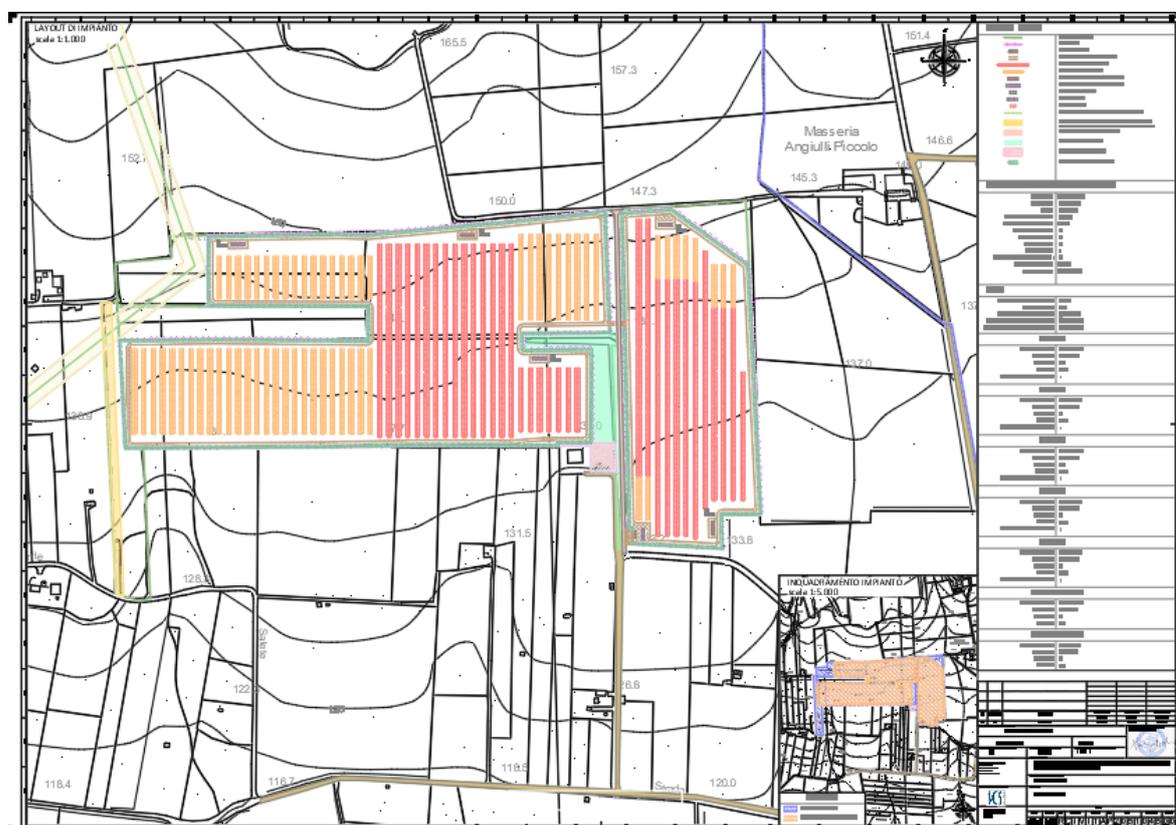


Figura 1: Layout d'impianto

### 3.2 LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO

I cavi MT prescelti, idonei per l'installazione nelle reti di distribuzione di energia, saranno del tipo 12/20 kV.

Saranno inoltre scelti con caratteristiche idonee per le installazioni fisse interne o esterne e adatti alla posa direttamente interrata.

E' stata definita la sezione del cavo in base alla portata tratta dalla norma IEC 60502 e ridotta con l'applicazione dei coefficienti di riduzione per tenere conto delle condizioni di posa.

I coefficienti applicati per la riduzione della portata nominale dei cavi sono:

- K1 fattore di correzione della temperatura del terreno diverso da 20°C (Tabella B.11);
- K2 fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano (Tabella B.19);
- K3 fattore di correzione per profondità di interramento diverso dal valore specificato 0,8 m (Tabella B.12);
- K4 fattore di correzione per resistività termica diversa dal valore specifico (Tabella B.15).

I coefficienti sono stati scelti considerando come riferimento i valori di seguito elencati:

- K1: (Temperatura del terreno 30°C) = 0,93
- K2: (numero di circuiti 2 installati nello stesso scavo a distanza 0,2 m) = 0,86
- K3: (profondità di posa a 1,0 m) = 0,98
- K4: (resistività termica del suolo 2 K\*m/W) = 0,9
- 

CIRCUITO MT		DETTAGLIO CIRCUITO		CARATTERISTI CHE DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO						
ORIGINE	DESTINAZIONE	SISTEMA	POTENZA TRASPORTATA (kVA)	V (kV)	Ib (A)	CONFORMAZIONE	LUNGHEZZA (m)	ΔV (%)	ΔP (%)	MATERIALE		V/Vm (kV)
										CONDUTTORE	ISOLANTE	
MV Block 1	MV Block 2	3φ	2000	20	57,7	(3 x 120 mm <sup>2</sup> )	280,3	0,05%	0,04%	AL	XLPE	12/20
MV Block 2	MV Block 3	3φ	3500	20	101	(3 x 120 mm <sup>2</sup> )	435,5	0,13%	0,11%	AL	XLPE	12/20
MV Block 3	CUTENTE	3φ	5000	20	158,8	(3 x 120 mm <sup>2</sup> )	425,9	0,20%	0,18%	AL	XLPE	12/20
MV Block 4	MV Block 5	3φ	1500	20	43,3	(3 x 120 mm <sup>2</sup> )	459,0	0,06%	0,05%	AL	XLPE	12/20
MV Block 5	CUTENTE	3φ	3000	20	86,6	(3 x 120 mm <sup>2</sup> )	130,5	0,03%	0,03%	AL	XLPE	12/20

**Tabella 1: Caratteristiche tecniche dei cavi di media tensione**

Tenuto conto che la massima corrente MT può essere assunta pari alla corrente nominale del trasformatore, la sezione scelta indicata nello schema unifilare è 120mmq, nettamente sovradimensionata rispetto ai parametri di funzionamento previsti.

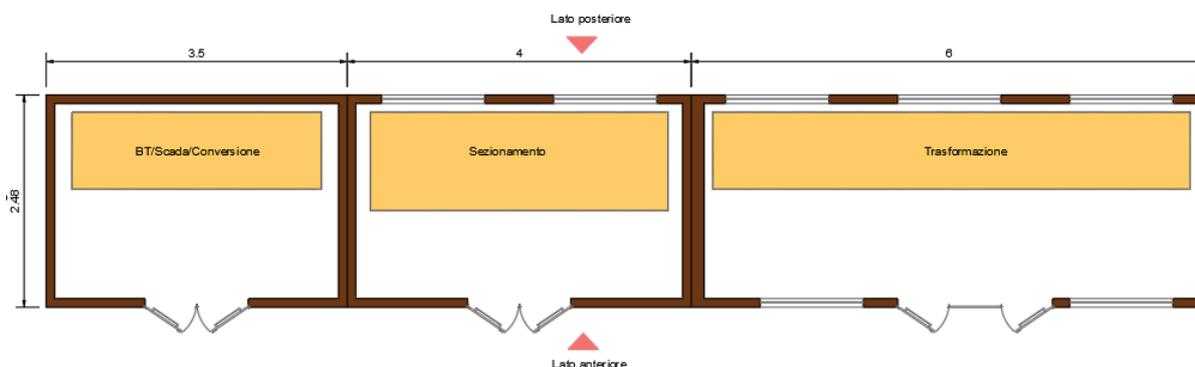
Inoltre tale scelta è determinata dalla tenuta del cavo alle possibili correnti di cortocircuito che potrebbero instaurarsi a livello dei quadri di media tensione prima dell'apertura del circuito da parte delle protezioni in caso di guasto. Queste correnti sono state considerate elevate in questa fase progettuale non di dettaglio.

Coerentemente con la suddivisione in sottocampi, l'intero sistema di distribuzione dell'energia delle cabine di trasformazione verso la cabina utente è articolato su n.2 linee di media tensione come indicato da tabella precedente.

E bene sottolineare che, sono esclusi dal presente studio tutti i collegamenti a 20 kV all'interno del campo fotovoltaico e tra questo e la cabina di consegna tra quest'ultima con la Cabina Primaria in quanto è previsto l'impiego di cavi cordati ad elica visibile, per il quale il DM 29/05/08 non ritiene necessario il calcolo del campo magnetico.

### 3.3 CABINE DI TRASFORMAZIONE

I cabinati di trasformazione presenti all'interno del campo fotovoltaico occupano rispettivamente una superficie di 1350 x 248 cm.



**Figura 2 Dimensioni dei cabinati di trasformazione MT/BT di campo**

All'interno delle cabine di trasformazione verranno convogliate le linee di trasporto della potenza AC di ciascuno string inverter di campo per l'innalzamento del livello di tensione da quello di uscita dello string inverter stesso (800 Vac) a quello della rete in MT (20 kV). Verrà inoltre prevista l'installazione di un trasformatore dedicato all'alimentazione dei servizi ausiliari di campo da 50 kVA.

Di seguito si riportano i dati tecnici dei trasformatori di potenza MT/BT a installarsi all'interno delle cabine di trasformazione.

**Trina Atena Solar S.r.l.**  
 Sede Legale :  
 Piazza Borromeo 14,  
 20123 Milano,  
 P. IVA 11542600967



CODE

**SCS.DES.R.ELE.ITA.P.2051.013.00**

PAGE

13 di/of 25

TECHNICAL DATA TRANSFORMER 1,5 MVA 20/0,8 KV	
<b>TECHNICAL DATA</b>	
RATED POWER	1500 kVA
FREQUENCY	50 Hz
PHASES	3
PRIMARY VOLTAGE	20 kV
PRIMARY TAPPING VOLTAGE RANGE	± 2x2,5%
ALTITUDE	<1000
PRIMARY CONNECTION	Delta
SECONDARY VOLTAGE	800
SECONDARY CONNECTION	Wye
WITHSTAND VOLTAGE Um/FI/IMP - PRIMARY	24/50/125
WITHSTAND VOLTAGE Um/FI/IMP - SECONDARY	3,6/10
PHASE DISPLACEMENT	Dy11
COOLING METHOD	ONAN
INSULATING MATERIAL CLASSIFICATION PRI/SEC	A/A
OPERATING TEMPERATURE MIN/MAX	- 25 / + 40° C
OIL/WINDINGS TEMPERATURE RISE (OIL/WINDINGS TEMPERATURE RISE FOR TEST)	60 / 65° C
HOTSPOT	< 78° C
NO-LOAD LOSSES (AT RATED VOLTAGE)	IEC60076 / UE 548-2014
LOAD LOSSES (AT 75° C)	IEC60076 / UE 548-2014
PEI	99,51 %
SHORT-CIRCUIT IMPEDANCE (AT 75° C) - PRI/SEC1+SEC2	6,0%
NO-LOAD CURRENT (AT RATED VOLTAGE)	< 0,5 %
WINDINGS MATERIAL	Al/Al
SOUND PRESSURE (AT 1 M DISTANCE)	< 59 dB(A)
WEIGHT	4500 Kg
DIMENSIONS	1900 x 1400 x 2500 H mm
MAX OIL QUANTITY	1000 kg
LV TERMINALS	Porcelain bushing for outdoor - Type 3,6 kV - 3150 A
MV TERMINALS	Plug-in bushing - Type C 36 kV - 630 A
INRUSH PEAK CURRENT KI	< 0,9 In
INRUSH DAMPING TIME	< 0,27 sec
DEGREE OF CORROSION	C4H (ISO 12944)
<b>ACCESSORIES</b>	
NAMEPLATE	YES, n. 2
ELETTROSTATIC SHIELD MV/LV	YES
FILLING PLUG	YES
DRAIN VALVE WITH SAMPLER DN40	YES, n. 2
PT100 PROBE	YES, n. 1
THERMOMETER WITH CONTACT (ALLARM AND TRIP)	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
PRESSURE RELIEF DEVICE WITH CONTACTS	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
GROUNDING TERMINALS	YES, n. 4
MT CABLE BOX WITH AREL LOCK	YES
LV CABLE BOX	YES
CONSERVATOR (WITHOUT RUBBER BAG)	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
TAP CHANGER (SIMPLE TYPE) WITH LOCK - 120 A 36 kv (70/170 kv)	YES
DEHIDRATING BREATHER	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
MARSHALLING KIOSK	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
FIXING BASE WITH ANTIVIBRATION PADS	YES
BUCHHOLZ AND OIL LEVEL WITH CONTACTS (ALLARM AND TRIP)	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
DGPT2	YES IF TYPE HERMETIC

**Figura 3 Datasheet Trasformatore MT/BT 1500 kVA**

TECHNICAL DATA TRANSFORMER 2 MVA 20/0,8 KV	
<b>TECHNICAL DATA</b>	
RATED POWER	2000 kVA
FREQUENCY	50 Hz
PHASES	3
PRIMARY VOLTAGE	20 kV
PRIMARY TAPPING VOLTAGE RANGE	± 2x2,5%
ALTITUDE	<1000
PRIMARY CONNECTION	Delta
SECONDARY VOLTAGE	800
SECONDARY CONNECTION	Wye
WITHSTAND VOLTAGE Um/FI/IMP - PRIMARY	24/50/125
WITHSTAND VOLTAGE Um/FI/IMP - SECONDARY	3,6/10
PHASE DISPLACEMENT	Dy11
COOLING METHOD	ONAN
INSULATING MATERIAL CLASSIFICATION PRI/SEC	A/A
OPERATING TEMPERATURE MIN/MAX	- 25 / + 40° C
OIL/WINDINGS TEMPERATURE RISE (OIL/WINDINGS TEMPERATURE RISE FOR TEST)	60 / 65° C
HOTSPOT	< 78° C
NO-LOAD LOSSES (AT RATED VOLTAGE)	IEC60076 / UE 548-2014
LOAD LOSSES (AT 75° C)	IEC60076 / UE 548-2014
PEI	99,51 %
SHORT-CIRCUIT IMPEDANCE (AT 75° C) - PRI/SEC1+SEC2	6 %
NO-LOAD CURRENT (AT RATED VOLTAGE)	< 0,5 %
WINDINGS MATERIAL	Al/Al
SOUND PRESSURE (AT 1 M DISTANCE)	< 59 dB(A)
WEIGHT	5200 Kg
DIMENSIONS	1900 x 1400 x 2500 H mm
MAX OIL QUANTITY	1200 kg
LV TERMINALS	Porcelain bushing for outdoor - Type 3,6 kV - 3150 A
MV TERMINALS	Plug-in bushing - Type C 36 kV - 630 A
INRUSH PEAK CURRENT Ki	< 0,9 In
INRUSH DAMPING TIME	< 0,27 sec
DEGREE OF CORROSION	C4H (ISO 12944)
<b>ACCESSORIES</b>	
NAMEPLATE	YES, n. 2
ELETTROSTATIC SHIELD MV/LV	YES
FILLING PLUG	YES
DRAIN VALVE WITH SAMPLER DN40	YES, n. 2
PT100 PROBE	YES, n. 1
THERMOMETER WITH CONTACT (ALLARM AND TRIP)	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
PRESSURE RELIEF DEVICE WITH CONTACTS	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
GROUNDING TERMINALS	YES, n. 4
MT CABLE BOX WITH AREL LOCK	YES
LV CABLE BOX	YES
CONSERVATOR (WITHOUT RUBBER BAG)	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
TAP CHANGER (SIMPLE TYPE) WITH LOCK - 120 A 36 Kv (70/170 kv)	YES
DEHIDRATING BREATHER	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
MARSHALLING KIOSK	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
FIXING BASE WITH ANTIVIBRATION PADS	YES
BUCHHOLZ AND OIL LEVEL WITH CONTACTS (ALLARM AND TRIP)	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
DGPT2	YES IF TYPE HERMETIC

Figura 4 Datasheet Trasformatore MT/BT 2000 kVA

### 3.4 CABINA UTENTE E CABINA DI CONSEGNA

#### Cabina di consegna e di sezionamento

La società e-distribuzione S.p.A. tramite codice di rintracciabilità **T0737814**, ha inoltrato il preventivo di connessione alla rete MT per l'impianto di produzione da fonte Solare sito nel Comune di Grottaglie (TA), in c.da Angiulli SNC per una potenza in immissione richiesta di 8500,00 kW. Di seguito vengono dettagliati i criteri di connessione alla rete del distributore:

L'impianto in questione sarà allacciato alla rete di Distribuzione, ad una tensione nominale a 20 kV, tramite la realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna da cabina primaria AT/MT "TARANTO NORD SEZMT". È prevista inoltre una richiusura su una linea MT aerea

esistente, LINEA MT MONTEMESOLA (D53027124), nella tratta tra i nodi "3-261887" e "4-160728". Nella tratta di connessione in cavo interrato tra la cabina di consegna e la cabina primaria AT/MT suddetta, è prevista la realizzazione di una cabina di sezionamento di tipo "box" caratterizzata da scomparti elettromeccanici di tipo motorizzato.

In particolare la STMG prevede la realizzazione dei seguenti impianti:

- SCOMPARTO INTERRUTTORE MT DI CABINA PRIMARIA ED APPARRECCHIATURE CONNESSE
- LINEA IN CAVO SOTTERRANEO AL 185 mm<sup>2</sup> SU TERRENO NATURALE: m 7410
- LINEA IN CAVO SOTTERRANEO AL 185 mm<sup>2</sup> SU STRADA ASFALTATA CON RIEMPIMENTO IN INERTE NATURALE ERIPRISTINI: m 1600
- CABINA DI SEZIONAMENTO UNIFICATA DI TIPO "BOX INSERITA SU LINEA IN CAVO SOTTERRANEO"
- ALLESTIMENTO CABINA DI CONSEGNA ENTRA-ESCE
- NUOVO DISPOSITIVO DI SEZIONAMENTO IN CABINA SECONDARIA ESISTENTE
- MONTAGGI ELETTROMECCANICI CON 2 SCOMPARTI DI LINEA+CONSEGNA: 1
- DISPOSITIVO DI SEZIONAMENTO MOTORIZZATO DA PALO SU LINEA AEREA ESISTENTE

La cabina di consegna sarà conforme alla specifica enel DG2092 mentre la cabina di sezionamento saranno conforme alla specifica enel DG2061 del distributore. Di seguito il dettaglio della cabina consegna e sezionamento:

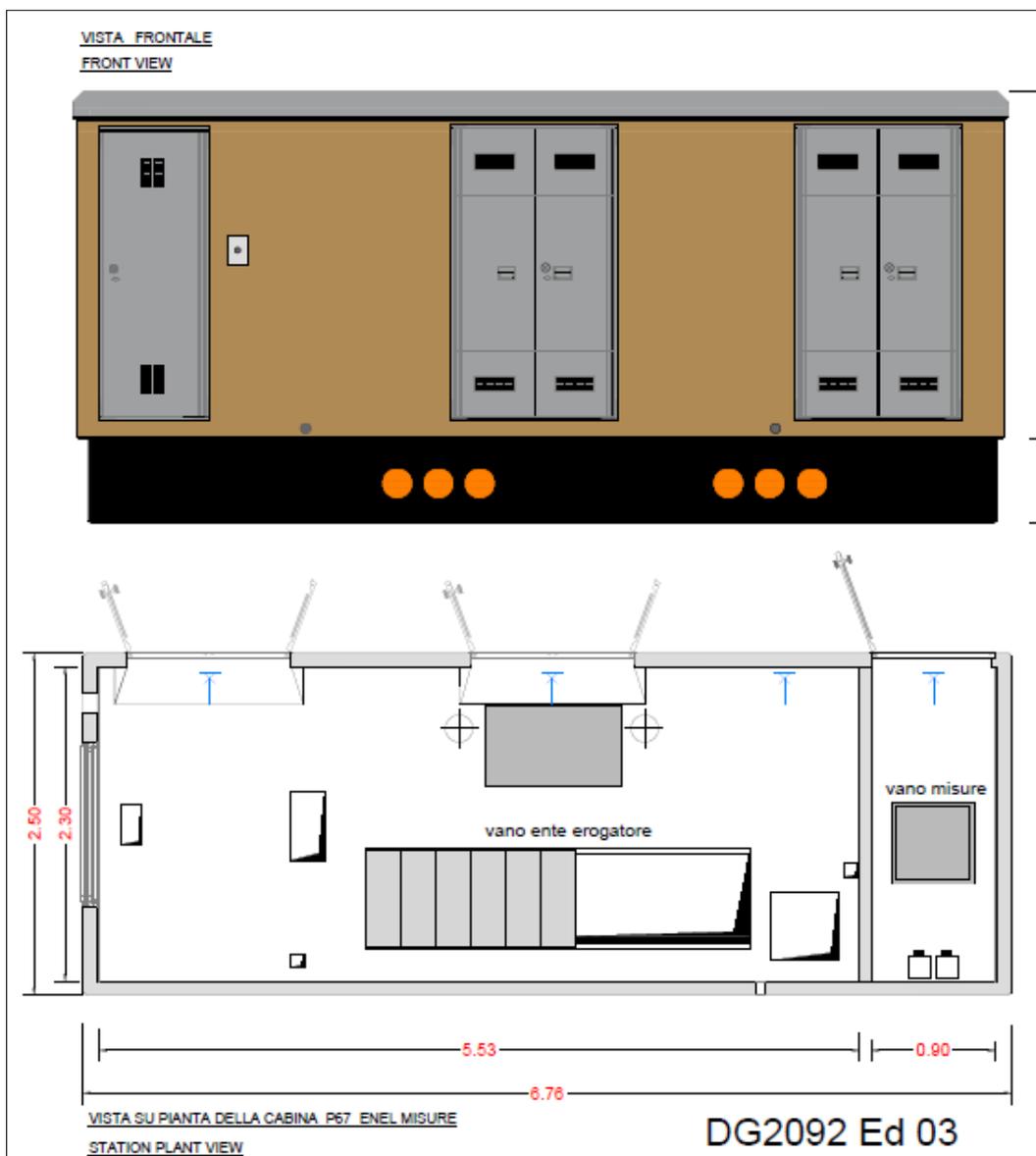


Figura 5: Cabina di consegna

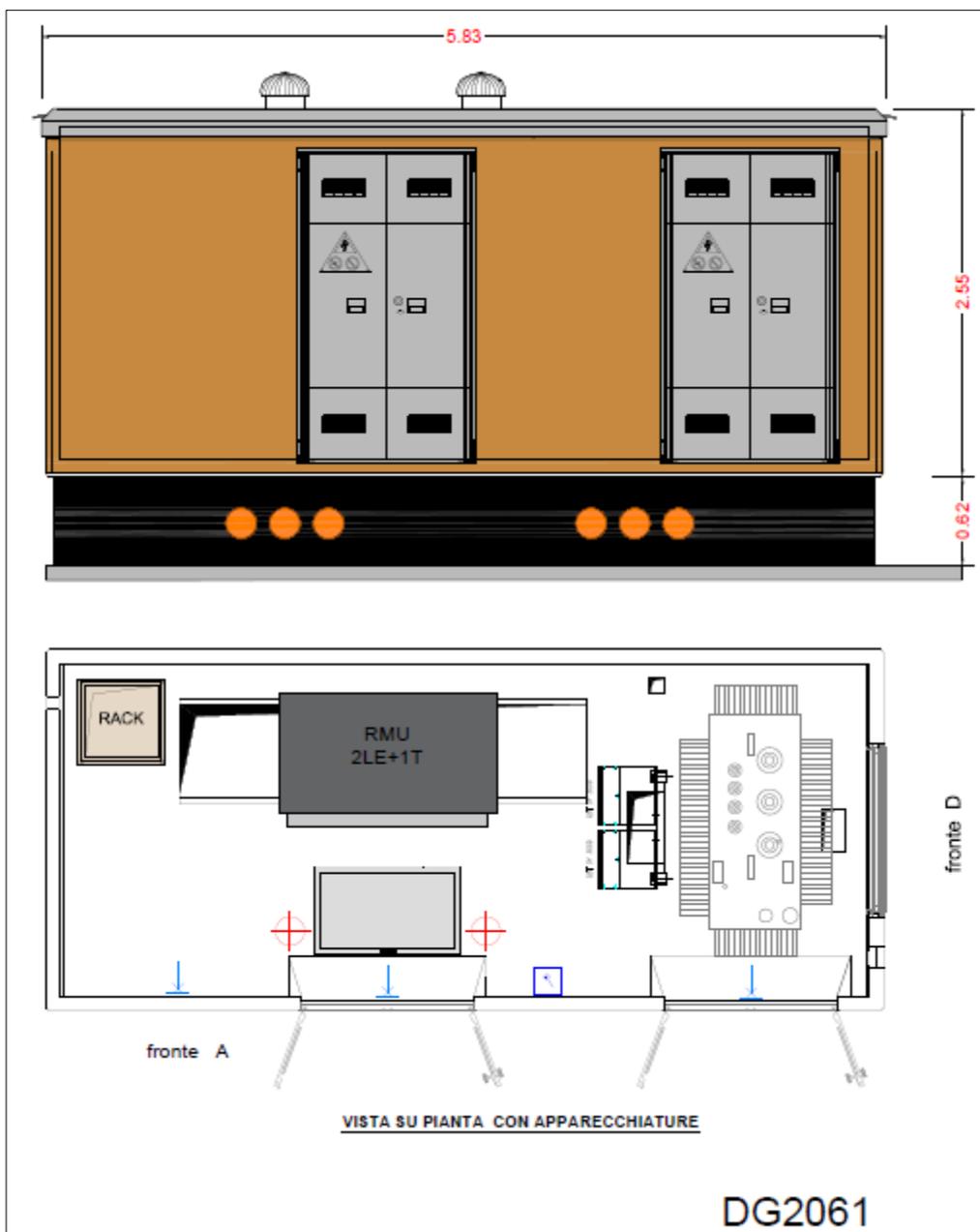


Figura 6 Tipologico Cabina di Sezionamento

### **Cabina utente**

L'impianto fotovoltaico è servito da una cabina utente costituita da 2 prefabbricati in c.a.; al loro interno troveranno posto i moduli contenenti le apparecchiature di comando, protezione e controllo.

In particolare la cabina è composta da:

1. Prefabbricato costituito da locale MT e locale trasformatore per servizi ausiliari (TSA). All'interno saranno alloggiate le apparecchiature di protezione, in particolare i dispositivi generali DG, di interfaccia DDI e misure;
2. Prefabbricato costituito da un locale SCADA e bt. All'interno saranno alloggiati gli apparati SCADA e telecontrollo nonché gli apparati per la registrazione dei parametri elettrici.

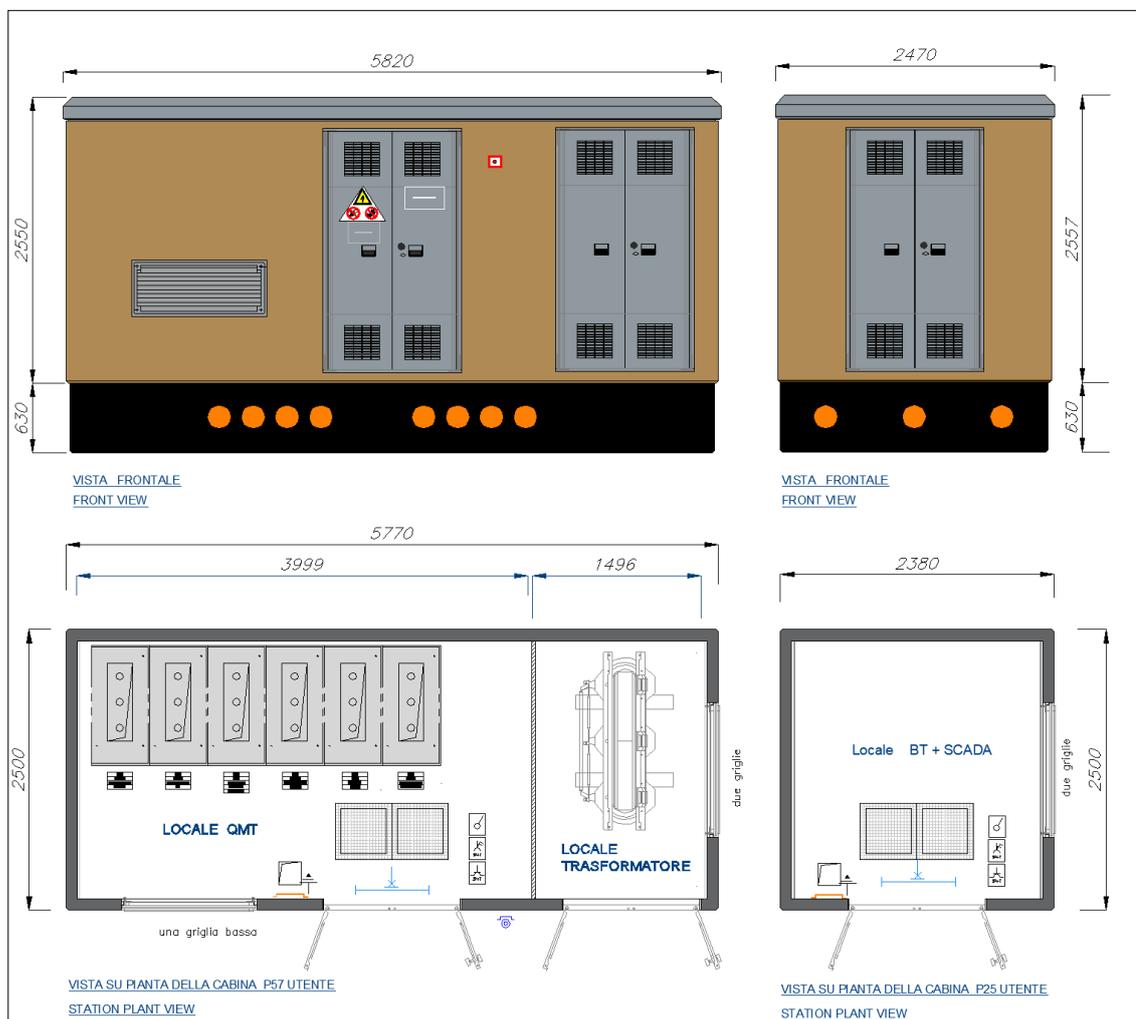


Figura 7: Cabina Utente (MT -TSA)

#### 4 FONTI DI EMISSIONE

Le apparecchiature elettromeccaniche previste nella realizzazione del parco fotovoltaico in oggetto generano normalmente, durante il loro funzionamento, campi elettromagnetici con radiazioni non ionizzanti.

In particolare, sono da considerarsi come sorgenti di campo elettromagnetico interne al parco fotovoltaico e al punto di consegna, le seguenti componenti:

- cabine di trasformazione;
- cabina utente di raccolta;
- cabina di consegna.
- cabina di sezionamento

Come previsto nel paragrafo 3.2 del DM 29/05/08, tutti i collegamenti a 20 kV sono escluse dall'applicazione del calcolo, in quanto nel progetto si è scelto di utilizzare linee in MT in cavo cordato ad elica.

In questo caso la fascia associabile ha ampiezza ridotta, inferiore alla distanza prevista dal Decreto Interministeriale n. 449/88 e dal decreto Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991.

Le rimanenti componenti dell'impianto (sezione BT, apparecchiature del sistema di controllo, etc) sono state giudicate non significative dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche, pertanto non verranno trattate ai fini della valutazione.

Di seguito verrà data una caratterizzazione delle sorgenti appena individuate.

## 5 VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO

Nella redazione della relazione tecnica sui campi elettromagnetici e sul contenimento del rischio di elettrocuzione è stato tenuto conto della normativa vigente in materia.

In particolare, sono state recepite le indicazioni contenute nel DPCM 08/07/2003, il quale fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti.

Si è, inoltre, tenuto conto di quanto previsto dal DM 29/05/2008 per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (metodologia di calcolo indicata dall'APAT), e della Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55.

## 6 VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO

Per quanto concerne il campo magnetico generato dagli elettrodotti, esistono tre diverse soglie cui fare riferimento, fissate attraverso il DPCM 8/07/2003.

L'art. 3 del citato decreto indica come soglie i valori dell'induzione magnetica mostrati in tabella.

Soglia	Valore limite del campo magnetico
<b>Limite di esposizione</b>	<b>100 <math>\mu</math>T</b> (da intendersi come valore efficace)
<b>Valore di attenzione</b> (misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere)	<b>10 <math>\mu</math>T</b> (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

**Obiettivo di qualità**

(nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio)

**3  $\mu$ T**

(da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni d'esercizio)

## 7 VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO

Per quanto concerne il campo elettrico, il DPCM 8/07/2003 stabilisce il valore limite di tale campo pari a 5kV/m, inteso come valore efficace.

## 8 METODOLOGIA DI CALCOLO

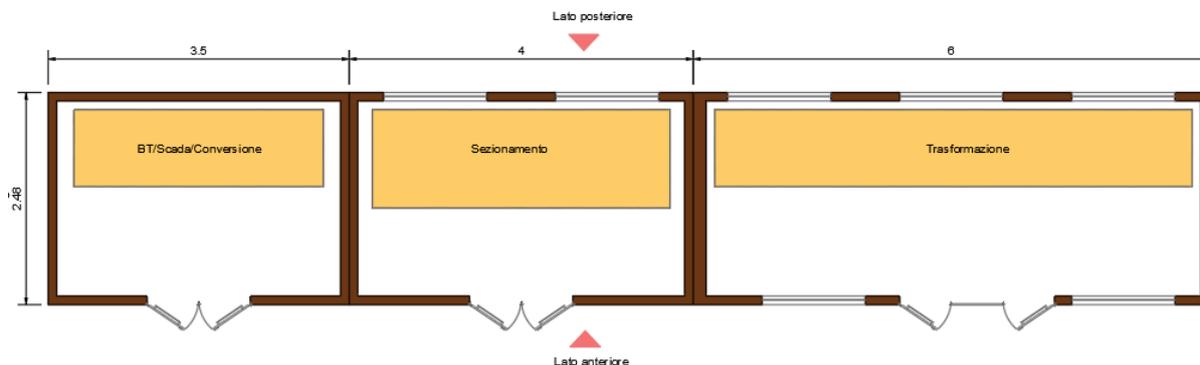
La metodologia di calcolo qui utilizzata è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4, considerato idoneo per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili per le linee aeree e in cavo interrato. Tale metodo, descritto nella guida CEI 106-11, alla quale si rimanda per i dettagli, è anche citato come utilizzabile nel Decreto 29/5/2008 per condizioni come quelle allo studio. Si tratta di un modello bidimensionale che applica la legge di Biot e Savart per determinare l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e quindi la legge di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale, tenendo ovviamente conto delle fasi delle correnti, supposte simmetriche ed equilibrate.

Come già anticipato sono esclusi dal presente studio tutti i collegamenti a 20 kV all'interno del campo fotovoltaico e tra questo e la cabina di consegna tra quest'ultima con la Cabina Primaria in quanto è previsto l'impiego di cavi cordati ad elica visibile, per il quale il DM 29/05/08 non ritiene necessario il calcolo del campo magnetico.

## 9 CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLE CABINE

### Cabina di Trasformazione

I cinque cabinati di trasformazione posizionati all'interno del parco fotovoltaico sono costituiti rispettivamente da un modulo prefabbricato di dimensioni 13,50 x 2,48 x 2,66 m.



**Figura 8: Planimetria cabina di trasformazione di campo**

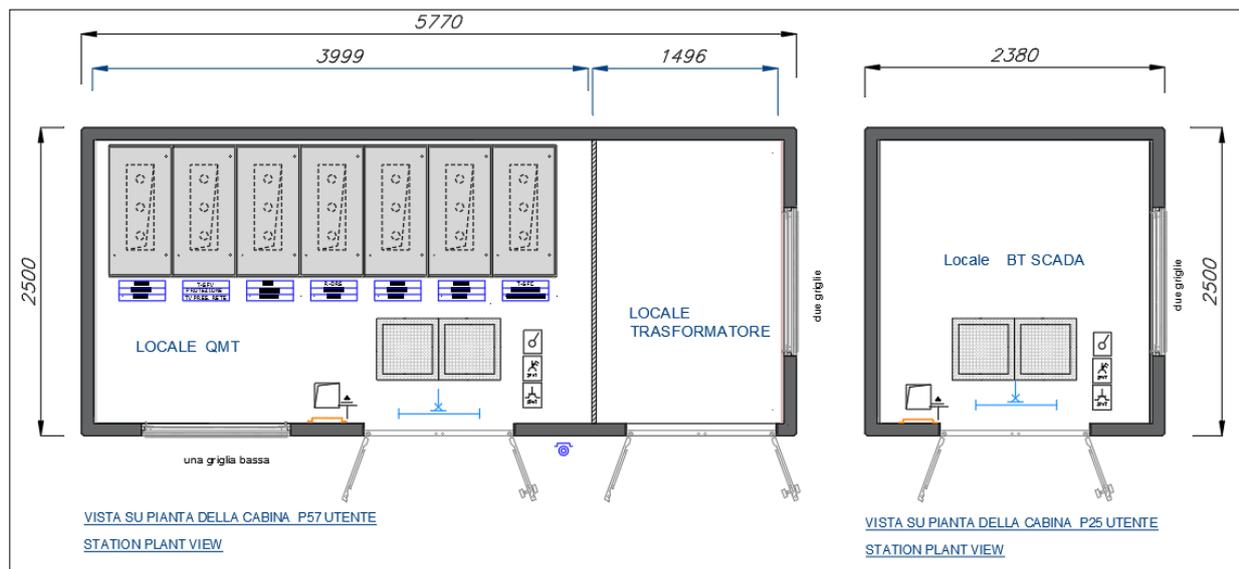
All'interno della cabina di trasformazione, precedentemente descritta, la principale sorgente di emissione è il trasformatore MT/BT.

In questo caso si valutano quindi le emissioni dovute ai trasformatori di potenza da 1500 kVA e da 2000 kVA collocati nelle rispettive cabine di trasformazione dell'impianto fotovoltaico.

### **Cabina Utente**

Il manufatto ubicato all'interno del campo fotovoltaico denominato cabina utente, risulta costituito da due cabine di dimensioni:

- locale MT + locale Trafo (5,77 x 2,50 metri)
- locale BT + Scada (2,38 x 2,50 metri)



**Figura 9 Planimetria cabina utente (MT + TSA e BT + SCADA)**

Presso il locale trasformatore, all'interno della Cabina MT+TSA, si trova installato il trasformatore MT/BT destinato all'alimentazione dei servizi ausiliari mentre nel locale di Media Tensione è posizionato il quadro MT di raccolta e convogliamento delle linee provenienti dalle cabine di trasformazione.

## 9.1 FASCIA DI RISPETTO

I riferimenti contenuti nell'art.6 del DPCM 08.07.2003 implicano che le fasce di rispetto debbano essere determinate nei casi in cui risulti applicabile l'obiettivo di qualità, ovvero nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore e nella progettazione di nuovi insediamenti ed aree in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio.

Per quanto riguarda in particolare l'impianto FV in progetto in rapporto all'obiettivo di qualità fissato dalla normativa, la situazione richiede la determinazione delle fasce di rispetto per le Cabine di trasformazione e per la Cabina Utente di Campo.

Analogamente al caso delle linee elettriche, anche nel caso di cabine, lo spazio definito da tutti i punti caratterizzati da valori di induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità, definisce nell'intorno di tali installazioni, un volume, la cui superficie delimita la fascia di rispetto, con la conseguenza che le superfici definite dai punti di valore equivalente all'obiettivo di qualità comprendono al loro interno punti con valore di induzione maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti di cui al DM 29.05.2008, per le cabine, definisce la Distanza di Prima Approssimazione (*Dpa*) quale distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti più di *Dpa* si trovi all'esterno della fascia di rispetto.

La procedura semplificata per il calcolo della *Dpa* si riferisce ad un sistema trifase percorso da corrente pari alla corrente nominale di bassa tensione in uscita dal trasformatore, con distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore.

Il valore della *Dpa* risulta in base alla seguente relazione:

$$Dpa = 0,40942 * x^{0.5241} * I^{1/2}$$

essendo:

*Dpa* = Distanza di prima approssimazione, in metri, arrotondata al mezzo metro superiore;

*x* = diametro del cavo multipolare di diametro maggiore in uscita dal trasformatore, in metri.

*I* = corrente nominale di bassa tensione in uscita dal trasformatore, in Ampere;

Di seguito i dettagli sul calcolo ottenuto per le cabine utilizzate per presente progetto:

La **Cabina di trasformazione** 1500 kVA, contiene:

- una unità di trasformazione trifase 0.8/20 kV da 1500 kVA con un cavo multipolare in uscita ARE4H5EX 12/20 kV con sezione 1x120 mmq avente diametro *x*=0,032 metri;

Per via della tipologia di trasformatore di potenza e quindi della corrente BT in ingresso allo stesso, data dal numero degli string inverter connessi, si ha il seguente valore di corrente da considerare ai

fini del calcolo

- 1083 A (corrente nominale lato BT del trasformatore da 1500 KVA);

La **Cabina di trasformazione** 2000 kVA, contiene:

- una unità di trasformazione trifase 0.8/20 kV da 2000 kVA con un cavo multipolare in uscita ARE4H5EX 12/20 kV con sezione 1x120 mmq avente diametro  $x=0,032$  metri;

Per via della tipologia di trasformatore di potenza e quindi della corrente BT in ingresso allo stesso, data dal numero degli string inverter connessi, si ha il seguente valore di corrente da considerare ai fini del calcolo

- 1444 A (corrente nominale lato BT del trasformatore da 2000 KVA);

La **cabina utente** invece, è caratterizzata dai quadri MT di raccolta delle linee provenienti dalle cabine di trasformazione e di convogliamento della potenza verso la cabina di consegna. Dalle cabine di trasformazione di campo, vi sono in arrivo dei cavi multipolari del tipo ARE4H5EX 12/20 kV con sezione 3x120 mmq aventi diametro  $x=0,032$  metri. La corrente nominale che interessa i cavi di connessione in arrivo alla cabina utente di raccolta è pari a 245,7 A.

La **cabina consegna**, è caratterizzata da un locale misure e un locale distributore con in arrivo dalla cabina utente un cavo multipolare ARE4H5EX 3x120 mmq avente diametro  $x=0,032$  metri e in uscita, verso il punto di connessione, un cavo multipolare ARE4H5EX 12/20 kV con sezione 3x185 mmq avente diametro  $x=0,035$  metri.

La **cabina di sezionamento**, è caratterizzata da un locale distributore con in arrivo dalla cabina consegna un cavo multipolare ARE4H5EX 3x185mmq avente diametro  $x=0,035$  metri e in uscita, verso il punto di connessione, un cavo multipolare ARE4H5EX 12/20 kV con sezione 3x185 mmq avente diametro  $x=0,035$  metri.

La relative Dpa resta così determinata:

$$Dpa (\text{cabina trasformazione } 1500 \text{ kVA}) = 0,40492 * 0,032^{0,5241} * 1083^{1/2} = 2,19 \rightarrow 2,5 \text{ m}$$

$$Dpa (\text{cabina trasformazione } 2000 \text{ kVA}) = 0,40492 * 0,032^{0,5241} * 1444^{1/2} = 2,53 \rightarrow 3,0 \text{ m}$$

$$Dpa (\text{cabina utente}) = 0,40492 * 0,032^{0,5241} * 245,7^{1/2} = 1,04 \rightarrow 1,5 \text{ m}$$

$$Dpa (\text{cabina consegna}) = 0,40492 * 0,035^{0,5241} * 245,7^{1/2} = 1,09 \rightarrow 1,5 \text{ m}$$

$$Dpa (\text{cabina sezionamento}) = 0,40492 * 0,035^{0,5241} * 245,7^{1/2} = 1,09 \rightarrow 1,5 \text{ m}$$

Considerato che la Dpa come sopra determinata è da intendersi come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) delle cabine, le fasce di rispetto delle Cabine di conversione individuabili in base alle stesse Dpa, si estendono verso l'esterno oltre le pareti perimetrali dei manufatti.

## **9.2 VALUTAZIONE PREVENTIVA DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE**

La valutazione preventiva dell'induzione magnetica generata dalle dorsali interrate in MT a 20 kV, lungo il tratto di collegamento tra le Cabine di trasformazione e la Cabina Utente di Campo, ha evidenziato in tutti i casi valori al di sotto di 3  $\mu$ T.

Lo studio ha evidenziato inoltre che valori di campo magnetico, al di sotto del limite di esposizione di 100  $\mu$ T fissato dal DPCM 08.07.2003, ma superiori all'obiettivo di qualità, sono localizzabili nell'intorno delle Cabine di Trasformazione, individuando una fascia di rispetto che ricade entro i confini dell'area di pertinenza dell'impianto, delimitata ed accessibile al solo personale addetto, che in ogni caso non costituisce luogo adibito a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

Lo studio ha altresì evidenziato che, nelle immediate vicinanze della Cabina utente, pur rilevandosi un valore del campo magnetico di poco superiore all'obiettivo di qualità, la fascia di rispetto individuata si estende entro il limite della viabilità esterna posta a confine, dove oggettivamente si esclude la presenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore.

## **9.3 ABBATTIMENTO DEL CAMPO ELETTRICO**

L'esposizione in tutti i processi industriali che richiedono correnti di elevata intensità o l'impiego di intensi campi elettrici o magnetici, l'utilizzo di appositi sistemi di schermatura è fondamentale per proteggere sia i lavoratori sia le apparecchiature elettroniche presenti nelle vicinanze delle sorgenti di campo.

La progettazione e la realizzazione di un sistema di schermatura per il soddisfacimento di determinati obiettivi di abbattimento dei campi magnetici richiede che la forma, le dimensioni e gli spessori delle soluzioni schermanti siano scelti in modo da ottimizzare la quantità di materiale in funzione dell'area che si vuole schermare ed in funzione delle sorgenti (es. posizione e potenza dei diversi componenti).

Tra le diverse soluzioni per l'abbattimento del campo elettromagnetico vi sono:

- Piastre Schermanti
- Canali e coperchi schermanti

Per la schermatura delle linee interrate, si possono adottare i canali schermanti adatti per installazioni in ambienti esterni, vengono progettati su misura secondo le dimensioni richieste.

La scelta dei materiali costituenti il canale, la tipologia di lavorazione e le dimensioni dipendono dalle condizioni di posa e dal fattore schermante necessario per la mitigazione.

Un' altro tipo di schermatura è quella basata sul principio di cancellazione delle sorgenti.

Tale metodo è simile alla tecnica dei loop passivi e rientra nella famiglia degli schermi passivi. Sistemi così denominati in quanto prendono l'energia per funzionare direttamente dalla sorgente che genera il campo da mitigare.

#### 9.4 CONCLUSIONI

Il presente studio è stato realizzato non tenendo conto di eventuali effetti cumulativi che si possono ottenere per via della presenza di apparecchi e cavi di distribuzione già presenti e localizzati nell'immediata vicinanza degli elementi considerati per la sua redazione.

Dall'analisi dei risultati ottenuti emerge che i valori di induzione magnetica sono largamente inferiori ai limiti normativi vigenti, non costituendo alcun rischio elettromagnetico anche nei confronti del personale addetto alle operazioni di manutenzione.

Infine, il campo elettrico prodotto dai cavi in MT interrati si considera trascurabile per l'elevato valore della costante dielettrica dell'aria pari a 360 MΩm misurata alla frequenza di 50 Hz ed anche in considerazione del fatto che il valore del campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV non supera mai il limite normativo di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.

Con riferimento al rischio di esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete connessi al funzionamento ed all'esercizio dell'impianto, si può riferire, che in base alla normativa di riferimento attuale, i valori limite di esposizione sono in ogni caso rispettati sia per i campi magnetici sia per i campi elettrici.

Dalle simulazioni effettuate nel presente studio, è emerso in generale che, nella situazione post operam, nell'area di indagine, la popolazione è esposta a livelli di campo compatibili con i limiti vigenti, sia per le posizioni più prossime alle infrastrutture elettriche sia per le posizioni più distanti.

Con le considerazioni e le valutazioni sopra esposte e, con le tolleranze attribuibili al modello di calcolo adottato, si può ritenere che la situazione connessa alla realizzazione ed all'esercizio dell'impianto fotovoltaico in progetto, nelle condizioni ipotizzate, risulta nel complesso compatibile con i limiti di legge e con la salvaguardia della salute pubblica.

IL PROGETTISTA

Ing. Federica SPECCHIA

