

# AGROFOTOVOLTAICO TRE TORRI AGRICOLTURA 4.0

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA,  
CON PANNELLI COLLOCATI IN ALTEZZA, DI POTENZA IN GENERAZIONE  
PARI A 26,8643 MW E POTENZA IMMESSA IN RETE PARI A 25,82 MW,  
**DENOMINATO "AFV TRETORRI AGRICOLTURA 4.0"**

REGIONE PUGLIA  
PROVINCIA di BRINDISI  
COMUNI di SAN PANCRAZIO SALENTINO ed ERCHIE  
opere connesse nel COMUNE DI ERCHIE (Br) contrada "Tre Torri"  
Località ubicazione impianto AFV: Masseria Tre Torri - Erchie (Br)

PROGETTO DEFINITIVO  
Id AU 3A3A5H1



Tav.: <b>R07</b>	Titolo: <b>CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI</b>	
Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
n.d.	A4	3A3A5H1_CalcoliPrelImpianti_07

Progettazione:	Committente:
<b>ENERWIND s.r.l.</b> Via San Lorenzo 155 - cap 72023 MESAGNE (BR) P.IVA 02549880744 - REA BR-154453 - enerwind@pec.it  <b>MSC innovative solutions s.r.l.s.</b> Via Milizia n.55 - 73100 LECCE (ITALY) P.IVA 05030190754 - msc.innovativesolutions@pec.it  Ing. Santo Masilla Responsabile progetto Ing. Fabio Calcarella	<b>TRE TORRI ENERGIA s.r.l.</b> Piazza del Grano n.3 - 39100 BOLZANO (BZ) p. iva 0305799214 - REA BZ 283988 tretorrienergia@legalmail.it  <b>SOCIETA' DEL GRUPPO</b> <b>FRI-EL GREEN POWER S.p.A.</b> Piazza della Rotonda, 2 - 00186 Roma (RM) - Italia Tel. +39 06 6880 4163 - Fax. +39 06 6821 2764 Email: Info@fri-el.it - P. IVA 01533770218

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Luglio 2022	Prima emissione	M.S.C. S.r.l.s.	Santo Masilla	Tre Torri Energia S.r.l.

## Sommario

1. Premessa.....	2
2. Descrizione generale dell'impianto Agrofotovoltaico.....	2
3. Dimensionamento preliminare dei componenti d'impianto.....	6
3.1. Elettrodotto di collegamento alla sse (dorsale esterna).....	7
3.1.1. Generalità.....	7
3.1.2. Descrizione del tracciato del cavidotto.....	8
3.1.3. Opere attraversate.....	8
3.1.4. Caratteristiche tecniche del cavidotto di collegamento alla CdS (dorsale esterna)	8
3.1.5. Dimensionamento del cavidotto.....	9
3.1.6. Caratteristiche tecniche della linea.....	9
3.1.7. Dati nominali di funzionamento del cavidotto.....	10
3.2. Elettrodotti mt interni (rete elettrica interna all'Impianto fotovoltaico per il	
collegamento dei sotto-campi alla Cabina di Smistamento – Area 2 Est).....	11
3.2.1. Stima della lunghezza delle linee in cavo (in m).....	12
3.3. Giunti cavi MT.....	13
4. Dimensionamento preliminare della rete di terra (Impianto fotovoltaico).....	16
4.1. Rete di terra di impianto fotovoltaico.....	16
4.1.1. Verifiche di idoneità dell'impianto.....	16
4.1.2. Efficienza dell'impianto di terra per tensioni di contatto.....	17
4.2. Rete di terra Cabina di Smistamento e delle Cabine di Campo.....	18

## 1. Premessa

Scopo della presente relazione è quello di dare una descrizione tecnica delle opere e degli impianti necessari per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico "Tre Torri" della società *Tre Torri Energia S.r.l.* di potenza nominale pari a 25,82 MW e potenza installata pari a 26.864,32 kW ed in particolare di:

- elettrodotto interrato di collegamento alla Sottostazione Elettrica Utente SSE (dorsale esterna);
- linee di Media Tensione interne all'impianto Fotovoltaico (linee in entra-esce dalle Cabine di Campo);
- rete di terra dell'impianto fotovoltaico.

## 2. Descrizione generale dell'impianto fotovoltaico

Il progetto dell'impianto fotovoltaico interessa due aree (Area 1 Ovest e Area 2 Est) ubicate a circa 3,1 km a Sud-Est dall'abitato di Erchie (BR), a circa 3,5 km a Sud-Ovest dall'abitato di San Pancrazio Salentino (BR) e a circa 5,0 km a Nord dall'abitato di Avetrana (TA). Il Cavidotto MT a 30 kV interesserà i Comuni di Erchie (BR) e San Pancrazio Salentino (BR) ed avrà una lunghezza complessiva di circa 2,6 km. La SSE Utente sarà ubicata in un sito adiacente all'Area 1 Ovest di impianto.

L'impianto avrà un'estensione di circa 29,83 ha.

Le caratteristiche dell'area di impianto sono riportate nelle tabelle seguenti:

<b>Latitudine</b>	<b>Longitudine</b>	<b>Comune</b>
40°23'59.39" N	17°45'24.34" E	Area 1 Ovest - Erchie (BR)
40°23'48.25" N	17°46'40.40" E	Area 2 Est - San Pancrazio Sal.no (BR)

**Tabella A – Ubicazione geografica delle opere**

<b>Estensione (ha)</b>	<b>Potenza (MW)</b>	<b>Rapporto ha / MW</b>	<b>Ubicazione NCT</b>
29,99	26,86432	1,11	Foglio 37-39 (Erchie) Foglio 44 (San Pancrazio Sal. no)

**Tabella B – Estensione e Potenza installata**

Da un punto di vista elettrico, il generatore fotovoltaico è costituito da stringhe. Una stringa sarà formata da 28 moduli collegati in serie, pertanto la tensione di stringa è data dalla somma delle tensioni a vuoto dei singoli moduli, mentre la corrente di stringa coincide con la corrente del singolo modulo.

Nella tabella seguente si evidenziano il numero di stringhe contenute nei tracker a seconda della loro lunghezza.

	Pot. Modulo (W)	Numero moduli	N° di stringhe
Tracker 28moduli	670	28	1

L'energia prodotta dalle stringhe afferisce nei Quadri di Parallelo Stringhe, posizionati in campo in prossimità delle strutture di sostegno dei moduli. L'energia raccolta in ciascuno di essi viene poi trasportata all'interno degli Shelter preassemblati in stabilimento dal fornitore, contenenti il gruppo conversione / trasformazione, dove afferirà a degli inverter centralizzati, uno per ogni Shelter. L'inverter sarà dotato di un dato numero di ingressi, con una massima tensione di ingresso pari a 1.500 V e range operativo 800/1.100 V. In ciascuno ingresso dell'inverter afferisce un quadro di parallelo stringhe.

L'inverter effettua la conversione della corrente continua in corrente alternata trifase, con frequenza di 50 Hz. È prevista l'installazione di n° 20 inverter che avranno complessivamente una potenza apparente (S<sub>inv</sub>) pari a circa 26,86432 ÷ 30 MVA. La taglia effettiva verrà definita in fase esecutiva all'incirca di 1500 KVA.

All'interno degli Shelter l'energia in c.a. subirà un innalzamento di tensione sino a 30 kV. In ciascuno Shelter sarà installato infatti un trasformatore MT/BT di taglia opportuna e comunque idoneo alla taglia dell'inverter centralizzato.

In uscita dagli Shelter, l'energia sarà trasportata verso la più vicina Cabina di Campo.

Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche principali dell'impianto. In particolare sono indicati:

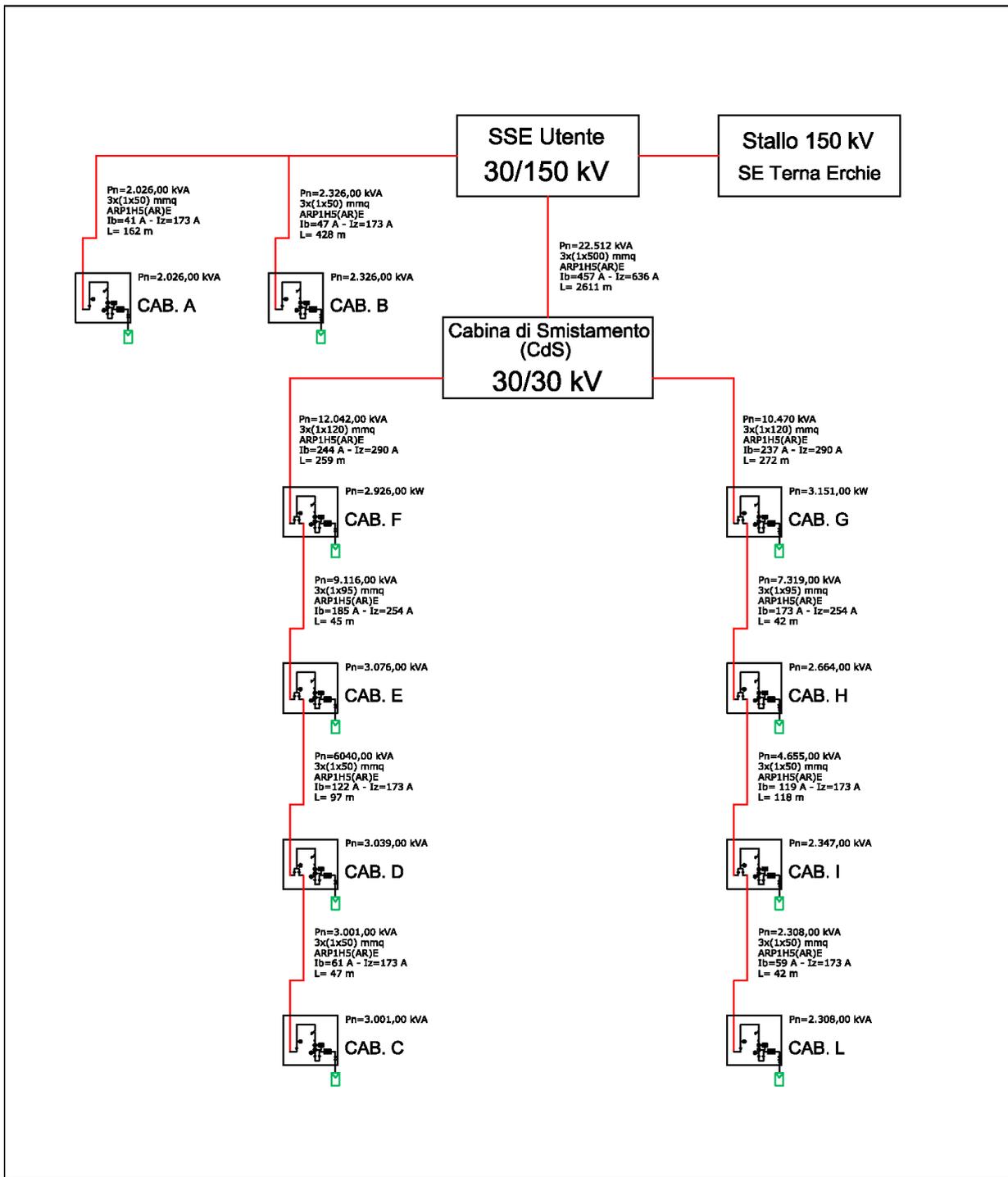
- numero di tracker da 56 moduli installati;
- numero di pannelli installati;
- potenza di picco installata.

Tracker Type	N°Strigs	N°Panels/Tracker	Tracker quantity	Totoal Strings	Panels	Radiant S.	Peak Power	P.nominale (kVA)
Trck56	2	56	716	1.432	40.096	124.552,29	26.864,32	26.864,32

***Principali caratteristiche impianto e potenza di picco installata***

Si evince quindi che la potenza installata totale di picco dell'impianto sarà pari a 26.864,32 Kw ovvero considerando un cos $\phi$ =0,98 di 27.412,57 KVA. Potenza immessa in rete 25,82 MW.

Gruppi di Cabine di Campo, a loro volta, saranno elettricamente collegate in serie, secondo la classica configurazione in "entra-esce", tramite linee MT a 30 kV in cavo interrate. Si formeranno, così, le linee MT, secondo lo schema sotto riportato.

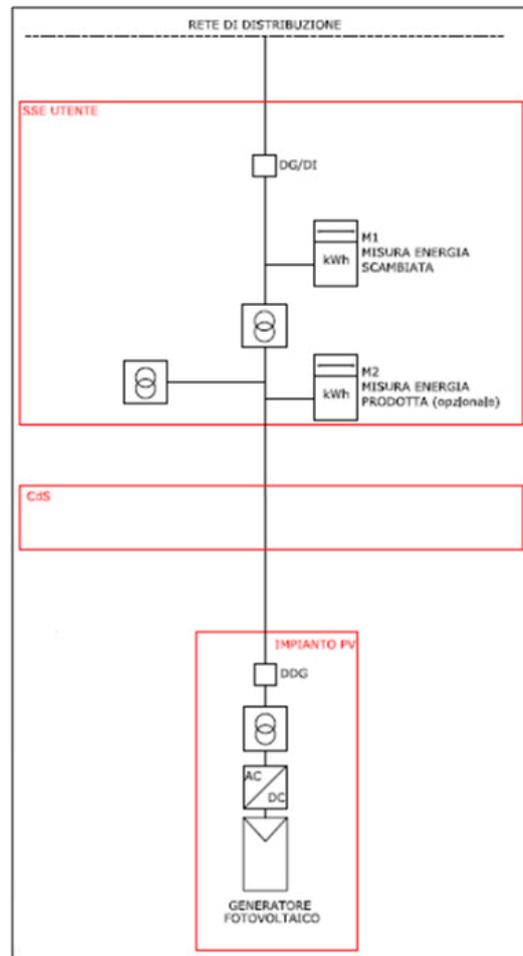


L'energia di ciascun sottocampo sarà convogliata (sempre tramite linee MT in cavo), nella Cabina di Smistamento (CdS) del tipo MT/MT.

Per quanto riguarda l'Area 2 Est dalla Cabina di Smistamento l'energia sarà trasportata, tramite linea in cavo MT a 30 kV (costituita da una terna di cavi Air-Bag da 500 mmq, di lunghezza pari a circa 2.611, nella Sottostazione Elettrica Utente (SSE) di nuova costruzione.

Mentre per l'Area 1 Ovest l'energia sarà trasportata direttamente dalla cabina A alla SSE tramite un cavo di lunghezza pari a circa 167 m con cavo da 50mmq.

Nella SSE avverrà un altro innalzamento di tensione da MT (30 kV) ad AT (150 kV) e quindi la consegna dell'energia prodotta.



**Schema di connessione e dispositivi di protezione**

La SSE Utente sarà collegata alla SE TERNA 150/380 kV "Erchie". Più precisamente, si prevede che la consegna avvenga in antenna tramite connessione in cavo all'attigua SE Terna "Erchie", su uno stallo della sezione 150 kV, condiviso con altro produttore. La condivisione dello stallo della SE Terna sarà reso possibile dalla realizzazione di un sistema di sbarre AT 150 kV a cui saranno collegato altri due produttori (Avetrana Energia S.r.l. e altro produttore).

Il produttore Tre Torri Energia avrà lo stallo AT nell'ambito della stessa area di Avetrana Energia, mentre un altro produttore avrà a disposizione un'area dedicata. Ad ogni modo tutti e tre saranno collegati alle stesse sbarre AT.

In estrema sintesi, l'impianto di generazione è costituito da:

- a. 40.096 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino (collettori solari) di potenza massima unitaria pari a 670 W;
- b. 1432 stringhe, ciascuna costituita da 2x28 moduli = 56 moduli da 670 W collegati in serie.
- c. N.10 gruppi di conversione costituiti ciascuno da:
  - 2 cabinati (Shelter) preassemblati in stabilimento dal fornitore e contenenti il gruppo conversione / trasformazione, ed in particolare gli Inverter Centralizzati che avranno complessivamente una potenza apparente ( $S_{inv}$ ) pari a circa  $28,6 \div 30$  MVA per la conversione della corrente da c.c. a c.a. ed i trasformatori MT/BT per l'innalzamento di tensione a 30 kV. 10 Cabinati ricevono la corrente dai Quadri di Parallelo Stringhe;
  - 1 Cabine di Campo (CdC) contenenti i Quadri BT ed MT. Le CdC saranno collegate fra loro in entra-esce tramite linee MT in cavo interrato a 30 kV;
- d. Una Cabina di Smistamento, in cui viene raccolta tutta l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico (e quindi dalle CdC). Dalla CdS, tramite una linea MT in cavo interrato, l'energia prodotta viene trasferita alla SSE Utente.
- e. Una Stazione Elettrica Utente (di nuova costruzione ed oggetto del seguente progetto) in cui avviene la raccolta dell'energia prodotta (in MT a 30 kV), la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna (in AT a 150 kV).
- f. Gruppi di Misura (GdM) dell'energia prodotta, a loro volta costituiti dagli Apparecchi di Misura (AdM) e dai trasduttori di tensione (TV) e di corrente (TA). Particolare rilievo assumono, a tal proposito, il punto di installazione degli AdM, il punto e le modalità di prelievo di tensione e corrente dei relativi TA e TV, la classe di precisione dei singoli componenti del GdM.
- g. Apparecchiature elettriche di protezione e controllo BT, MT, AT, ed altri impianti e sistemi che rendono possibile il sicuro funzionamento dell'intera installazione e le comunicazioni al suo interno e verso il mondo esterno, installati all'interno delle CdC, della CdS e della SSE Utente;
- h. Apparecchiature di protezione e controllo dell'intera rete MT e AT.

### 3. Dimensionamento preliminare dei componenti d'impianto

Come già accennato in premessa, i cavidotti MT possono essere suddivisi in:

- 1) cavidotto interno di collegamento in MT a 30 kV tra le Cabine di Campo (in entra ed esce) e da queste alla **Cabina di Smistamento (CdS)**;

2) dorsale esterna di collegamento CdS (Cabina di Smistamento) **SSE**, realizzata con una terna di cavi MT sempre a 30 KV;

In sintesi, abbiamo:

- Cavidotti interrati interni all'impianto, in **Media Tensione** a 30 kV sino alla **Cabina di Smistamento**;
- Una linea MT interrata (*dorsale esterna*), realizzata con una terna di cavi in alluminio a 30 kV, di collegamento **CdS-SSE**, di lunghezza pari a circa 2,611 km;
- Una linea MT interrata (*dorsale esterna*), realizzata con una terna di cavi in alluminio a 30 kV, di collegamento **Cab. A-SSE**, di lunghezza pari a circa 0,2 km;
- Corda di rame nuda posata ad intimo contatto con il terreno lungo il percorso del *cavidotto interno* e della dorsale esterna per la messa a terra dell'impianto.  
La corda di rame sarà posata anche sul perimetro dell'impianto e all'interno degli scavi per i cavi BT, per la messa a terra delle strutture, dei Quadri di parallelo stringa, delle Cabine di Campo e degli Shelter (gruppi conversione/trasformazione).

### 3.1. Elettrodotto di collegamento alla sse (dorsale esterna)

#### 3.1.1. Generalità

Il percorso del tracciato dell'elettrodotto di collegamento alla **SSE** (dorsale esterna), è stato studiato tenendo conto dei seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- mantenere il tracciato del cavo il più possibile all'interno delle strade esistenti, soprattutto in corrispondenza dell'attraversamento di nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;

Inoltre, per quanto riguarda l'esposizione ai campi magnetici, in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001, i tracciati sono stati eseguiti tenendo conto dell'obiettivo di qualità di  $3 \mu T$ .

### 3.1.2. Descrizione del tracciato del cavidotto

Il cavidotto di collegamento tra la Cabina di Smistamento (CdS), posta nell'Area 2 Est, e la SSE di nuova costruzione, avrà una lunghezza complessiva di circa 2.730 m. Si svilupperà attraverso i territori dei Comuni di Erchie (BR) e San Pancrazio Salentino (BR). e "correrà" quasi interamente su strada pubblica esistente.

Mentre, l'Area 1 Ovest sarà collegata alla SSE di nuova costruzione e adiacente alla stessa area mediante un cavidotto di lunghezza di circa 167 m che collega la Cabina di Campo A direttamente alla SSE.

### 3.1.3. Opere attraversate

Lungo il percorso del cavidotto potrebbero essere presenti alcune interferenze con altri sottoservizi, in particolare:

- interferenze con condotte AQP;
- interferenze con linee TELECOM;
- interferenze con linee MT di altri produttori;
- interferenze con tubazioni gas.

Queste saranno oggetto di dettaglio e rilievo puntuale, in fase di Progettazione Esecutiva.

Per la risoluzione delle stesse ci si rimetterà ad ogni modo, alle indicazioni dettate dagli stessi Enti proprietari dei sottoservizi di cui sopra, in sede di Conferenza di Servizi.

### 3.1.4. Caratteristiche tecniche del cavidotto di collegamento alla CdS (dorsale esterna)

Come detto, il cavidotto costituisce l'elemento di collegamento tra la **Cabina di Smistamento (CdS)**, situata sul perimetro dell'impianto fotovoltaico nell'Area 2 Est (la cui funzione è quella di raccogliere tutta l'energia prodotta dall'impianto) e la SSE di nuova costruzione.

L'elettrodotta dovrà assicurare una portata nominale di 22.512 kW, pari cioè alla potenza totale dell'Area 2 Est. Mentre, l'elettrodotta che collega la Cabina A, posta all'interno dell'Area 1 Ovest, direttamente alla SSE dovrà assicurare una portata nominale di 4.800 kVA.

L'elettrodotta consisterà in una terna di cavi interrati in alluminio e per i calcoli si è considerata la potenza totale erogata dai moduli fotovoltaici.

La corrente massima che interessa la dorsale esterna proveniente dalla CdS è la seguente:

$$I_{b\_max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos \varphi} = \frac{22.512 * 10^6}{0,98 * \sqrt{3} * 30 * 10^3} = 457 \text{ A} \quad (1)$$

La corrente massima che interessa la dorsale esterna proveniente dalla Cabina di Campo Area 1 - ovest è la seguente:

$$I_{b\_max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos \varphi} = \frac{2.326 * 10^6}{0,98 * \sqrt{3} * 30 * 10^3} = 47 \text{ A} \quad (2)$$

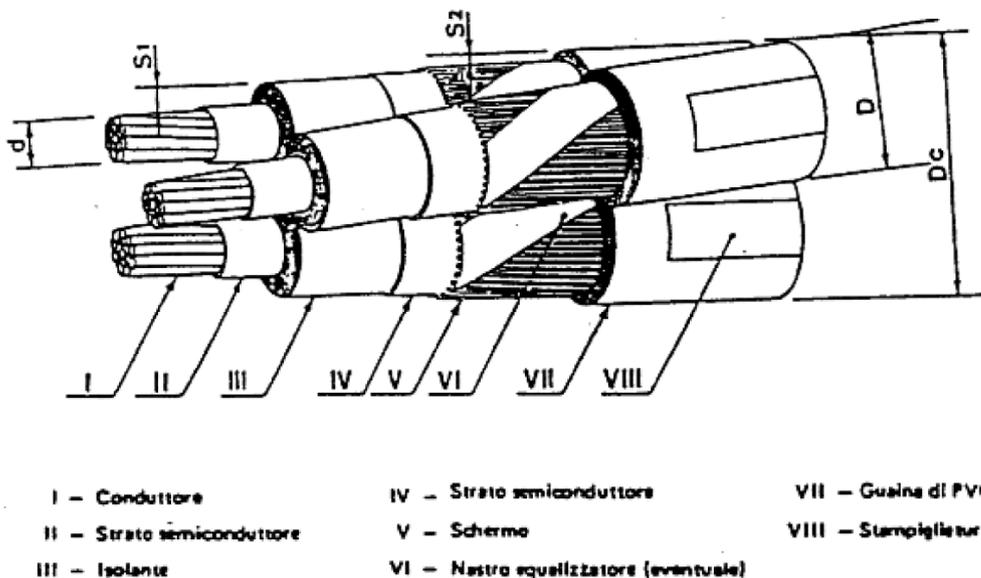
$$I_{b\_max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos \varphi} = \frac{2.026 * 10^6}{0,98 * \sqrt{3} * 30 * 10^3} = 40 \text{ A} \quad (2)$$

### 3.1.5. Dimensionamento del cavidotto

La linea sarà realizzata interamente in cavo interrato in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale.

### 3.1.6. Caratteristiche tecniche della linea

I cavi utilizzati saranno del tipo ARP1H(AR)E unipolare ad isolamento con elastomero termoplastico con conduttori di alluminio, aventi una sezione nominale di 400 mmq per il cavidotto di lunghezza 2,6 km e 50mmq per il cavidotto di lunghezza pari a 0,2 km. I conduttori saranno posati a trifoglio. Le caratteristiche dei suddetti cavi sono riportate nella figura di seguito **Fig. 1**



**Fig. 1 – caratteristiche cavi unipolari**

L'isolamento sarà costituito da miscela in elastomero termoplastico con una temperatura di sovraccarico massima pari a 140° C.

La corrente prodotta dall'Area 2 Est e calcolata nella (1) è pari a **457 A**

La corrente prodotta dall'Area 1 Ovest e calcolata nella (2) è pari a **47 A**

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura
<i>conductor cross-section</i>	<i>conductor diameter</i>	<i>diameter over insulation</i>	<i>nominal outer diameter</i>	<i>weight</i>	<i>minimum bending radius</i>
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

sezione nominale	posa in aria a trifoglio	posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W	posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W
<i>conductor cross-section</i>	<i>open air installation trefoil</i>	<i>underground installation trefoil p=1 °C m/W</i>	<i>underground installation trefoil p=2 °C m/W</i>
(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	(A)

#### Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	18,0	31	720	440
70	9,7	19,1	32	810	450
95	11,4	20,6	34	920	480
120	12,9	22,1	35	1040	490
150	14,0	23,4	37	1150	520
185	15,8	25,6	39	1330	550
240	18,2	27,8	41	1570	580
300	20,8	31,0	45	1840	630
400	23,8	34,9	49	2310	690
500	26,7	37,1	52	2720	730
630	30,5	41,5	57	3300	800

#### Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	193	173	129
70	240	213	157
95	292	255	190
120	338	291	217
150	381	325	243
185	439	369	276
240	520	430	321
300	601	487	363
400	703	558	417
500	816	637	476
630	949	726	542

#### Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	24,8	38	1060	540
70	9,7	25,1	38	1110	550
95	11,4	26,0	39	1200	560
120	12,9	26,9	40	1300	580
150	14,0	27,6	41	1390	580
185	15,8	29,0	42	1540	610
240	18,2	31,4	45	1790	630
300	20,8	34,6	49	2160	690
400	23,8	37,8	53	2570	750
500	26,7	40,9	56	3020	790
630	30,5	45,5	61	3640	860

#### Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	195	173	129
70	242	212	158
95	293	254	190
120	339	290	217
150	382	324	242
185	439	368	275
240	519	428	320
300	599	486	363
400	700	557	416
500	812	636	475
630	943	725	541

**tabella per la scelta delle sezioni dei cavi MT tipo ARP!H5(AR)E**

Considerando inoltre, per le condizioni di posa e le perdite, un fattore di riduzione della portata pari a 0,80, avremo che, per il cavidotto CdS-SSE, la portata per la terna di cavi da 500 mmq risulta pari a **509 A**. In definitiva la sezione scelta (500 mmq), è idonea a trasportare la corrente pari a 457 A. Mentre per il cavidotto Cab.A-SSE, la portata per la terna di cavi da 50 mmq risulta pari a **138,4 A**. In definitiva la sezione scelta (50 mmq), è idonea a trasportare la corrente pari a 47 A.

### 3.1.7. Dati nominali di funzionamento del cavidotto

#### Cavidotto CdS-SSE:

- Tensione nominale 30 kV

- Frequenza nominale 50 Hz
- Corrente nominale  $I_b=457 A$
- Corrente massima di esercizio per ciascuna terna  $I_z=509 A$
- Potenza massima di esercizio 22.512 MW

Cavidotto Cab.A-SSE:

- Tensione nominale 30 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Corrente nominale  $I_b=47,4 A$
- Corrente massima di esercizio per ciascuna terna  $I_z=138,4 A$
- Potenza massima di esercizio 2,326 MW

Cavidotto Cab.A-SSE:

- Tensione nominale 30 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Corrente nominale  $I_b=40 A$
- Corrente massima di esercizio per ciascuna terna  $I_z=138,4 A$
- Potenza massima di esercizio 2,026 MW

### 3.2. Elettrodotti mt interni (rete elettrica interna all'Impianto fotovoltaico per il collegamento dei sotto-campi alla Cabina di Smistamento – Area 2 Est)

Le Cabine di Campo raccolgono l'energia convertita (da c.c. in c.a.) e trasformata (da BT in MT). Sono collegate in configurazione entra-esce sino alla CdS (Cabina di Smistamento), così da formare 2 linee MT elettriche. Questa rete di collegamenti costituisce quello che in premessa abbiamo definito cavidotto interno di collegamento dell'Impianto Fotovoltaico.

La CdS come detto e trattato in precedenza, è collegata alla SSE, tramite una terna di cavi MT, che segue un percorso di lunghezza pari a circa 2,6 km. La terna così definita forma la dorsale esterna di collegamento CdS - SSE.

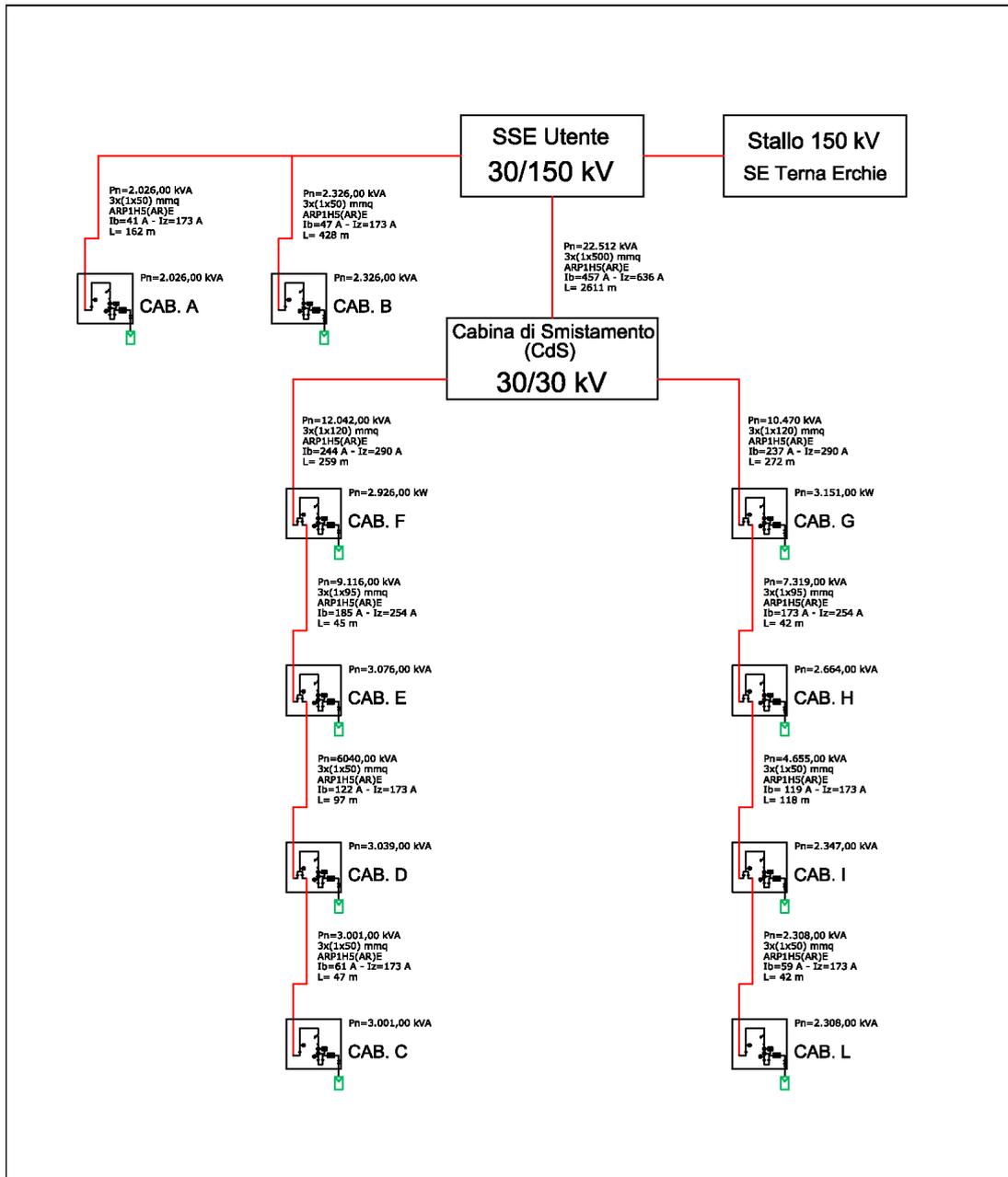
La modalità di posa delle terne di cavi MT, sarà la seguente:

- Posa cavi interrata tramite la realizzazione di trincee a cielo aperto

Si riporta in tabella la sezione di cavi utilizzati, unitamente alla stima delle lunghezze effettuate sulla base delle misurazioni su CAD, confortate da verifiche in campo.

### 3.2.1. Stima della lunghezza delle linee in cavo (in m)

Nella tabella seguente sono invece riportate le stime di lunghezza per ciascuna sezione di cavi. Come detto i cavi sono tutti in alluminio tipo ARP1H5(AR)E del tipo *Air Bag*.



**Stima lunghezza cavi MT (in m)**

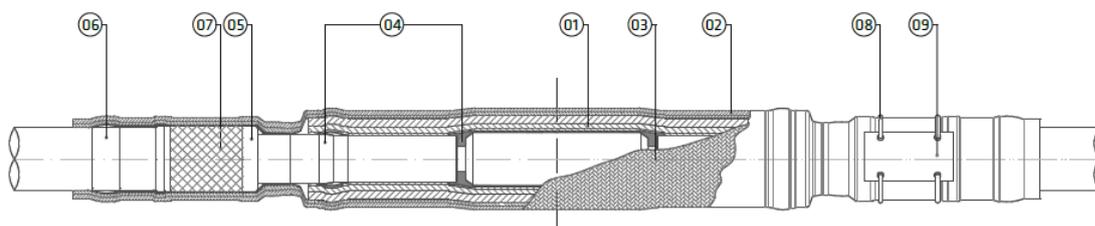
“Schema a blocchi rete MT Impianto fotovoltaico” relativo alla rete elettrica interna dell’Impianto Fotovoltaico.

### 3.3. Giunti cavi MT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile (circa 1.000 m), si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

In linea generale definiamo “*giunzione*” la giunzione tripolare delle tre fasi del conduttore più la messa a terra dello schermo. Quindi la giunzione sarà costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare. Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione (giunto), adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti.

Le giunzioni saranno effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti. Saranno realizzati con guaine auto-restringenti montate in fabbrica su tubo di supporto, che assicurano la ricostruzione dell'isolamento e della protezione meccanica, e il mantenimento delle caratteristiche elettriche del cavo.



Pos.	Descrizione	Pos.	Descrizione
1	Manica a tre strati	6	Nastro in mastice auto sigillante
2	Guaina a due strati	7	Nastro in rame in rilievo
3	Rete in rame	8	Striscia in pvc
4	Nastro ad alta permittività	9	Etichetta di identificazione
5	Nastro in pvc		

Si riporta una descrizione grafica della procedura di esecuzione del giunto:

1. Remove the outer sheath.



2. Cut the wires of the screen;



let them stick out of the outer sheath cutting.



3. Remove the semiconductor and the Insulation using appropriate tools.



4. Joint the conductors using crimping or shear bolt connectors.



5. Apply the high - permittivity tape.



6. Apply the sealling mastic.



7. Place the joint body onto the prepared cables and centre them.



8. Remove two spiral supports.



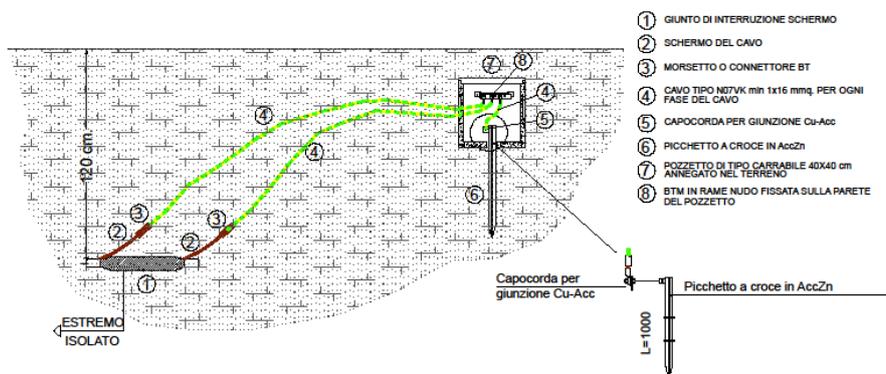
Eseguito il giunto sarà posto in opera un “*ball-marker*” passivo non deteriorabile interrato con codice di riconoscimento a cui si assoceranno le informazioni relative al giunto. Inoltre il giunto, prima del rinterro, sarà coperto con una protezione meccanica da realizzare con tegoli in pvc o in cav e un letto di sabbia in cui annegare il giunto di almeno 20 cm.

Infine la posizione dei giunti sarà individuata su cartografia in scala 1:5.000, sulla quale saranno riportate le coordinate WGS84 di ciascuno di essi.

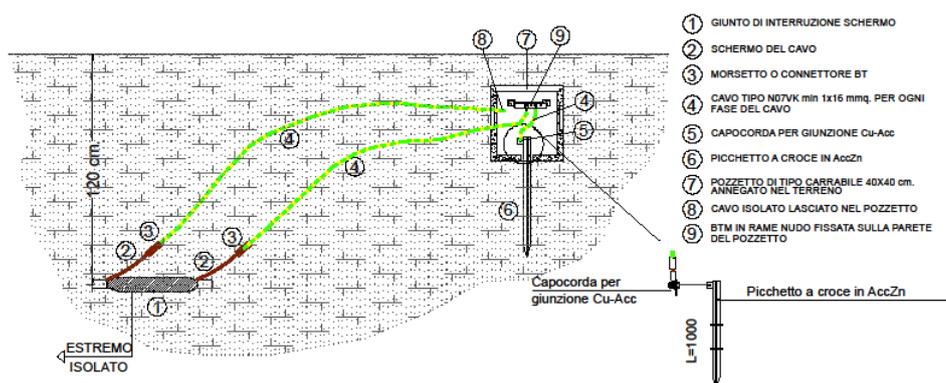
Nel particolare caso del nostro cavidotto di collegamento **CdS-SSE** di lunghezza pari a 2.730 m circa, si prevede l’esecuzione di un massimo di 3 giunti. In corrispondenza dell’ultimo, verrà eseguita la messa a terra dello schermo dei cavi secondo lo schema riportato in figura.

Inoltre in corrispondenza della buca giunti, per le terne di cavi unipolari non avvolti ad elica visibile sarà eseguita la trasposizione delle fasi.

## GIUNTO TERRA-SCHERMO



## GIUNTO DI INTERRUZIONE SCHERMO



Per il cavidotto interno di collegamento fra i *sotto-campi*, la messa a terra degli schermi sarà eseguita solo sui terminali, dal momento che i tratti sono molto brevi; il tratto più lungo si ha tra la Cabina F e la CdS, pari a circa 417 m. In pratica lo schermo dei cavi sarà collegato al collettore di terra di ciascuna Cabina di Campo, così come il quadro MT ove si attestano i cavi. La messa a terra degli schermi unitamente alla trasposizione delle fasi permette di annullare di fatto la corrente indotta negli schermi dei cavi. Questo in base alle seguenti considerazioni:

- 1) Per attribuire ad ogni fase la stessa reattanza i conduttori devono essere disposti ai vertici di un triangolo equilatero ed in tal caso non c'è bisogno di ruotare ciclicamente i conduttori, sia che si tratti di corde di linee aeree che di cavi unipolari interrati. Se le corde od i cavi unipolari non sono a disposizione equilatera (come nel caso in esame, in cui difficilmente potrà essere rispettata la disposizione a trifoglio) si deve effettuare

la rotazione in modo che mediamente ogni conduttore venga a trovarsi nella stessa posizione rispetto agli altri due.

- 2) Gli schermi se messi a terra permettono di abbassare la reattanza d'esercizio del cavo. Contemporaneamente però si aumenta la resistenza apparente di fase, quindi le perdite di potenza a parità di corrente trasportata, a causa delle perdite dovute alle correnti indotte negli schermi. Per ridurre tali correnti in linee lunghe, indipendentemente dalla disposizione dei cavi, si tagliano gli schermi e si ricorre alla rotazione dei collegamenti, o trasposizione. In ogni schermo in tal modo sono indotte correnti dalle correnti di tutte e tre le fasi e non di una sola, come con lo schermo integro, e poiché la somma delle correnti di fase è nulla, anche la totale corrente indotta in ciascuno schermo è nulla.

Inoltre la trasposizione delle fasi permette di minimizzare l'induzione magnetica già a breve distanza dall'asse della linea: infatti i campi di induzione prodotti dalle diverse fasi tendono a cancellarsi ad una certa distanza, in modo più marcato di quanto non avvenga in un elettrodotto posato a trifoglio.

#### **4. Dimensionamento preliminare della rete di terra (Impianto fotovoltaico)**

Costituiscono parte integrante della presente relazione gli elaborati di progetto definitivo relativi a *Rete di terra parco fotovoltaico* a cui si rimanda.

##### **4.1. Rete di terra di impianto fotovoltaico**

L'impianto di terra dell'Impianto fotovoltaico sarà quindi costituito da:

- un anello perimetrale in corda nuda di rame 50 mmq, posata ad una quota non inferiore a 0,50 m da piano di campagna;
- un anello perimetrale in corda nuda di rame 50 mmq posizionato sul perimetro di ciascuna Cabina di Campo e della Cabina di Smistamento, collegato poi all'anello perimetrale di cui al punto precedente;
- una rete di corda di rame 50 mmq per il collegamento a terra delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici nonché degli inverter. La corda di rame sarà posata sul fondo dello scavo della rete interna alle vie cavi BT, quindi seguirà il suo stesso schema;

Quanto sopra riportato è dettagliatamente descritto negli elaborati grafici di progetto concernenti la rete di terra dell'impianto fotovoltaico.

##### **4.1.1. Verifiche di idoneità dell'impianto**

Lo scopo per il quale viene realizzato l'impianto di terra è duplice:

- protezione delle persone e delle apparecchiature in caso di guasti a terra del sistema elettrico;
- dispersione a terra della corrente indotta da scariche atmosferiche in caso di fulminazioni sulle strutture metalliche di sostegno dei moduli.

Per il dispersore di impianto fotovoltaico, la definizione numerica dei valori di progetto non è definibile con certezza, in assenza delle indicazioni tecniche del Gestore di Rete. In particolare solo con specifica comunicazione da parte di ENEL saranno disponibili i dati relativi alla corrente di guasto a terra ed al tempo di intervento delle protezioni, sulla scorta dei quali è possibile verificare la tensione di contatto ammissibile.

Si procederà anche in questo caso ad un dimensionamento standard sulla base delle caratteristiche delle strutture, delle apparecchiature in campo e del terreno di fondazione e, nel corso d'opera, all'esecuzione di misure in campo. Nel caso di esito insufficiente di tali misure si procederà ad integrare i singoli dispersori di terra, estendendone la superficie con ulteriori anelli concentrici a quello in progetto, opportunamente collegati, ed aggiungendo dispersori puntuali, a piastra o a picchetto a seconda della tipologia del terreno di posa.

#### **4.1.2. Efficienza dell'impianto di terra per tensioni di contatto**

La Norma CEI 99-3 definisce le tensioni contatto ammissibili ( $U_{Tp}$ ) in funzione della durata del guasto a terra. L'efficienza dell'impianto di terra è verificata dal confronto tra la tensione di terra ( $U_E$ ) e tensioni contatto ammissibili ( $U_{Tp}$ ), in particolare, se

$$U_E < U_{Tp}$$

la Norma CEI 99-3 stabilisce che l'impianto di terra è sicuramente efficiente in termini di protezione delle persone da tensioni di contatto determinate dal funzionamento degli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

Si fa presente che la Norma CEI 99-3 fa riferimento in realtà alla relazione:

$$U_T < U_{Tp}$$

dove  $U_T$  è la tensione di contatto effettiva. Tuttavia poiché risulta  $U_E > U_T$ , la condizione  $U_E < U_{Tp}$  è sicuramente a favore della sicurezza.

## 4.2. Rete di terra Cabina di Smistamento e delle Cabine di Campo

La realizzazione dell'impianto di terra dei fabbricati Cabine Elettriche, consisterà nelle seguenti attività:

- Installazione di collettori di terra in piatto di rame 60x6 mm sulle pareti;
- Esecuzione delle derivazioni di messa a terra delle masse metalliche fisse verso i collettori, con piatto di rame 40x3 mm;
- Connessioni di continuità elettrica delle carpenterie mobili, con conduttori flessibili di sezione:
  - 50 mmq per la messa a terra dei pannelli mobili (ante di celle ed armadi);
  - 70 mmq per la messa a terra delle parti mobili tipo aste di manovra.
- Posa e collegamento, con doppio cavo in rame da 70mmq, alla rete di terra del fabbricato che sarà, a sua volta, così costituita:
  - anello perimetrale di forma rettangolare in corda di rame nudo di sezione 50 mmq a 7 fili elementari posata a quota -0,65 m, con sviluppo totale  $L_P$  del conduttore perimetrale pari a massimo:  $L_P = 110$  m
  - n. 4 dispersori puntuali a picchetto in profilato di acciaio, di lunghezza pari a 1,5 m, posizionati in prossimità dei vertici dell'anello. In alternativa potranno essere utilizzati n. 4 dispersori a piastra in acciaio zincato di lato pari a 0,6 m.

L'installazione dei collettori di terra e delle derivazioni alle masse metalliche dovrà essere opportunamente distanziata dalla parete mediante interposizione di distanziali in resina autoestingente, ed il fissaggio a parete dovrà essere eseguito con viti in acciaio e tasselli in PVC.

Le sbarre in rame dell'impianto di terra interno ai fabbricati dovranno essere verniciate sulle parti a vista, in GIALLO con strisce VERDI, oppure con il simbolo di terra (verniciato o prestampato, ben adesivo e resistente).