





|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <b>REGIONE PUGLIA</b><br> | <b>PROVINCIA DI TARANTO</b><br> | <b>COMUNE DI CASTELLANETA</b><br> | <b>COMUNE DI GINOSA</b><br> |
|--|--|---|--|

Denominazione impianto: **CONCA D'ORO**

Ubicazione: **Comune di Castellaneta (TA) – Contrada "CHIULLI"** Foglio: 100 - 101 - 102 - Agro di Castellaneta (Impianto FTV)  
Particelle: Varie  
**Comune di Ginosa (TA) – Contrada "LAMA DI POZZO"** Foglio: 119 - Agro di Ginosa (Area stazione Utente)  
Particelle: Varie

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE DI POTENZA P=84,324240 MW, DELLE RELATIVE OPERE NECESSARIE ALLA CONNESSIONE ALLA RETE AT-150 kV DI "RTN", RICADENTI NEI COMUNI DI CASTELLANETA (TA) E DI GINOSA (TA) E PIANO AGRONOMICO PER LA RIQUALIFICAZIONE A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA**

PROPONENTE **NEXT SOL PV II S.R.L.**  
Via Eugenio Montale, 78 - 85025 Melfi (PZ)  
P.IVA: 02040540763 - PEC: nextsolpv2@pec.it

**CODICE AUTORIZZAZIONE: A1QVGF1**

ELABORATO **RELAZIONE DI CALCOLO LINEA INTERRATA IN CAVO DI AT-150 KV** Tav. FV-CS-IE.35-00  
Codice Pratica: STMG 201900895

| Aggiornamenti | Numero | Data  | Motivo       | Eseguito  | Verificato | Approvato |
|---------------|--------|-------|--------------|---|------------|-----------|
|               |        | Rev 0 | Ottobre 2023 | Istanza per l'avvio al procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'Art. 23 del D.Lgs 152-2006 e ss.mm.ii. | G.P.       | S.M.      |

PROJECT MANAGER  
**ING. SERGIO MARTANO**  
**GEOM. FELICE SASSI**

IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI  
**ING. SERGIO MARTANO**  
**ING. ROSSELLA MUSCI**

AREA TOPOGRAFICA  
**GEOM. FELICE SASSI**

AREA VIA - VAS  
**D.SSA WANDA GALANTE**  
**ARCH. IVAN RISIMINI**



AREA AGRONOMICA - PAESAGGISTICA  
**D.SSA WANDA GALANTE**  
**ARCH. IVAN RISIMINI**



AREA GEOLOGICA - IDRAULICA  
**DR. FRANCO SOZIO**

AREA ARCHEOGICA  
**DR. COSIMO PACE – NOVELUNE SRL**

AREA RILIEVI FONOMETRICI  
**ING. MICHELE BUNGARO**

I TECNICI:

Spazio riservato agli Enti

**IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO DI PRODUZIONE DI  
ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE  
FOTOVOLTAICA P=84,324240 MWp (DC) E P=81,725  
MW (AC) DENOMINATO “ CONCA D’ORO “  
CASTELLANETA – TARANTO**

**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA DI  
DIMENSIONAMENTO LINEA ELETTRICA  
INTERRATA IN AT-150 KV.  
OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI RTN –  
150 KV**

## **INDICE**

|   |                |
|---|----------------|
| <b>1. INTRODUZIONE</b>  | <b>Pag. 4</b>  |
| <b>2. AREE INTERESSATE DALL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b>   | <b>Pag. 5</b>  |
| <b>3. CABINE DI TRASFORMAZIONE BT-MT DI CAMPO</b>   | <b>Pag. 5</b>  |
| <b>4. LINEE ELETTRICHE IN CAVO MT-30 KV<br/>DI COLLEGAMENTO DELLE CABINE DI<br/>TRASFORMAZIONE DI CAMPO</b>                           | <b>Pag. 6</b>  |
| <b>5. LINEE ELETTRICHE IN CAVO MT-30 KV DI<br/>COLLEGAMENTO TRA IL QMT-RACCOLTA<br/>CON IL QMT-GENERALE DELLA STAZIONE ELEVATRICE</b> | <b>Pag. 7</b>  |
| <b>6. STAZIONE ELEVATRICE MT-AT DEL PRODUTTORE</b>  | <b>Pag. 8</b>  |
| <b>7. DIMENSIONAMENTO DELLA LINEA AT-150 KV</b>   | <b>Pag. 10</b> |
| <b>7.1 DATI PROGETTUALI INIZIALI</b>  | <b>Pag. 10</b> |
| <b>7.2 CRITERI DI PROGETTAZIONE</b>   | <b>Pag. 11</b> |
| <b>7.3 VERIFICA MECCANICA.</b>  | <b>Pag. 18</b> |
| <b>7.4 DIMENSIONAMENTO E COLLEGAMENTO DEGLI SCHERMI</b>   | <b>Pag. 19</b> |
| <b>7.5 CONDIZIONI DI POSA</b>   | <b>Pag. 20</b> |

## 1. INTRODUZIONE

La seguente Relazione Tecnica Specialistica ha lo scopo di fornire le descrizioni tecniche, le scelte e i calcoli degli impianti elettrici, in alta tensione ( AT – 150 kV ) necessari alla connessione dell'impianto agri-fotovoltaico di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica di potenza  $P = 84,324240$  MWp ( lato corrente continua ), e potenza in immissione  $P = 81,725$  MW ( lato corrente alternata ) alla nuova SE-Smistamento 150 KV di Ginosa.

La società NEXT SOL PV II S.r.l., con sede in Melfi ( PZ ) , alla Via Eugenio Montale,78 – 85025, nell'ambito dei suoi piani di sviluppo di impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, prevede la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto, nel Comune di Castellaneta ( TA ).

A seguito della richiesta di connessione alla rete a 150 kV di RTN, è stata emessa da TERNA la STMG ( Soluzione Tecnica Minima Generale ), per la connessione, numero di pratica N° 201900895, che prevede la connessione in antenna su uno stallo a 150 kV della nuova Stazione a SE – SMISTAMENTO- 150 KV di RTN, da collegare in entra-esci alle linee a 150 KV di RTN “ PISTICCI – TARANTO N2” e “GINOSA MARINA-MATERA” previo la realizzazione del potenziamento/rifacimento della linea aerea 150 KV della RTN nel tratto compreso tra la nuova SE-SMISTAMENTO GINOSA MARINA e la esistente SE-380-150 KV di MATERA , di RTN.

Per la connessione dell'impianto alla rete a 150 KV di RTN, come ampiamente descritto in altra Relazione Tecnica Specialistica Generale e nella Relazione Tecnica Specialistica di Calcolo delle linee interne di MT, la connessione dell'impianto prevede i seguenti interventi :

- Realizzazione di N°26 cabine di trasformazione BT-MT ( 0,8/30 KV ) interne alle aree di produzione.
- Realizzazione di N°1 Quadro di MT- Raccolta dalle Aree.
- Linee in cavo interrate MT-30 KV per il conferimento dell'energia generata verso la Stazione Elevatrice del Produttore.
- Realizzazione di una Stazione Elevatrice del Produttore MT-AT ( 30/150 KV )
- Linea in cavo interrata in AT-150 KV per la connessione con lo stallo di RTN.

La presente relazione, quindi, contempla il dimensionamento della sola linea interrata in cavo di alta tensione a 150 KV, di seguito specificata :

- Linea in cavo, interrata in AT – 150 KV di collegamento tra i terminali AT di uscita dalla Stazione Elevatrice del Produttore e lo stallo a 150 KV deputato alla connessione dell'impianto di produzione

## **2.AREE INTERESSATE DALL'IMPIANTO DI PRODUZIONE FOTVOLTAICA**

Per quanto si evince dagli elaborati progettuali, l'intero impianto di produzione si sviluppa su tre aree ben distinte i cui riferimenti particellari, sono :

### **Area N°1**

Comune di Castellaneta – Ta – Codice C.136  
Foglio N°100  
Particelle N° : 107-105-90-86-85-87-81-83-122

### **Area N°2**

Comune di Castellaneta – Ta – Codice C.136  
Foglio N°102  
Particelle N° : 2-98

### **Area N°3**

Comune di Castellaneta – Ta – Codice C.136  
Foglio N°101  
Particelle N° : 134-200-203-198-205-207

## **3. CABINE DI TRASFORMAZIONE BT-MT “DI CAMPO “**

Le cabine di trasformazione “di campo” sono deputate a raccogliere l'energia dai moduli fotovoltaici, convertirla in corrente alternata a mezzo degli inverter, trasformarla ad un livello di tensione di 30 KV, ai fini dell'ottimizzazione tecnico-economica, per poter essere conferita presso un quadro di MT- di “raccolta” , e da qui conferita alla Stazione Elevatrice 30/150 KV del produttore.

Come si evince dagli elaborati progettuali, sono state previste le seguenti cabine di trasformazione :

### **Area N°1**

Tale area prevede la realizzazione di N°7 cabine di trasformazione elevatrici “di campo”, cadauna attrezzata con un solo trasformatore BT-MT ( 0,8 / 30 KV ) di potenza unitaria P=3.150 KVA.

### **Area N°2**

Tale area prevede la realizzazione di N°6 cabine di trasformazione elevatrici “di campo”, cadauna attrezzata con un solo trasformatore BT-MT ( 0,8 / 30 KV ) di potenza unitaria P=3.150 KVA.

### **Area N°3**

Tale area prevede la realizzazione di N°13 cabine di trasformazione elevatrici “di campo”, cadauna attrezzata con un solo trasformatore BT-MT ( 0,8 / 30 KV ) di potenza unitaria P=3.150 KVA.

#### **4. LINEE ELETTRICHE IN CAVO MT-30 KV DI COLLEGAMENTO DELLE CABINE DI TRASFORMAZIONE PERIFERICHE “DI CAMPO”.**

Come si evince dagli elaborati progettuali, sono state previste le seguenti cabine di trasformazione, per ciascuna area di produzione :

##### **Area N°1**

Tale area prevede la realizzazione di N°7 cabine di trasformazione elevatrici “di campo”, cadauna attrezzata con un solo trasformatore BT-MT ( 0,8 / 30 KV ) di potenza unitaria P=3.150 KVA.

Le cabine di trasformazione previste sono state suddivise, per i necessari collegamenti in media tensione a 30 KV , in due anelli distinti, eserciti in una configurazione “anello aperto-chiuso”

Nello specifico sono stati previsti gli anelli :

- Anello N.1.1 costituito dal collegamento di N.7 cabine di trasformazione, denominate : C.1.1-C.1.2-C.1.3-C.1.4-C.1.5-C.1.6-C.1.7

**L’anello esercito in una configurazione “aperto-chiuso” sarà costituito da cavi unipolari tipo ARP1H5E in formazione ( 3 x 1 x 400 mmq )**

##### **Area N°2**

Tale area prevede la realizzazione di N°6 cabine di trasformazione elevatrici “di campo”, cadauna attrezzata con un solo trasformatore BT-MT ( 0,8 / 30 KV ) di potenza unitaria P=3.150 KVA.

Le cabine di trasformazione previste sono state suddivise, per i necessari collegamenti in media tensione a 30 KV , in un anello esercito in una configurazione “anello aperto-chiuso”

Nello specifico è stato previsto l’ anello :

- Anello N.2.1 costituito dal collegamento di N.6 cabine di trasformazione, denominate : C.2.1-C.2.2-C.2.3-C.2.4-C.2.5-C.2.6

**L’anello esercito in una configurazione “aperto-chiuso” sarà costituito da cavi unipolari tipo ARP1H5(AR)E in formazione ( 3 x 1 x 300 mmq )**

##### **Area N°3**

Tale area prevede la realizzazione di N°13 cabine di trasformazione elevatrici “di campo”, cadauna attrezzata con un solo trasformatore BT-MT ( 0,8 / 30 KV ) di potenza unitaria P=3.150 KVA.

Le cabine di trasformazione previste sono state suddivise, per i necessari collegamenti in media tensione a 30 KV , in due anelli distinti, eserciti in una configurazione “anello aperto-chiuso”

Nello specifico sono stati previsti gli anelli :

- Anello N.3.1 costituito dal collegamento di N.7 cabine di trasformazione, denominate : C.3.13-C.3.1-C.3.2-C.3.3-C.3.4-C.3.5-C.3.12

**L’anello esercito in una configurazione “aperto-chiuso” sarà costituito da cavi unipolari tipo ARP1H5(AR)E in formazione ( 3 x 1 x 400 mmq )**

- Anello N.3.2 costituito dal collegamento di N.6 cabine di trasformazione, denominate : C.3.9-C.3.8-C.3.7-C.3.6-C.3.11-C.3.10

**L'anello esercito in una configurazione "aperto-chiuso" sarà costituito da cavi unipolari tipo ARP1H5(AR)E in formazione ( 3 x 1 x 300 mmq )**

I quattro anelli di media tensione, interni alle aree di produzione, conferiranno l'energia generata dalle singole aree , in un Quadro Generale di Media Tensione  $V_e=30$  KV di RACCOLTA , ubicato all'interno di una cabina prefabbrica in cemento del tipo "a pannelli".

La Cabina di Raccolta è prevista nella Particella 207 del Foglio 101 del Comune di Castellaneta.

## **5. LINEE ELETTRICHE IN CAVO MT-30 KV DI COLLEGAMENTO TRA IL QUADRO MT DI RACCOLTA CON IL QUADRO MT-30 KV DELLA STAZIONE ELEVATRICE 30/150 KV DEL PRODUTTORE.**

Per quanto detto, tutta l'energia generata dalle aree 1-2-3, verrà conferita al Quadro Generale di Raccolta MT-30 KV; per il trasferimento della stessa energia generata presso il Quadro Generale MT-30 KV previsto nella Stazione Elevatrice MT-AT ( 30/150 KV ) del Produttore, si è scelta la soluzione , che ottimizza parametri tecnici ed economici, che prevede l'utilizzo di N°3 linee in cavo interrato di MT-30 KV , ciascuna delle quali in grado di trasferire un terzo della potenza totale dell'impianto.

**In pratica ciascuna linea sarà in grado di trasferire una potenza di generazione ( teorica ) pari a  $P=30$  MW**

Le tre linee in cavo interrato in MT-30 KV, partendo dal Quadro Generale Raccolta, attraversando strade provinciali, comunali, vicinali, private, raggiungeranno l'area ove è stata prevista la realizzazione della Stazione Elevatrice 30/150 KV del Produttore.

L'area ove è stata prevista la Stazione Elevatrice del Produttore è caratterizzata da :

- Foglio Catastale N° 120 ( Comune di Ginosa – Ta )
- Particella N° 111
- Dimensioni L x H = ( 125 x 65 ) mt
- Latitudine 40° 30' 04.62" N
- Longitudine. 16° 50' 21.35" E

L'area, invece, ove è stata prevista la Nuova SE- Smistamento 150 KV di RTN di Ginosa, è caratterizzata da :

- Foglio Catastale N° 120 ( Comune di Ginosa – Ta )
- Particella N° 111
- Dimensioni L x H = ( 165 x 80 ) mt
- Latitudine 40° 29' 58.20" N
- Longitudine. 16° 50' 11.49" E

Come si evince dalla Relazione Specialistica di calcolo le tre linee MT previste avranno origine dal Quadro Generale MT-30 KV di Raccolta e termineranno, a valle, sul Quadro Generale MT-30 KV previsto nella Stazione Elevatrice del Produttore. Il percorso coinvolgerà strade Provinciali, Comunali, Vicinali, Private, di pertinenza dei Comuni di Castellaneta e di Ginosa.

Ciascuna delle tre linee, identiche tra di loro, è caratterizzata dalle seguenti caratteristiche :

- |                  |                               |
|------------------|-------------------------------|
| ▪ Tipo           | ARP1H5E 18/30 KV              |
| ▪ Cavi unipolari |                               |
| ▪ Formazione     | 3 x ( 2 x 1 x 630 mmq )       |
| ▪ Posa           | interrata in cavidotti in PVC |
| ▪ Lunghezza      | L=10,70 Km                    |

## **6. DESCRIZIONE STAZIONE ELEVATRICE DEL PRODUTTORE 30/150 KV.**

Come indicato negli elaborati di progetto, nello specifico nello SCHEMA UNIFILARE STAZIONE ELEVATRICE 30/150 kV DEL PRODUTTORE, dal quadro di media tensione a 30 kV di "raccolta" in uscita dall'impianto, sono derivate tre linee in cavo che conferiranno, dall' area di produzione, l'energia generata verso il quadro generale di media tensione previsto nella Stazione Elevatrice del produttore.

In un'area poco distante ( circa 350 mt ) da quella su cui sarà realizzata la nuova stazione SE-SMISTAMENTO - 150 KV di RTN, è prevista la realizzazione della stazione elevatrice del produttore da un livello di tensione di 30 KV al livello di 150 KV per consentire l'immissione dell'energia generata dall'impianto su uno stallo previsto da TERNA nella STMG di pertinenza.

L'area della stazione elevatrice è caratterizzata dai seguenti dati catastali e georeferenziati :

- Foglio N°120 del Comune di Ginosa
- Particella N°111
- Dimensioni L x H = 125 x 65 mt
- Coordinate : 40° 30' 04.62" N ; 16° 50' 21.35" E

### **6.5.1 SEZIONE IN MEDIA TENSIONE A 30 kV**

Il quadro generale MT della Stazione Elevatrice è descritto nella Relazione di Calcolo delle linee in MT-30 KV di collegamento tra il Quadro MT di Raccolta ed il Quadro MT Generale della Stazione Elevatrice.

Le uscite delle unità funzionali "generali dei trasformatori TR.1 – TR.2 lato 30 KV ", mediante linee in cavo interrate, tipo ARP1H5E – ( 3x1x630 mmq ), si attesteranno, rispettivamente, su sezionatori linea – terra, montati su idonei sostegni metallici, nelle immediate vicinanze dei trasformatori elevatori.

I sezionatore avranno caratteristiche:  $V_n = 36$  kV;  $V_e = 30$  kV;  $I_n = 3.150$  A; blocco elettromeccanico; blocco a chiave; sullo stesso sostegno metallico saranno installati degli scaricatori MT per esterno.



## 6.5.2 STALLI AT – 150 kV DI TRASFORMAZIONE

La sezione di media tensione afferirà ad una corrispondente sezione di AT -150 kV, di trasformazione TR; la sezione AT – 150 kV di “montante trasformazione”, si comporrà di N°2 “stalli di macchina”, cadauno attrezzato con le seguenti apparecchiature:

- N°1 Trasformatore di potenza, con isolamento in olio, di caratteristiche:
  - Potenza  $P = 40 \text{ MVA (ONAN)}$  e  $P = 50 \text{ MVA (ONAF)}$
  - Tensione primaria  $V_1 = 150 \text{ kV} \pm 12 \times 1,25 \%$
  - Tensione secondaria  $V_2 = 30,6 \text{ kV}$
  - Gruppo vettoriale Ynd11
  - Tensione di cortocircuito  $V_{cc} = 10\%$
  - Commutatore sottocarico.
  - Centro stella lato AT-150 KV collegato rigidamente a terra.

N.B. La potenza di ciascun trasformatore è congrua con le raccomandazioni contenuto nel Documento A.68 di TERNA che prescrive che la potenza dei trasformatori sia superiore del 20% quella dell'impianto di generazione fotovoltaico.

- N°3 scaricatori unipolari  $V_n = 170 \text{ kV}$ , corredati di sostegno e di contascariche
- N°3 trasformatori di corrente 500-1.000/ 5 – 5 – 5 A, corredati di sostegno metallico
- N°1 interruttore tripolare in gas SF6;  $V_n = 170 \text{ kV}$ ,  $I_n = 1.250 \text{ A}$ ,  $I_{cc} = 31,5 \text{ kA}$ , corredato: sostegno, comando motorizzato, blocco a chiave, quadro comando.
- N°1 sezionatore tripolare di linea;  $V_n = 170 \text{ kV}$ ,  $I_n = 1.250 \text{ A}$ ; corredato di: blocco elettromagnetico, comando motorizzato, blocco a chiave.
- Sistema di protezione ANSI (87 – 90)
- Sistema di protezione ANSI (50 – 51 -51N – 27 – 59 – 59N); misure grandezze elettriche.

## 6.5.3 STALLO LINEA IN USCITA AT – 150 kV

Lo stallo di linea in uscita AT – 150 kV si comporrà, sinteticamente, di:

- N°3 trasformatori di tensione  $V_1 = 170 \text{ kV} / \sqrt{3}$ ;  $V_2 = 100: \sqrt{3} \text{ V}$ ;  $V_2 = 100: \sqrt{3} \text{ V}$ ;  $V_2 = 100/3 \text{ V}$ ; sostegno metallico
- N°3 scaricatori unipolari 170 kV, corredati di sostegno e contascariche
- N°3 trasformatori di corrente; rapporto 1.250 -2.500 / 5 – 5 – 5 – 5A, corredati di sostegno metallico
- N°1 interruttore tripolare in gas SF6,  $V_n = 170 \text{ kV}$ ,  $I_n = 2.000 \text{ A}$ ,  $I_{cc} = 31,5 \text{ kA}$ ; corredato di: sostegno, comando motorizzato, blocco a chiave, quadro comandi.
- N°2 sezionatori tripolari di linea – terra  $V_n = 170 \text{ kV}$ ,  $I_n = 2.500 \text{ A}$ , corredati di: comando motorizzato, blocco elettromagnetico, blocco a chiave.
- Protezione di interfaccia (PI)
- Protezione generale (PG)
- Controllo parametri di Power Quality
- Contatore per la misura dell'energia scambiata.

Lo stallo di linea in uscita prevede n°3 terminali unipolari di AT – 150 kV, in cavo corredati di idoneo sostegno metallico. Dai succitati terminali, sarà derivata la linea in cavo, costituita da 3 cavi unipolari di AT – 150 kV, che dovrà raggiungere lo stallo predisposto a 150 KV della futura stazione elettrica di TERNA, SE-Smistamento 150 KV di Ginosa.

Completano la stazione elevatrice:

- Sbarre omnibus e di derivazione a 150 kV, realizzate in tubo di alluminio di diametro 100 mm
- Isolatori portanti con sostegni metallici
- Impianto di terra

## **7.DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLA LINEA AT – 150 KV**

Tale paragrafo attiene al dimensionamento elettrico della linea in cavo, ad alta tensione AT-150 KV, deputata al convogliamento dell'energia generata dall'impianto di generazione fino alla Nuova Se-Smistamento 150 KV di Ginosa, ove, in ossequio alla STMG, è prevista la connessione dell'impianto in oggetto.

Il criterio progettuale della linea è indicato nella Fig.7.1, valido, generalmente, per la progettazione esecutiva, ma adattato per la progettazione definitiva della linea in oggetto.

### **7.1 DATI PROGETTUALI INIZIALI**

La potenza elettrica in immissione a 150 kV, comunicata nella STMG è di

$P = 84,324240$  MWp ( lato corrente continua ).

Nella cabina di trasformazione elevatrice del produttore, come si evince dagli elaborati progettuali, sono stato previsti N°2 trasformatore MT – AT – 30/150 kV, di potenza unitaria  $P = 40 ( 50 )$  MVA ( ONAN – ONAF ); le potenze sono coerenti per quanto richiesto da TERNA nell'Allegato A.68.

I dati progettuali di partenza sono, quindi :

- Potenza  $P = 100$  MVA
- Tensione di alimentazione  $V_e = 150$  kV
- Corrente di impiego  $I_b = 385$  A
- Linea di trasporto In cavo
- Tipo di posa Interrata
- Profondità di posa  $h_p = 1,6$  mt
- Lunghezza della linea in AT.  $L=350$  mt

## DIAGRAMMA DI FLUSSO DELLA PROGETTAZIONE

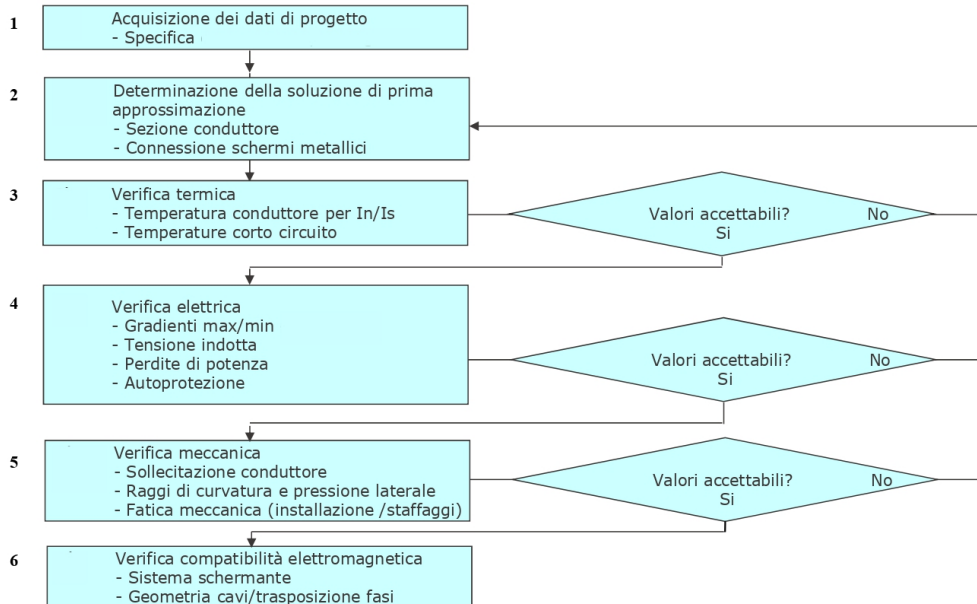


Fig. 7.1

### 7.2 CRITERI DI PROGETTAZIONE

Per quanto indicato nel diagramma di flusso della progettazione, i criteri progettuali, in tale fase di progettazione definitiva, sono stati i seguenti.

#### Scelta della Sezione del conduttore con il Criterio della Portata.

Alla base del criterio è stata considerata una linea AT, costituita da N°3 cavi unipolari, di caratteristiche:

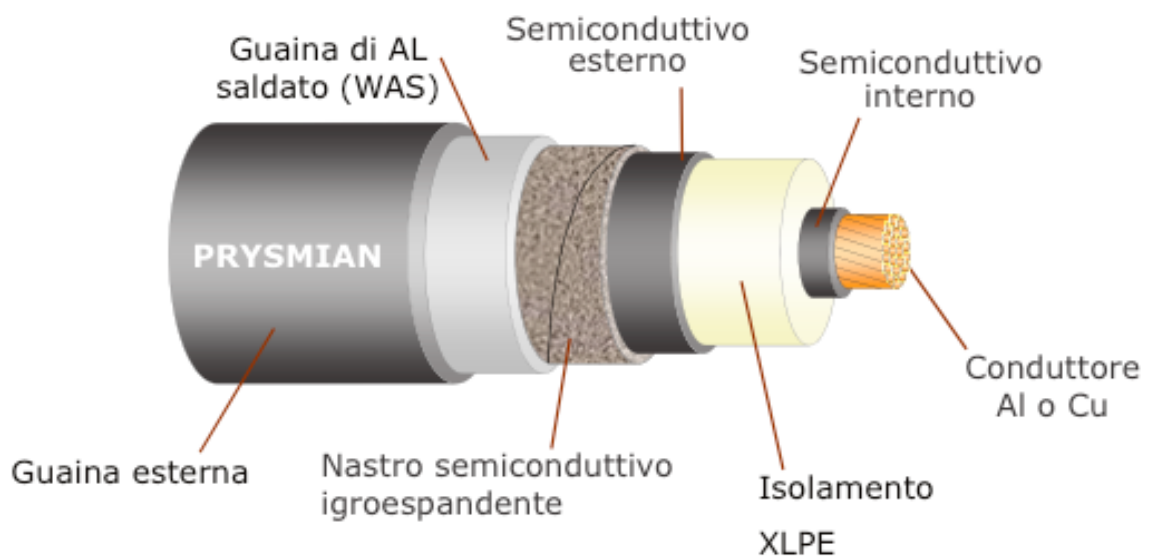
- Tensione  $U_0 = 86,7$  kV  
 $U_0$  = tensione nominale di riferimento per l'isolamento a frequenza  $f = 50$  Hz, in kV efficaci, tra un conduttore isolato qualsiasi e la terra.
- Tensione  $U = 150$  kV  
 $U$  = tensione nominale di riferimento per l'isolamento a frequenza  $f = 50$  Hz, in kV efficaci, tra due conduttori isolati qualsiasi della linea.
- Tensione  $U_{max} = 170$  kV  
 $U_{max}$  = tensione nominale massima di riferimento per l'isolamento a frequenza  $f = 50$  Hz, in kV efficaci, tra due conduttori isolati qualsiasi della linea.

È stata considerata una linea in cavo, della serie omologata da TERNA – e.DISTRIBUZIONE, costituita da tre cavi unipolari, in posa interrata piana, di produzione BRUGG, PRYSMIAN o similari equipollenti, di caratteristiche:

- Tensione nominale 150 kV
- Frequenza 50 Hz
- Sezione 1.600 mmq
- Conduttore In corda di alluminio
- Isolante XLPE

Nella Fig. 7.2 e nella Fig. 7.3 si evincono i singoli componenti:

1. Conduttore in alluminio
2. Binder
3. Schermo semiconduttivo interno
4. Isolante in XLPE
5. Schermo di isolamento
6. Barriera per evitare l'accidentale propagazione longitudinale dell'acqua
7. Guaina metallica
8. Guaina protettiva esterna



**Fig.7.2**

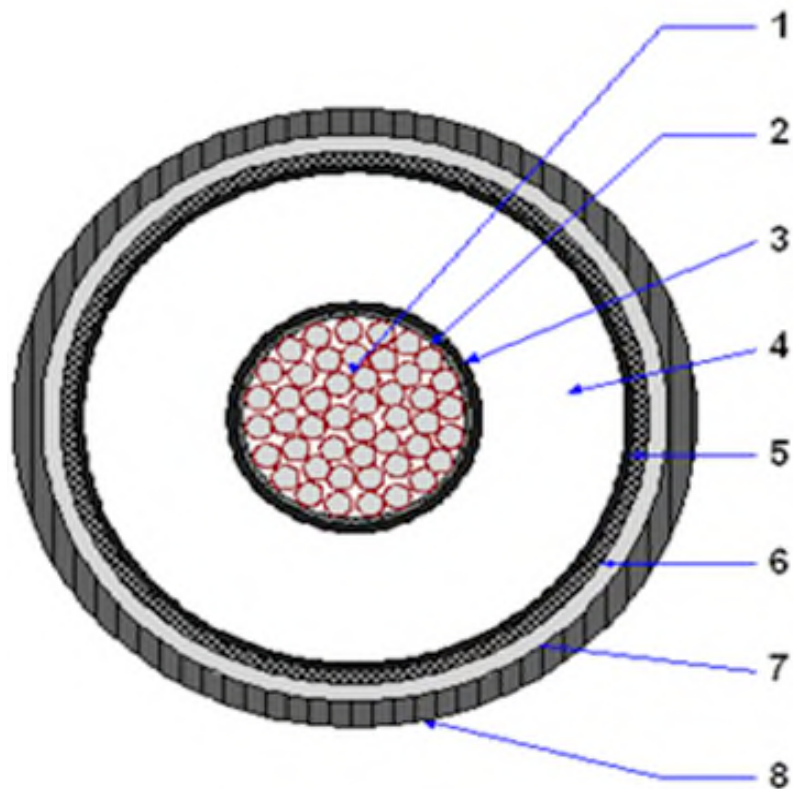


Fig.7.3

Le caratteristiche elettriche del cavo sono:

- Portata teorica  $I_0 = 1.555 \text{ A}$  calcolata con le seguenti condizioni:
 

|  |   |
|--|---|
| - Massima temperatura del conduttore   | 90° C                                       |
| - Frequenza                            | 50 Hz                                       |
| - Profondità di posa                   | 1.200 mm                                    |
| - Cavi allineati con distanza di       | circa 30 cm                                 |
| - Metodi di messa a terra degli schemi | single point / bonding /<br>cross – bonding |
| - Resistenza elettrica in AC, R        | 24,2 mohm / km                              |
| - Reattanza induttiva X                | 185 mohm / km                               |
| - Capacità C                           | 0,248 micro F / km                          |

Le caratteristiche fisiche del cavo sono:

- Peso  $P = 15 \text{ Kg / mt}$
- Raggio di curvatura minimo  $R_{cm} = 2.300 \text{ mm}$
- Massimo sforzo di trazione  $St = 48 \text{ kN}$
- Diametro esterno  $De = 111 \text{ mm}$

### Calcolo della portata di corrente reale

**E' stata utilizzata, come linea guida, la stessa procedura utilizzata per il dimensionamento della linea di connessione in MT-30 KV.**

La portata reale  $I_z$  calcolata della linea è  $I_z = I_o \cdot k$ , con:

- $I_o$  = portata teorica del cavo
- $k$  = coefficiente di correzione totale, prodotto di più coefficienti  
 $k = k_{tt} \cdot k_p \cdot k_r$ , ove:
  - $k_{tt}$ : coefficiente di correzione per la temperatura del terreno diversa da  $20^\circ \text{ C}$ ; si è prevista una temperatura di  $20^\circ \text{ C}$ , per cui  $k_{tt} = 1$
  - $k_p$ : coefficiente di correzione per valori di posa diversi da  $1,2 \text{ mt}$ ; è stata prevista una profondità di posa di  $1,6 \text{ mt}$ ; da abachi dedicati si ricava  $k_p = 0,93$
  - $k_r$ : coefficiente di correzione per valori di resistività termica media radiale del terreno diversa da  $1,5 \cdot k \cdot \text{m} / \text{W}$ ; è stata considerata una resistività termica di  $2 \cdot ^\circ \text{C} \cdot \text{m} / \text{W}$  come da prove per cui  $k_r = 0,90$

Quindi  $k = k_{tt} \cdot k_p \cdot k_r = 1 \cdot 0,93 \cdot 0,90 = 0,837$

La portata reale  $I_z$  è, quindi,  $I_o \cdot k = 1.555 \cdot 0,93 = 1.301 \text{ A}$ .

Poiché la portata reale del cavo  $I_z$  è superiore alla corrente massima di impiego  $I_b$ , la sezione  $S = 1.600 \text{ mm}^2$  è idonea.

$I_z = 1.301 \text{ A}$

$I_b = 385 \text{ A}$

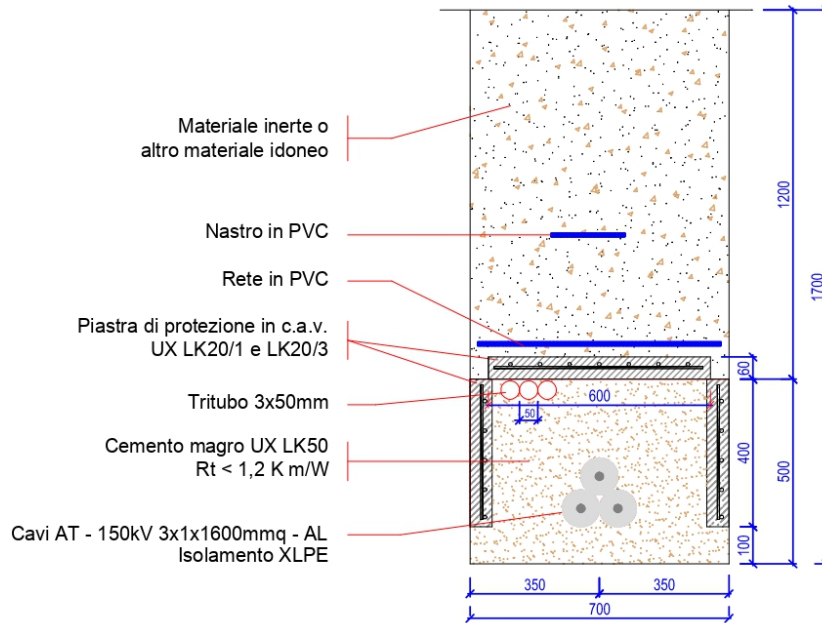
**$I_z > I_b$      $S = 1.600 \text{ mm}^2$  idonea.**

Nelle Fig. 7.4 sono rappresentate le sezioni di posa del cavo di AT, su terreni di tipo agricolo e su strada.

Nella Fig. 7.5 è rappresentata buca tipica necessaria per la realizzazione dei giunti unipolari sui cavi AT, qualora se ne rendesse la necessità.

La lunghezza della connessione, alquanto limitata, non dovrebbe richiedere alcun giunto.

## ESEMPIO DI POSA CAVI A TRIFOGLIO IN TERRENO AGRICOLA



## ESEMPIO DI POSA CAVI A TRIFOGLIO SU SEDE STRADALE

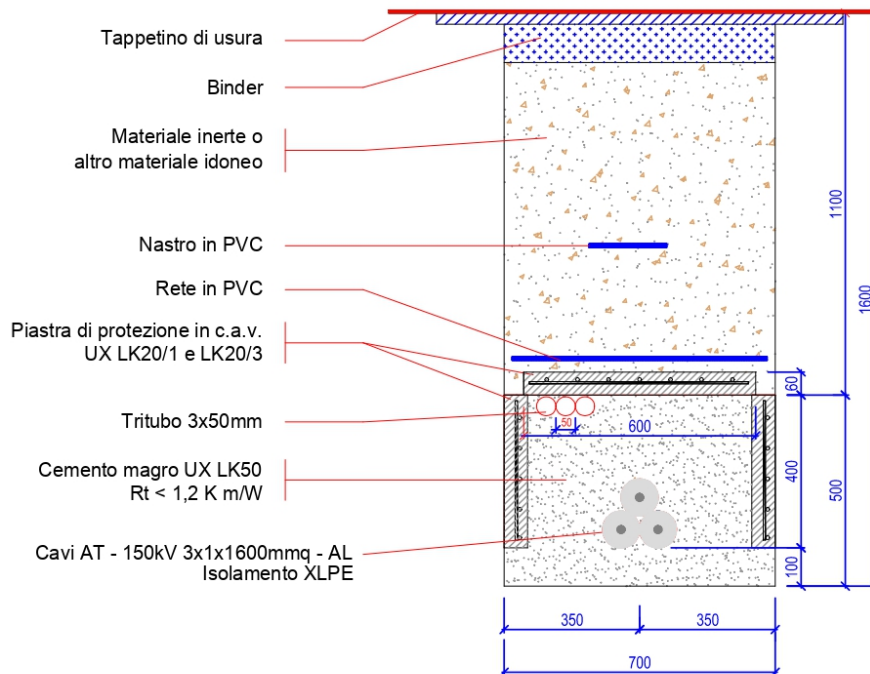
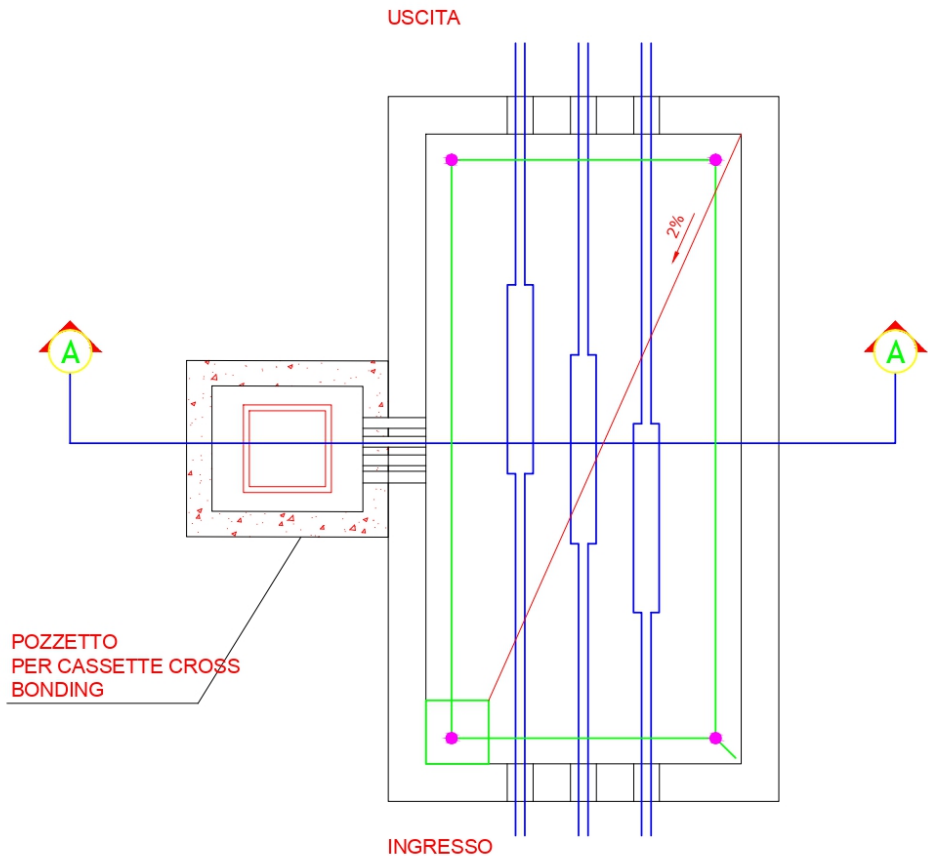


Fig. 7.4

# TIPICO PER POZZETTO GIUNTI CAVI AT - 150kV



## SEZIONE A-A

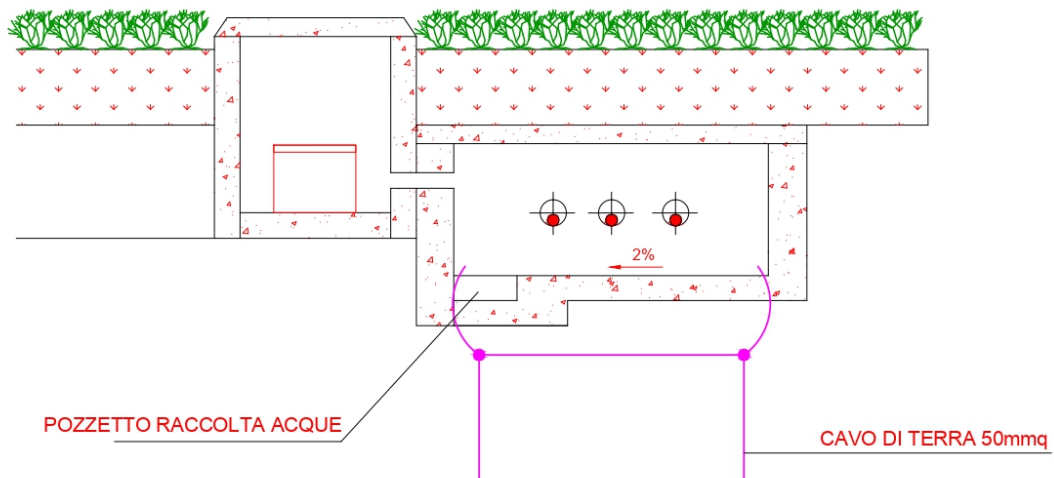


Fig. 7.5



## Scelta della sezione del conduttore in relazione a condizioni di corto circuito – Verifica Termica

La scelta è fatta in modo che la temperatura raggiunta dal conduttore per effetto della sovracorrente non sia dannosa, come entità e durata, per l'isolamento del cavo.

Non sono state considerate condizioni di sovraccarico ma solo condizioni di corto circuito. In caso di corto circuito, viste le forti correnti e la rapidità del fenomeno, il fenomeno stesso può considerarsi di tipo "adiabatico", per cui tutta l'energia associata al corto circuito, fa aumentare rapidamente la temperatura del conduttore; in pratica, per la tipologia di isolante previsto ( XLPE ) non si deve superare la temperatura di 250° C, altrimenti la vita media dell'isolante, sottoposta a temperature superiori, anche se per poco tempo, ne risulta fortemente compromessa.

La sezione del conduttore, quindi, deve soddisfare la condizione  $k^2 S^2 \geq I^2 t$ , ove

- $k^2 S^2$  = energia specifica sopportabile dal cavo
- $I^2 t$  = energia specifica lasciata fluire dall'interruttore prima dell'intervento delle protezioni.

S = sezione del cavo

I = corrente di corto circuito

t = tempo di intervento delle protezioni

k = coefficiente che tiene conto della natura dell'isolante e dipendente da:

- Calore specifico medio del conduttore
- Coefficiente di temperatura della resistività
- Temperatura del conduttore all'inizio del corto circuito
- Temperatura massima ammissibile del conduttore al termine del corto circuito.

I valori di k sono tabellati, per conduttori di alluminio, per una temperatura iniziale pari a quella massima ammissibile ( 90°C ). Per una temperatura finale massima pari a quella indicata di 250 °C, si ricava che k = 92.

Nel caso in esame si ha:

- k = 92
- S = 1.600 mmq
- I = corrente di corto circuito trifase simmetrica massima pari a 14 kA ( valore ricavato da abachi di TERNA aggiornati ad aprile 2020 )
- t = tempo di intervento delle protezioni, stimato in 100 msec, comprensivo del ritardo intenzionale e delle inerzie delle bobine e dei comandi motorizzati.

Quindi:

$$k^2 S^2 \geq I^2 t$$

$$92^2 \cdot (1600)^2 > (14.000)^2 \cdot 0,1$$

$$21,67 \cdot 10^9 > 19,6 \cdot 10^6$$

**La condizione  $k^2 S^2 \geq I^2 t$  è ampiamente soddisfatta, per cui la sezione S = 1.600 mmq è idonea.**

### Scelta della sezione del conduttore in funzione della caduta di tensione

Per quanto poco utilizzata si è verificata la Sezione ipotizzata  $S = 1.600 \text{ mm}^2$  ai fini della caduta di tensione.

La caduta di tensione è stata verificata mediante la relazione

$$DV = k \cdot L \cdot I_b \cdot ( R' \cos\phi + X' \sin\phi ) \text{ con}$$

- $k = 1,73$  per le reti trifasi
- $L$  = lunghezza della linea espressa in km; nel caso in esame  $L = 0,350 \text{ km}$
- $I_b$  = corrente di impiego, nel caso in esame  $I_b = 385 \text{ A}$
- $R'$  = resistenza per fase espressa in ohm / km; nel caso in esame  $R' = 24,2 \text{ mohm / km}$
- $X'$  = reattanza per fase espressa in ohm / km; nel caso in esame  $X' = 185 \text{ mohm / km}$
- $\cos\phi$  = fattore di potenza; nel caso in esame si è considerato pari a  $0,95$

Quindi

$$DV = k \cdot L \cdot I_b \cdot ( R' \cos\phi + X' \sin\phi ) = 1.73 \cdot 0,350 \cdot 385 ( 0,0242 \cdot 0,95 + 0,185 \cdot 0,31 ) =$$

= 19 Volt cui corrisponde una caduta di tensione

$$DV\% = \frac{DV}{V} \cdot 100 = \frac{19}{150} \cdot 100 = 0,013\%$$

Quindi

$$DV = 0,019 \text{ kV}$$

$$DV\% = 0,013 \%$$

I valori di caduta di tensione, assoluta e percentuale, sono assolutamente accettabili e di gran lunga inferiori al valore, stimato, come limite, anche se non normato, del 2%.

La sezione prevista  $S = 1.600 \text{ mm}^2$ , quindi, è idonea anche ai fini della caduta di tensione.

## 7.3 VERIFICA MECCANICA

### Raggi di curvatura dei cavi

La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danneggiamento agli stessi, durante le operazioni di posa.

Per il tipo di cavo previsto, il costruttore indica un raggio di curvatura minimo di 2,3 mt, per cui durante la posa si avrà cura di non superare tale valore.

### Sollecitazione a trazione

Durante la posa dei cavi si dovranno prendere tutte le precauzioni necessarie al fine di evitare danneggiamenti irreversibili ai cavi stessi.

Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa saranno applicati all'insieme dei conduttori e dell'armatura e mai agli isolanti; il tiro sarà effettuato mediante macchine con tiro controllato, che non superino mai il valore indicato dal costruttore di 48 kN.

## 7.4 DIMENSIONAMENTO E COLLEGAMENTO DEGLI SCHERMI

In caso di guasto le correnti che possono percorrere gli schermi dipendono da:

- Tipo di guasto
- Tipo costruttivo dello schermo
- Collegamenti alle estremità
- Distanza tra le fasi

Le correnti circolanti nei conduttori principali generano campi magnetici che ci concatenano con le guaine metalliche; la tensione indotta genera delle correnti di circolazione che causano perdite per effetto Joule.

Al fine di ridurre notevolmente le perdite nelle guaine metalliche si è prevista la connessione degli schermi, nei punti in cui saranno previsti i giunti, mediante il sistema "Cross Bonding", come si evince dalla Fig. 7.6; in pratica lo schermo di un cavo di una fase occuperà, nello spazio, le posizioni degli schermi delle altre fasi.

### Cross Bonding

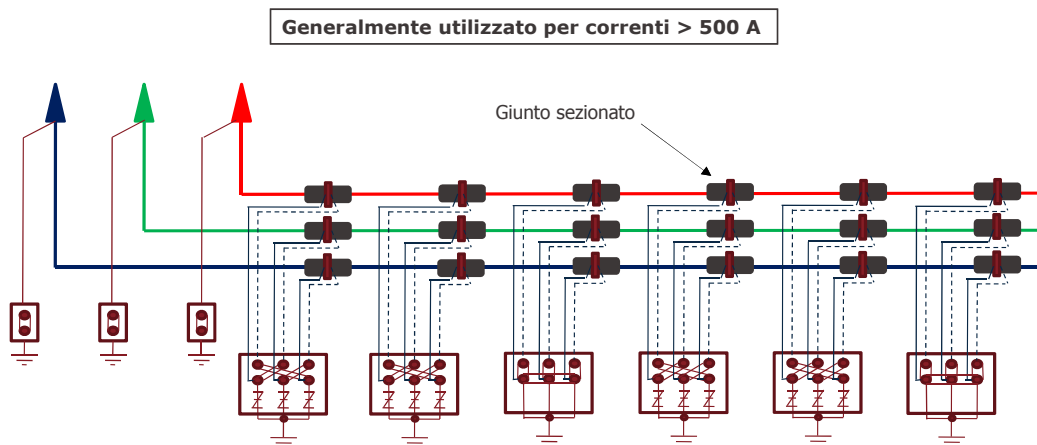


Fig.7.6

## **7.5 CONDIZIONI DI POSA**

### **Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti**

La coesistenza tra cavi di energia e gasdotti è regolamentata dal DM del 24-11-1984, modificato dal DM del 16-04-2008- “ Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione e l'accumulo e l'utilizzo del gas naturale con una densità non superiore a 0,8 “. In caso di incroci, tra cavi di energia u tubazioni convoglianti gas naturali, le condizioni di posa ed i provvedimenti da adottare si dovranno definire con gli enti proprietari o concessionari.

### **Attraversamenti di strade statali e provinciali**

In corrispondenza degli attraversamenti delle linee in cavo, su strade statali e su strade provinciali, la linea in cavo deve essere disposta entro tubazioni, la cui profondità di posa non sarà minore di 1 mt; la distanza è calcolata dall'estradosso superiore della tubazione.

### **Coesistenza tra i cavi di energia ed i cavi di telecomunicazione**

Circa gli incroci dei cavi di energia con quelli di comunicazione, quando uno dei cavi è protetto da una tubazione ( o similari ) non è necessario osservare alcuna precauzione. Nel caso di parallelismi, invece, la distanza minima, in proiezione su di un piano orizzontale, non sarà inferiore a 0,30 mt.