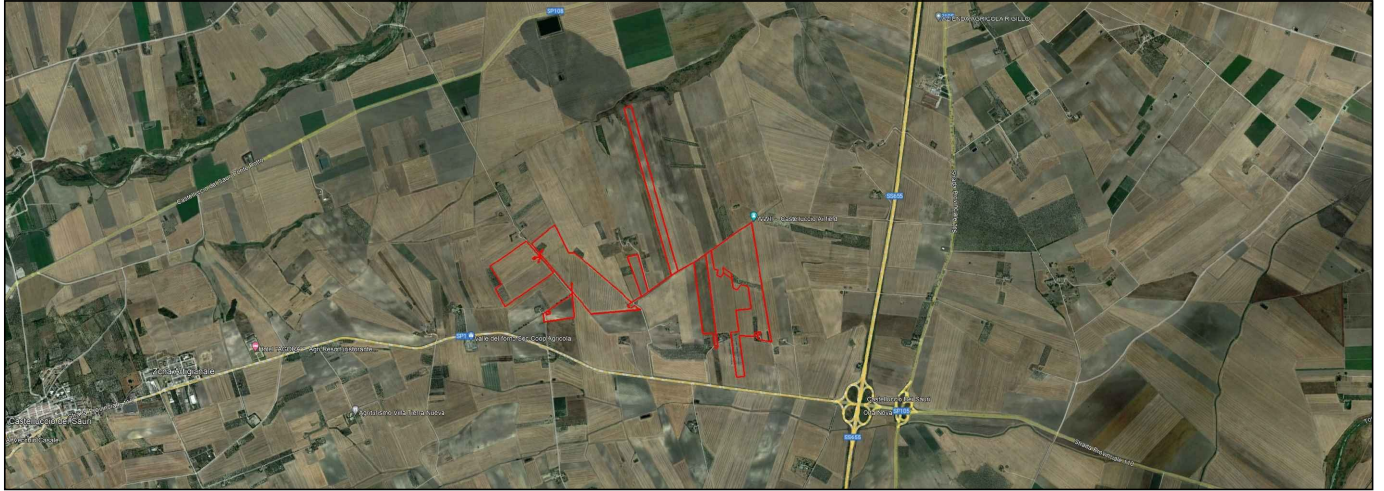




**REGIONE PUGLIA
PROVINCIA FOGGIA
COMUNE DI ASCOLI SATRIANO**



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRI VOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO IN DC PARI A 47.332,98 KWp E MASSIMA IN IMMISSIONE IN AC PARI A 37.500 KWp NEL COMUNE DI ASCOLI SATRIANO (FG) IN LOCALITA' MASSERIA SANSONE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

PROGETTO DEFINITIVO

**OPERE DI CONNESSIONE
PIANO TECNICO DELLE OPERE**

Titolo elaborato

Committente

Sviluppo

Progettazione



**SANSONE
SOLAR PARK**



emeren[®]

Mare Srl

Firme

| | | | |
|----------------|--|-------|---------|
| SSPREL009 | SSPREL009-PDF_Opere di connessione - Piano tecnico delle opere | / | A4 |
| Cod. elaborato | Nome file | Scala | Formato |


| | | | | | |
|------|----------|-------------------|----------|------------|-----------|
| 01 | 14.06.23 | Emissione | Mare Srl | Mare Srl | Mare Srl |
| Rev. | Data | Oggetto revisione | Redatto | Verificato | Approvato |

COMUNE DI ASCOLI SATRIANO
PROVINCIA DI FOGGIA
- REGIONE PUGLIA -

IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE A 36 kV
IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA
DA FONTE RINNOVABILE FOTOVOLTAICA
Potenza massima di immissione in rete 37500 kW

PROGETTO DEFINITIVO
Relazione tecnica descrittiva

| Liv. Prog. | Codice Rintracciabilità | Codice Elaborato | Numero foglio / Totale fogli | Commessa | Data | Scala |
|------------|-------------------------|------------------|------------------------------|----------|------------|-------|
| PD | 202202589 | 01 | 1/25 | - | 30/05/2023 | A4 |

| REV. | DATA | ESEGUITO | CONTROLLATO | APPROVATO | NOTE |
|------|------------|----------|-------------|---|-----------|
| 0 | 30/05/2023 | GUIDA L. | LOVERRE V. | GADALETA E. | EMISSIONE |
| | | | |  | |

PROGETTAZIONE:

Ing. Enrico Gadaleta

Via Galluzzi, 5
70044 Polignano a Mare (BA)
Tel. 3382263891
enrico@maresrls.eu

GESTORE RETE ELETTRICA:

RICHIEDENTE:

SANSONE SOLAR PARK S.R.L.
VIA GIULINI GIORGIO 2
CAP 20123 - MILANO (MI)
P. IVA 04435360716

Sommario

| | |
|---|----|
| 1. Premessa | 3 |
| 2. Riferimenti Normativi | 3 |
| 3. Norme Tecniche | 4 |
| 4. Parere Tecnico di Terna | 5 |
| 5. Elettrodotto in Alta Tensione di collegamento tra l'impianto fotovoltaico e la stazione di elevamento di Terna di futura realizzazione | 8 |
| 6. Descrizione..... | 8 |
| 7. Inquadramento catastale dell'intera opera | 9 |
| 8. Caratteristiche Geometriche dell'elettrodotto..... | 10 |
| 9. Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto | 12 |
| 10. Caratteristiche del cavo | 13 |
| 10.1. Linea interrata in antenna da CP..... | 14 |
| 10.2. Sistema di posa dei cavi, buche, giunti | 15 |
| 10.3. Buche e giunti | 15 |
| 11. Sistema di telecomunicazioni | 17 |
| 12. Calcolo della Distanza di prima approssimazione (Dpa)..... | 17 |
| 12.1. Conclusioni..... | 21 |
| 13. Aree impegnate | 22 |
| 14. Sicurezza cantieri | 22 |
| 15. Dettaglio dei componenti costruttivi dell'impianto | 23 |
| 15.1. Impianto di consegna in cabina..... | 23 |
| 15.2. Impianto di terra - Cabina di consegna | 23 |
| 15.3. Cabina di raccolta e collegamento | 24 |

1. Premessa

La presente relazione tecnica descrive le opere necessarie per la connessione di un impianto fotovoltaico con potenza in immissione di 37,5 kWe, ad un livello di dettaglio di progetto definitivo, da realizzarsi in Ascoli Satriano (FG) da parte della azienda **SANSONE SOLAR PARK srl**.

Il presente progetto fa riferimento al preventivo di connessione elaborato da Terna ed avente codice di pratica **202202589**.

Bisogna evidenziare che il progetto definitivo tiene conto di alcuni accorgimenti necessari ad evitare l'interferenza con alcuni vincoli esistenti.

2. Riferimenti Normativi

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi in conformità ai quali la presente relazione e i relativi allegati tecnici sono stati redatti.

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi;
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137 ";
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- PUGLIA, L.R. n. 25/2008, Norme in materia di autorizzazione alla costruzione ed esercizio di linee e impianti elettrici con tensione non superiore a 150.000 volt;
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 febbraio 2017, n. 31 Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata
- Decreto legislativo, 16/06/2017 n° 104, G.U. 06/07/2017;
- Decreto Legge 31 maggio 2021, n.77, decreto semplificazioni;
- DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2021, n. 199;
- Decreto Legge del 01/03/2022 n. 17;
- LEGGE 27 aprile 2022, n. 34.

3. Norme Tecniche

Di seguito si riportano le norme tecniche in conformità alle quali la presente relazione e i relativi allegati tecnici sono stati redatti.

- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- CEI11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica - Linee in cavo", terza edizione, 2006-07
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12
- CEI 304-1 Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza;
- 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", prima edizione, 2006:02
- TERNA Guida agli Schemi di Connessione UXLK401

4. Parere Tecnico di Terna

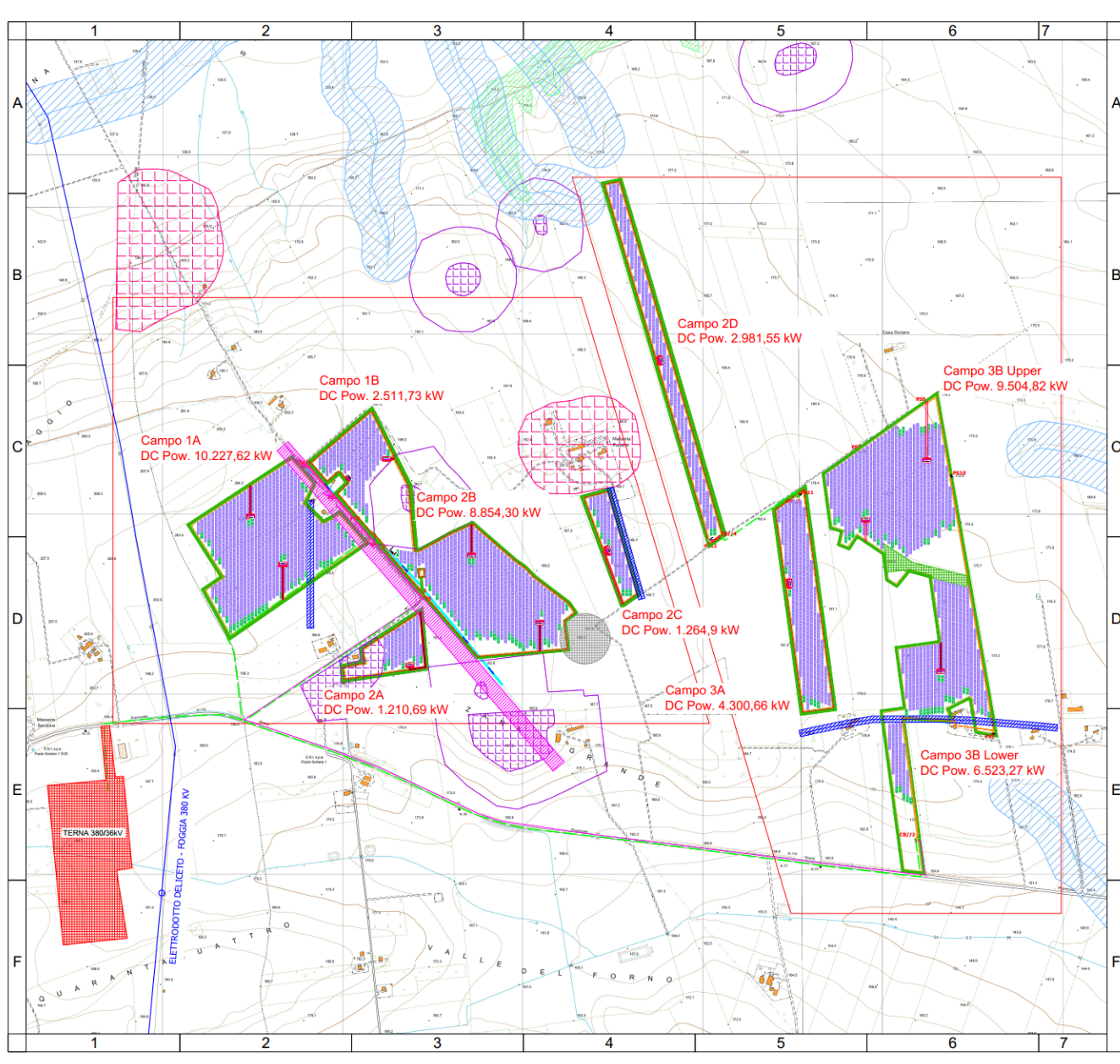
Con la presente relazione e i relativi allegati tecnici, la Società intende ottenere il benestare, a seguito delle verifiche di rispondenza ai requisiti tecnici di Terna, da Terna medesima, per le opere di connessione, nello specifico trattasi del nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento dell'impianto fotovoltaico, da costruire nel Comune di Ascoli Satriano sui terreni agricoli censiti al Catasto Terreni del Comune di Ascoli Satriano ai fogli 2 e 3, allo stallo a 36 kV della nuova Stazione Elettrica della RTN da realizzare sulla linea 380kV Deliceto-Foggia nel comune di Castelluccio dei Sauri al Foglio 13 particelle n. 265, 22, 26, 266, 426 e 404.

Si riportano nel seguito per completezza bozze di inquadramento catastale e CTR delle opere da realizzare.

La futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione RTN a 380/150/36 kV seguirà un iter autorizzativo distinto e separato dall'iter autorizzativo dell'impianto fotovoltaico proposto dalla Società, ma per completezza di informazioni di seguito se ne riportano gli stralci planimetrici che ne individuano la posizione geografica e la inquadrano rispetto ai vincoli del PPTR.

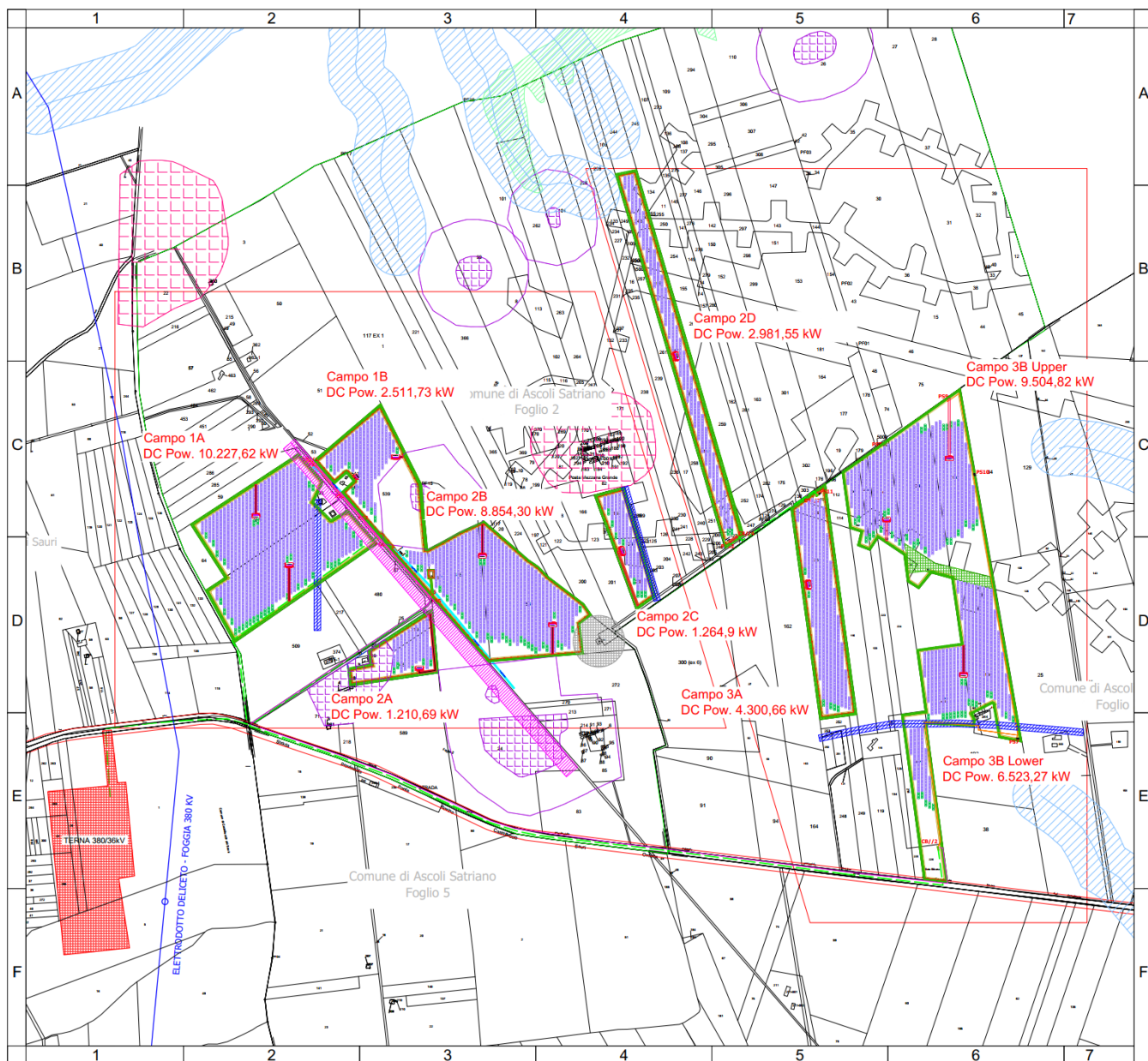
Relazione Tecnica Descrittiva – Progetto Definitivo

Connessione di rete impianto fotovoltaico da 37500 kW



Relazione Tecnica Descrittiva – Progetto Definitivo

Connessione di rete impianto fotovoltaico da 37500 kW



5. Elettrodotto in Alta Tensione di collegamento tra l'impianto fotovoltaico e la stazione di elevamento di Terna di futura realizzazione

Come già riportato nel paragrafo "Parere Tecnico di Terna", la connessione tra l'impianto fotovoltaico e la stazione di elevazione di Terna avverrà tramite elettrodotto a 36 kV, pertanto definito nella prassi tecnica elettrodotto ad Alta Tensione.

6. Descrizione

La nuova linea elettrica AT, che sarà realizzata seguendo i percorsi indicati negli elaborati grafici allegati, verrà connessa in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN da inserire in entra-esce alla linea 380 kV "Deliceto - Foggia", tramite una nuova linea interrata in cavo in Alluminio con sez. di 400 mmq.

Questo il dettaglio dei lavori da eseguire:

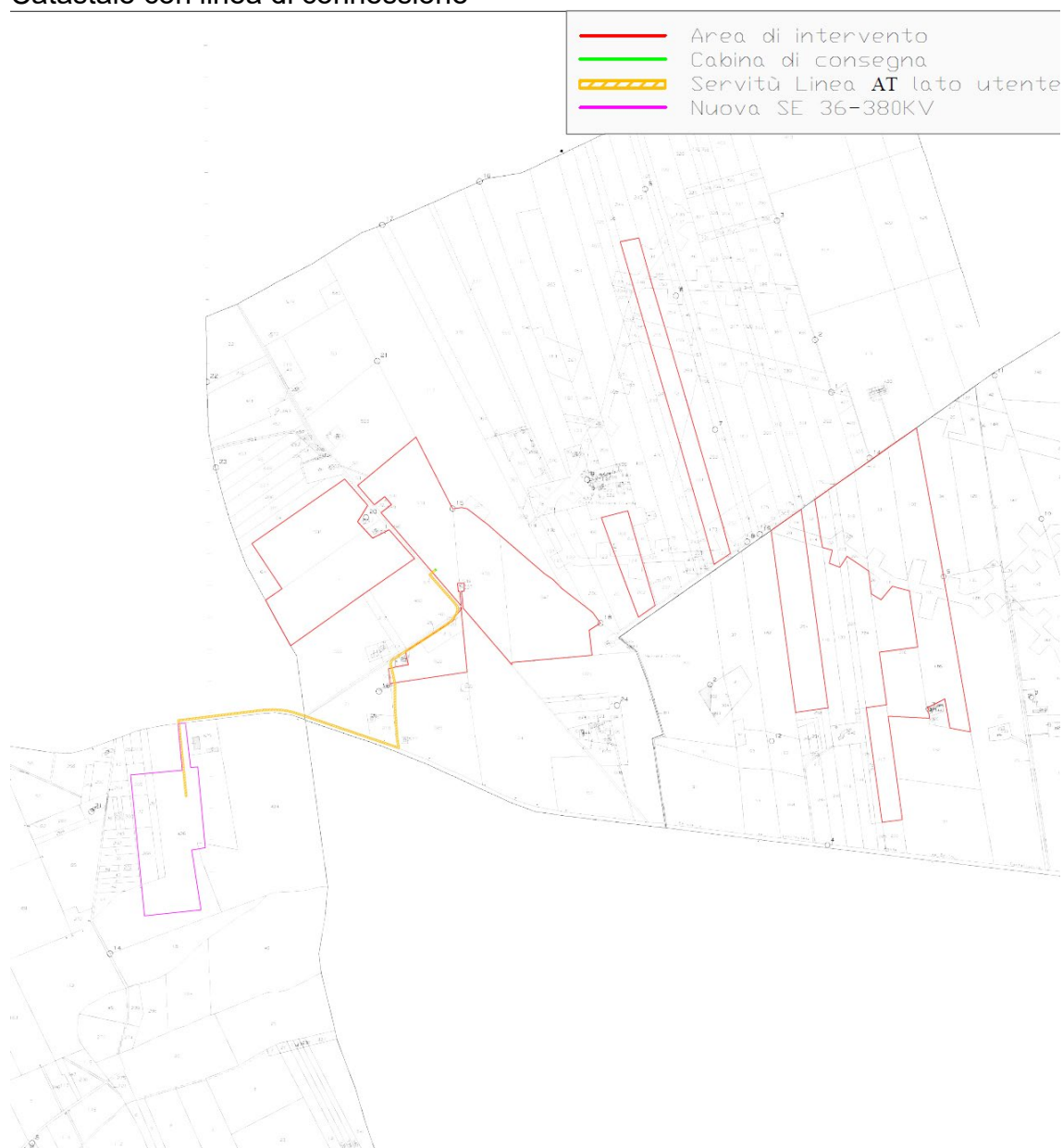
- Posa linea in cavo Al 2x3x1x400 mmq interrato su asfalto, lunghezza 700 m
- Posa linea in cavo Al 2x3x1x400 mmq interrato su terreno, lunghezza 1000 m

- Costruzione di una cabina di raccolta MTR
- Montaggio elettromeccanico in cabina di:
 - Quadro AT dimensionato per correnti di corto-circuito di 16kA
 - Contatore di energia prodotta

7. Inquadramento catastale dell'intera opera

Il tracciato della linea in cavo interrato è individuato all'interno della viabilità esistente, pertanto raggiungibile tramite la viabilità ordinaria.

Catastale con linea di connessione



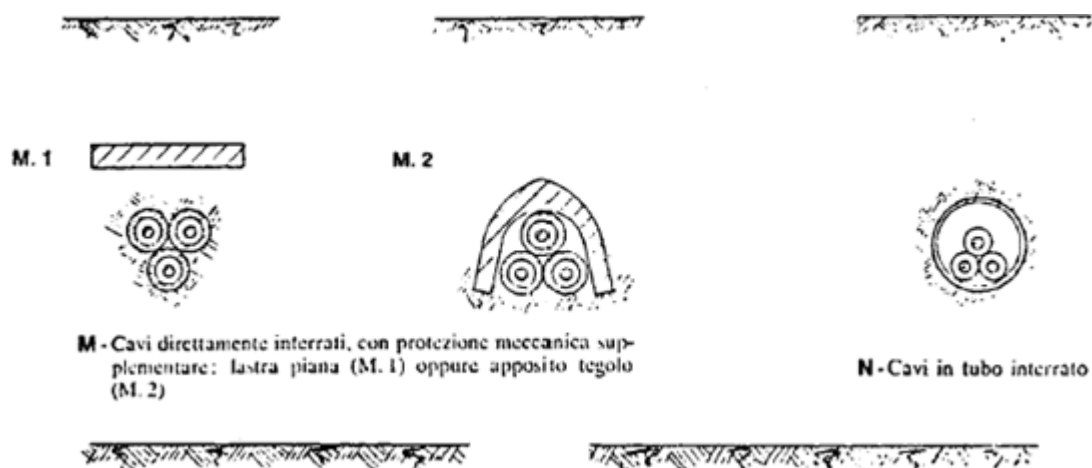
Linea 36kV da cabina di raccolta a futura sottostazione Terna

8. Caratteristiche Geometriche dell'elettrodotto

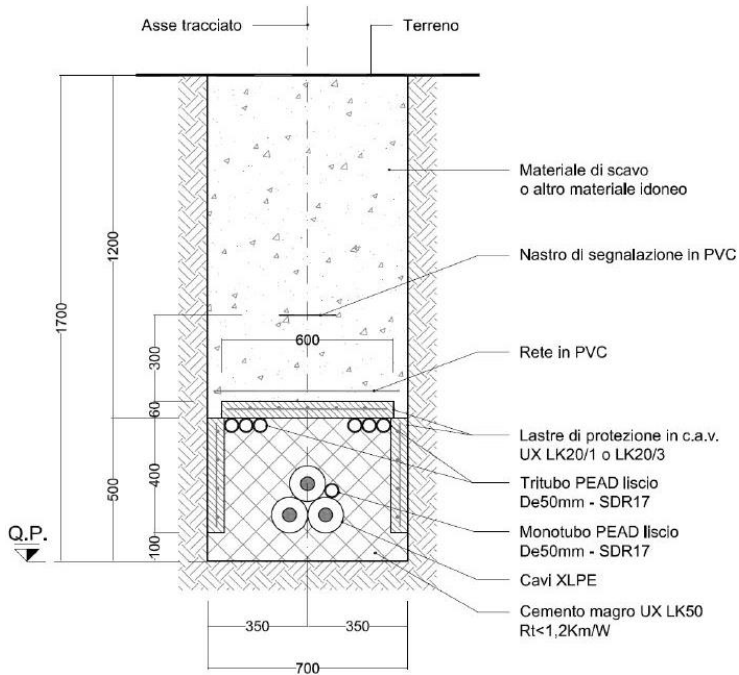
La lunghezza dell'elettrodotto è pari a circa 1,7 km, l'ampiezza della trincea sarà pari a circa 1,00 m. Di seguito le coordinate geografiche del punto di partenza e del punto di arrivo dell'elettrodotto interrato proposto.

- Punto di Partenza all'interno del campo fotovoltaico (41°18'54.39"N, 15°31'38.32"E)
- Punto di arrivo allo stallo produttore all'interno della nuova stazione TERNA 41°18'31.98"N 15°31'3.63"E

Lungo il percorso longitudinale delle strade la posa sarà effettuata secondo le modalità valide per le reti di distribuzione elettrica riportate nella norma CEI 11-17, ovvero modalità di posa tipo M, posa direttamente interrata, con protezione meccanica supplementare. La sezione di scavo e i particolari costruttivi sono di seguito rappresentati. La terna di cavi sarà posata con disposizione dei conduttori a trifoglio, secondo le modalità riportate dallo schema tipico dell'Allegato "B1" della Specifica Tecnica TERNA UX LK401.

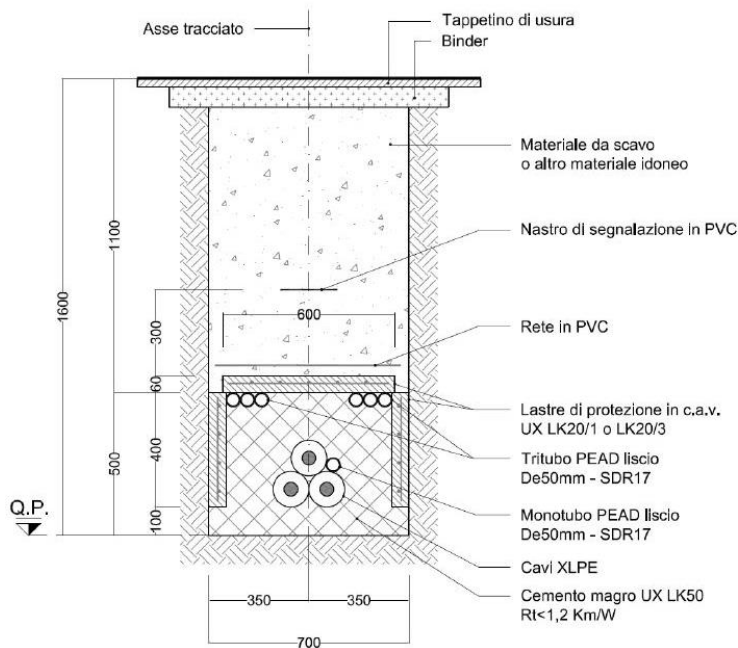


Sezione in prossimità di strade bianche



La profondità di posa dell'elettrodotto è pari a circa 1,4 metri (baricentro) dal piano campagna

Sezione in prossimità di strade asfaltate



La profondità di posa dell'elettrodotto è pari a circa 1,4 metri (baricentro) dal piano campagna

Come si osserva dai particolari costruttivi indicati nelle immagini soprariportate, l'elettrodotto è protetto da lastre prefabbricate in calcestruzzo armato di adeguata resistenza e da un getto di cemento magro che annega completamente le armature.

La sezione costruttiva a fine lavori risulterà della larghezza di 0,70 m. Si descrivono di seguito i vari componenti dell'elettrodotto partendo dal fondo scavo:

- strato di 10 cm di cemento magro a resistività termica controllata 1,2 Km/W;
- conduttori di energia, secondo le specifiche di progetto;
- lastre di cemento armato di protezione sui due lati;
- strato di riempimento per cm 40 di cemento magro a resistività termica controllata;
- tri-tubo in PEAD del diametro di 50 mm per l'inserimento del cavo in fibra ottica;
- apertura con piastra di protezione in cemento armato vibrato prefabbricato secondo le specifiche di progetto;
- rete in pvc arancione per segnalazione dell'elettrodotto in caso di manutenzioni da eseguire con tecniche di scavo controllato per esempio escavatore a risucchio;
- materiale riveniente dallo scavo opportunamente selezionato;
- nastro segnalatore in pvc con indicazione cavi in alta tensione;
- materiale riveniente dallo scavo fino alla del piano campagna; ripristino dello strato superficiale come ante-operam (strada bianca o asfalto)

9. Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

Di seguito si riporta la determinazione della portata del conduttore di fase dell'elettrodotto interrato tra la cabina di raccolta della potenza complessiva dell'impianto e la cabina di consegna all'interno della nuova stazione elettrica di TERNA.

La potenza in campo alternato massima dell'impianto fotovoltaico è pari a 19,289 Mw, se ne desume pertanto la corrente I_b di esercizio

$$I_b = P_n / (V_n \sqrt{3} \cos\phi) = 37'500'000 / (30000 \times 1,73 \times 0,9) = 801 \text{ A}$$

Dove:

- I_b = corrente che attraversa il cavo;
- P_n = Potenza nominale dell'impianto (37,5 MW)
- V_n = Tensione di esercizio di impianto (30.000 V)
- $\cos\phi$ = 0,9

Considerando 2 corde da 400mmq, cavo tipo ARE4H5EX 18/30kV

TECHNICAL CHARACTERISTICS

| Cross section [mm ²] | Screen section [mm ²] | Min. outer diam. [mm] | Max. outer diam. [mm] | Approx. weight [kg/km] | Max. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km] | Perm. current rating buried 20°C - trefoil formation [A] | current rat in air 30°C trefoil [A] |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| 50 | 16 | 32.0 | 38.0 | 1020 | 0.641 | 174 | 187 |
| 70 | 16 | 34.0 | 40.0 | 1135 | 0.443 | 213 | 232 |
| 95 | 16 | 35.0 | 41.0 | 1260 | 0.32 | 254 | 282 |
| 120 | 16 | 37.0 | 43.0 | 1390 | 0.253 | 289 | 325 |
| 150 | 25 | 38.0 | 44.0 | 1590 | 0.206 | 322 | 367 |
| 185 | 25 | 40.0 | 46.0 | 1755 | 0.164 | 364 | 421 |
| 240 | 25 | 42.0 | 48.0 | 1990 | 0.125 | 422 | 496 |
| 300 | 25 | 45.0 | 51.0 | 2210 | 0.1 | 476 | 568 |
| 400 | 35 | 48.0 | 54.0 | 2660 | 0.0778 | 541 | 650 |

La caduta di tensione risulta pari al 0,15%.

10. Caratteristiche del cavo

L'elettrodotto proposto sarà realizzato tramite cavi in alta tensione per posa interrata di ultima generazione con tipologia di isolamento realizzato in XLPE (polietilene reticolato). Questa tipologia di cavi risulta particolarmente compatta, permette elevate capacità di trasporto ed infine **non presenta problemi di carattere ambientale.**

Infatti, a differenza dei cavi in alta tensione di prima generazione il cui isolamento avveniva a mezzo di olio fluido, questa nuova tecnologia presenta il vantaggio di non richiedere apparecchiature idrauliche ausiliarie necessarie per l'espansione e il rabbocco del fluido dielettrico, con semplificazione dell'esercizio e l'annullamento di perdite di fluidi nei terreni circostanti, da cui la garanzia della massima compatibilità ambientale.

La tipologia di cavo in questione è inoltre caratterizzata da un isolante a basse perdite dielettriche. La figura che segue mostra uno schema di sezione tipo per questa tipologia di cavi.

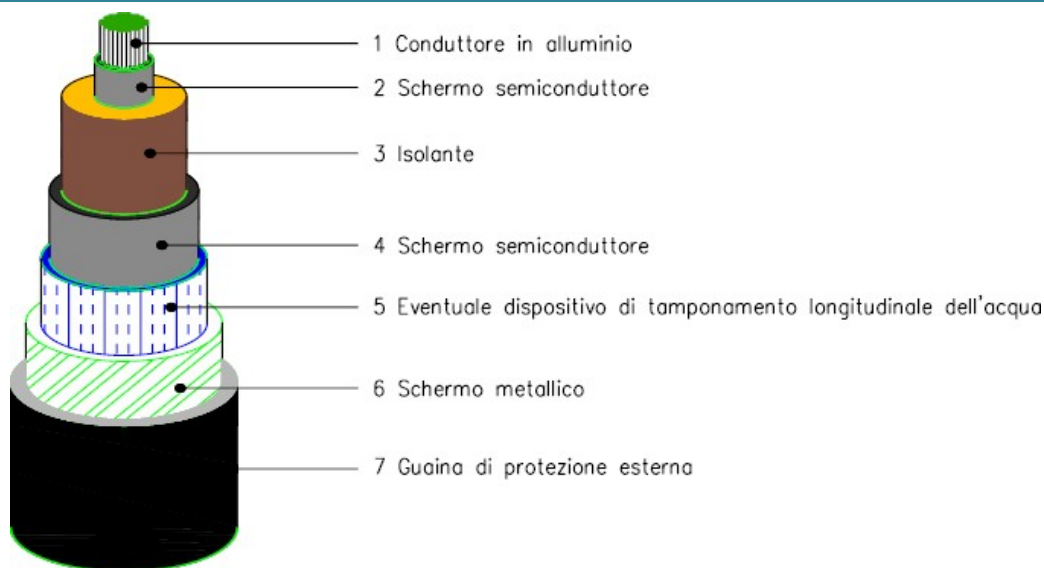
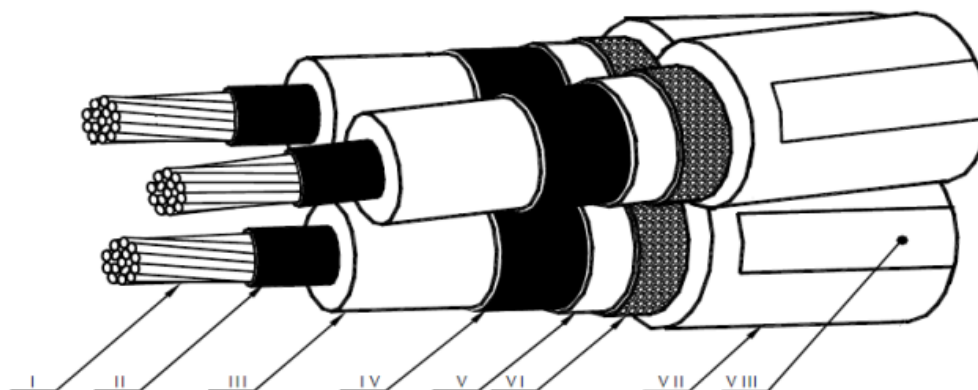


Fig. 6 – Sezione tipica del cavo

10.1. Linea interrata in antenna da CP

Le linee interrate saranno costituite da cavi di tipo tripolare con conduttori in alluminio, aventi isolamento estruso (HEPR o XLPE), con schermo in alluminio avvolto a nastro sulle singole fasi.



- | | | |
|------------------------|---------------------------------|--------------------|
| I – Aluminum Conductor | IV – Insulation screen | VII – Outer sheath |
| II – Conductor screen | V – Longitudinal watertightness | VIII – Marking |
| III –Insulation | VI – Aluminum foil earth screen | |

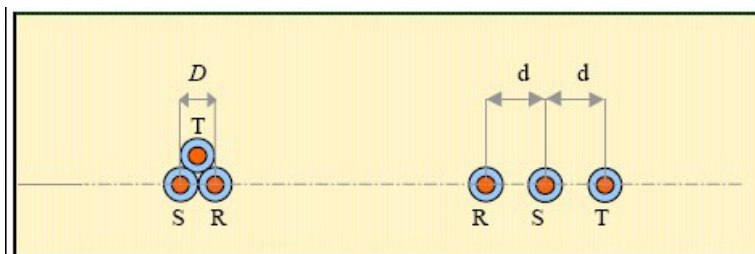
Il conduttore sarà alloggiato all'interno di un cavidotto e sarà del tipo ARE4H5EX 18/30kV SK1 1x400, in alluminio, formazione e sezione: 2x3x1x400 mm².

Sono previste giunzioni intermedie lungo il percorso della linea.

10.2. Sistema di posa dei cavi, buche, giunti

Gli schemi tipici di posa di un elettrodotto a 36:150 kV sono tipicamente a “trifoglio”.

Per gli elettrodotti in cavo per i diversi livelli di tensione, gli schemi tipici di posa sono i seguenti: in piano e a trifoglio, come rappresentati nella figura seguente; come già riportato nei capitoli precedenti si ribadisce che l'elettrodotto in progetto è stato progettato con posa a trifoglio.

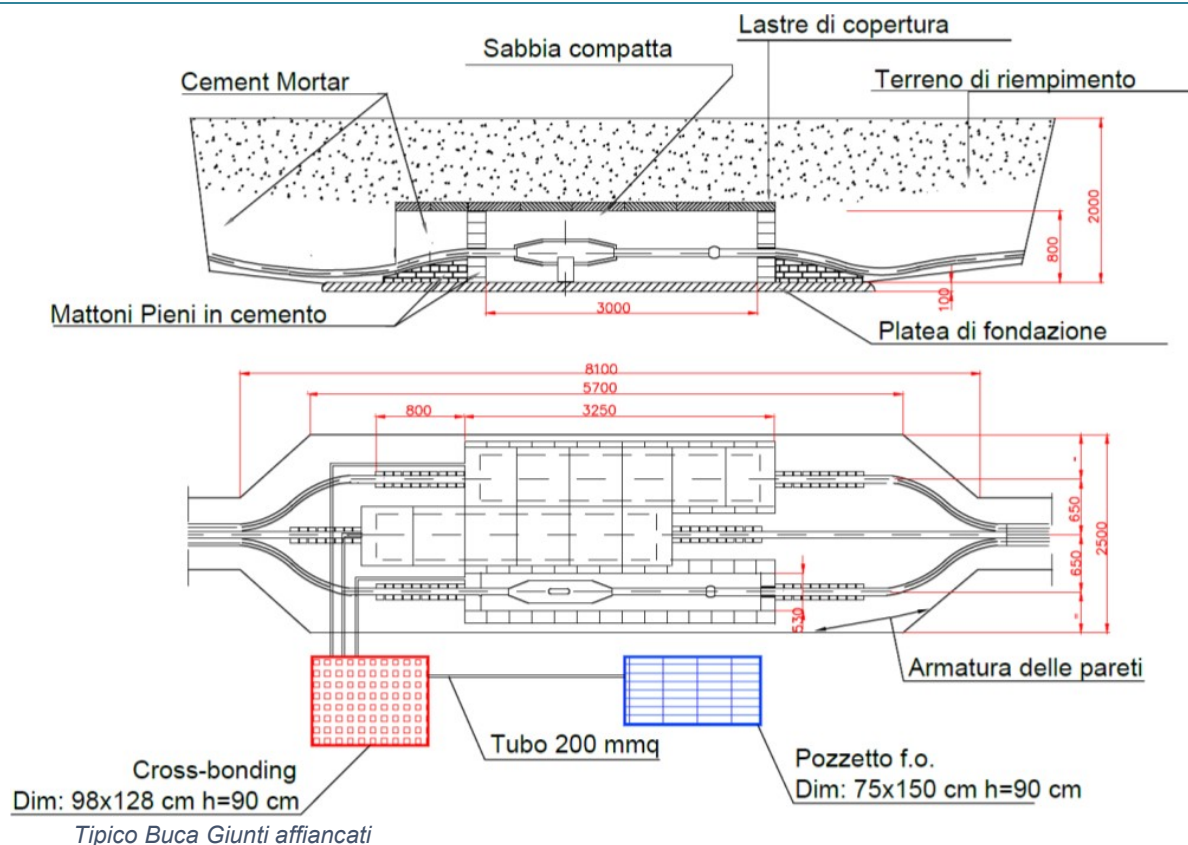


La posa a trifoglio ha l'inconveniente di ridurre la portata di corrente ammissibile del cavo dovuta al regime termico che si instaura a causa della vicinanza dei cavi, ma ha il vantaggio di diminuire i campi elettromagnetici e di ridurre le sezioni di scavo riducendo gli impatti ambientali. Al contrario la posa in piano presenta livelli di portata in corrente proporzionali alla distanza “d” di interasse dei cavi. Per tale motivo la posa a trifoglio è utilizzata per i livelli di tensione più bassa (fino a 150-220 kV) mentre la posa in piano è utilizzata per i livelli di tensione più alta (220-380kV).

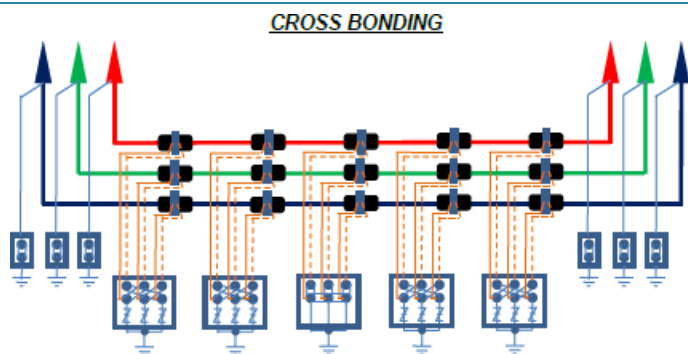
Gli schermi metallici intorno ai conduttori di fase dei cavi con isolamento estruso hanno la funzione principale di fornire una via di circolazione a bassa impedenza alle correnti di guasto in caso di cedimento dell'isolamento. Pertanto, essi saranno dimensionati in modo da sostenere le massime correnti di corto circuito che si possono presentare.

10.3. Buche e giunti

Il giunto necessario per il collegamento del cavo sarà posizionato lungo il percorso del cavo, con tratte variabili tra i 400 e 500 m circa, ed ubicati all'interno di apposite buche che avranno una configurazione come indicato nella figura seguente:



I giunti, saranno collocati lungo il percorso dell'elettrodotto in apposite buche di profondità di circa 2,00 metri dal piano campagna e inseriti in appositi loculi, realizzati con blocchetti in calcestruzzo. I loculi saranno poi riempiti con sabbia e coperti con lastre in calcestruzzo armato, aventi funzione di protezione meccanica. Sul fondo della buca giunti, sarà realizzata una platea di sottofondo in c.i.s., allo scopo di creare un piano stabile sul quale poggiare i supporti dei giunti. Inoltre, sarà realizzata una maglia di terra locale costituita da 4 o più picchetti, collegati fra loro ed alla cassetta di sezionamento, per mezzo di una corda in rame. Accanto alla buca di giunzione saranno installati due pozzetti; uno per l'alloggiamento della cassetta di sezionamento della guaina dei cavi e l'altro per la fibra ottica e i sistemi di monitoraggio (quali per esempio: monitoraggio temperatura cavo, scariche parziali e correnti di schermo). Agendo sui collegamenti interni della cassetta è possibile collegare o scollegare le guaine dei cavi dall'impianto di terra. Il collegamento degli schermi metallici sarà realizzato con la metodologia cross bonding, in cui il collegamento in cavo viene suddiviso in tre tratte elementari (o multipli di tre) pressoché di uguale lunghezza, generalmente corrispondenti con le pezzature di posa. In tale configurazione gli schermi vengono messi francamente a terra, ed in corto circuito tra loro all'estremità di partenza della prima tratta ed all'estremità di arrivo della terza, mentre tra due tratte adiacenti gli schermi sono isolati da terra e uniti fra loro con collegamento incrociato.



11. Sistema di telecomunicazioni

Per le trasmissioni dati del sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti, costituito da uno o più cavi a 48 fibre ottiche come rappresentato in modo indicativo nella figura che segue.

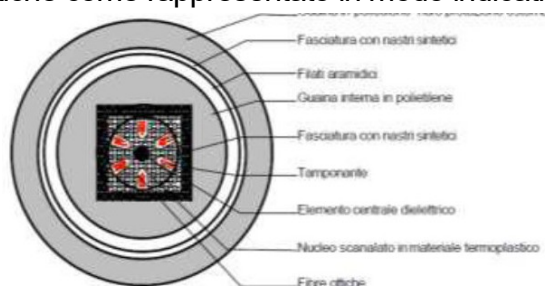


Fig. 1 – Sezione tipica del sistema di telecomunicazioni

12. Calcolo della Distanza di prima approssimazione (Dpa)

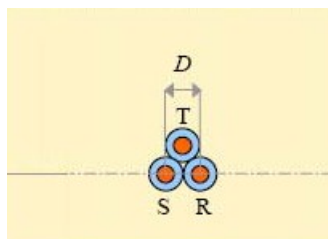
Il presente capitolo ha lo scopo di definire le ipotesi di calcolo mediante le quali sono stati calcolati sia il campo elettrico e magnetico, e le fasce di rispetto relativamente ai nuovi collegamenti a 36 kV in cavo interrato. L'approccio progettuale è conforme al D.P.C.M. dell'8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", nonché della "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", approvata con DM 29 maggio 2008.

Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a 3 microtesla, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore della popolazione, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003. Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT (ora ISPRA), sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Con Decreto 29 maggio 2008 il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 sopra citato prevede che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come “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 D_{pa} si trovi all'esterno delle fasce di rispetto”.

Tale decreto prevede per il calcolo della D_{pa} l'utilizzo della configurazione spaziale dei conduttori, geometrica e di fase che forniscono il risultato più cautelativo; a tal proposito si riporta di seguito il calcolo della Distanza di prima approssimazione dell'elettrodotto proposto in progetto:

Lo schema di posa in progetto è di tipo a trifoglio come rappresentato nella figura seguente:



Di seguito si riportano i limiti dell'intensità di campo elettrico e di induzione magnetica previsti per legge:

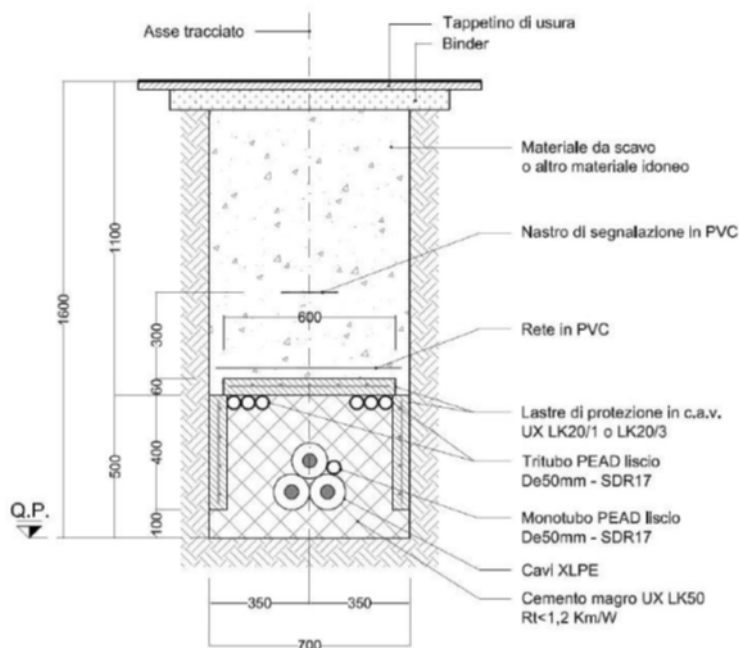
| Frequenza 50 Hz | Intensità di campo elettrico E (kV/m) | Induzione Magnetica B (μ T) |
|--|---------------------------------------|----------------------------------|
| Limite di esposizione * (da non superare mai) | 5 | 100 |
| Valore di attenzione ** (da non superare in ambienti abitativi già esistenti e comunque nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore) | - | 10 |
| Obiettivo di qualità ** (da non superare per i nuovi elettrodotti o le nuove abitazioni in prossimità di elettrodotti esistenti) | - | 3 |

* Valori efficaci

**Mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio

Si riporta di seguito l'andamento della fascia di rispetto e della relativa Distanza di Prima Approssimazione relativa all'opera proposta in progetto, quindi elettrodotto a una singola terna di cavi a 36 kV posati a trifoglio:

| | |
|---|---------------------------|
| DOPPIA TERNA CON CAVI POSATI A TRIFOGLIO | |
| PROFONDITA' DI POSA | 1,4 METRI |
| CORRENTE | 800 A |
| DIAMETRO ESTERNO | 54 mm |
| SEZIONE CONDUTTORE | 400 mm² |
| NUMERO DI TERNE | 2 |



Il calcolo che segue è stato implementato secondo la guida CEI 106-11 che propone una serie di formule analitiche approssimate, applicabili senza l'uso di software, che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data distanza dal baricentro dei conduttori della linea elettrica. Dette formule sono molto utili per effettuare analisi piuttosto precise e soprattutto immediate delle fasce di rispetto.

La formula da applicare per linea in cavo interrato con cavi unipolari posati a trifoglio è la stessa utilizzata per le linee aeree con conduttori a triangolo:

$$B = \frac{P \cdot I}{R^2} \cdot 0,1 \cdot \sqrt{6} \quad [\mu T]$$

dove P [m] è la distanza fra i conduttori disposti ai vertici di un triangolo (in caso di distanze differenti, P diventa la media delle distanze fra i tre conduttori), I [A] è la corrente, simmetrica ed equilibrata, che attraversa i conduttori, R [m] è la distanza dal baricentro dei conduttori alla quale calcolare l'induzione magnetica B (la formula è valida per $R \gg P$).

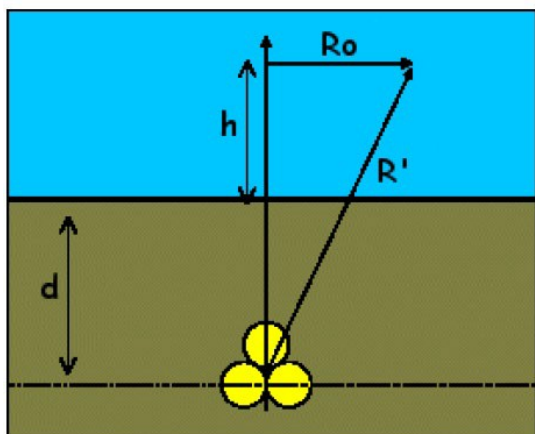
Considerando N.2 terne, il campo B risulterà pari a 2 volte il valore B.

Rovesciando la logica, è anche possibile calcolare la distanza R' dal baricentro dei conduttori, alla quale l'induzione magnetica si riduce al valore dell'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$:

$$R' = 0,286 \sqrt{2 P I} \text{ [m]}$$

Invece della distanza dal baricentro è fondamentale conoscere la distanza dall'asse della linea a livello del suolo ($h=0$) R_0 (figura), oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto dell'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ (d è la profondità di posa):

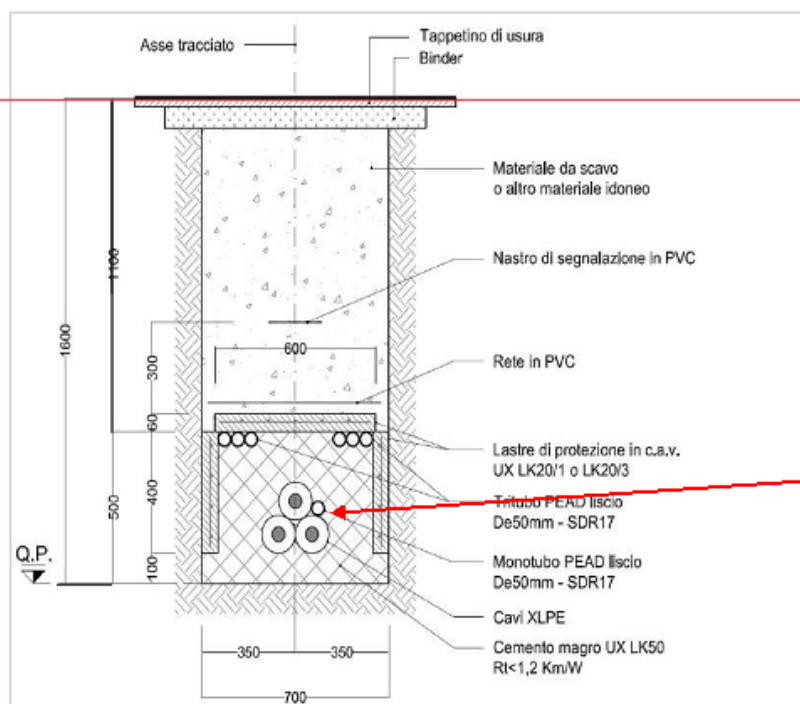
$$R' = 0,286 \sqrt{0,082 2 P I - d^2} \text{ [m]}$$



Il calcolo analitico è stato eseguito con l'ausilio di un foglio di calcolo appositamente implementato.

| K | N terne | P (m) | I (A) | R' (m) | |
|-------|---------|-------|-------|--------|--------|
| 0,286 | 2 | 0,054 | 800 | 2,66 | |
| | | | | | |
| k | N terne | P (m) | I (A) | d (m) | Ro (m) |
| 0,082 | 2 | 0,054 | 800 | 1,4 | 2,26 |

Di seguito si riporta la rappresentazione grafica di R' pari a 2,66 metri e R_0 pari a 2,26 metri, che ne prova la correttezza dell'analisi.



Quanto sopra esaurisce la verifica in merito al campo magnetico, in merito alla verifica relativa al campo elettrico, si premette che la linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo (come abbiamo rappresentato dalle analisi e dai calcoli sopra riportati) è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza. Nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il **campo elettrico nullo ovunque**. Pertanto, il rispetto della normativa vigente in relazione al campo elettrico in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotta.

12.1. Conclusioni

In conclusione, dalle valutazioni effettuate si conferma che i tracciati degli elettrodotti oggetto della seguente proposta sono stati studiati in modo da rispettare i limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003:

- il valore del **campo elettrico** è sempre inferiore al limite fissato in 5kV/m
- il valore del **campo di induzione magnetica**, in corrispondenza dei punti sensibili (abitazioni, aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) è sempre inferiore a 3 μ T.

13. Aree impegnate

In merito all'interessamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico sugli espropri, le **Aree Impegnate**, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto.

Il vincolo preordinato all'asservimento coattivo sarà invece apposto sulle **“aree potenzialmente impegnate”** (previste dalla L. 239/04), che equivalgono alle **“zone di rispetto”** di cui all'articolo 52 quater, comma 6, del Decreto Legislativo 27 dicembre 2004, n. 330, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni.

L'ampiezza delle zone di rispetto (ovvero aree potenzialmente impegnate) sarà in funzione del progetto e del livello di tensione dell'elettrodotto. In considerazione di motivazioni derivanti da aspetti di carattere tecnico realizzativi, l'estensione delle fasce di rispetto sarà di circa 4 m lungo l'asse ortogonale all'elettrodotto; ai fini dell'apposizione del vincolo preordinato all'asservimento coattivo si faccia riferimento alle planimetrie allegate alla presente dove è riportata la posizione dell'elettrodotto in progetto con evidenziata l'Area Potenzialmente Impegnata.

Pertanto, ai fini dell'apposizione del vincolo preordinato all'asservimento coattivo, le “aree potenzialmente impegnate” coincidono con le “zone di rispetto”; di conseguenza i terreni ricadenti all'interno di dette zone risulteranno soggetti al suddetto vincolo.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'asservimento coattivo.

Per le opere ricadenti in “legge obiettivo” (procedura ai sensi del D. Lgs.190/02) le aree impegnate si intendono estendersi al concetto di aree potenzialmente impegnate, alla luce delle successive norme sopra richiamate.

14. Sicurezza cantieri

I lavori si svolgeranno nel rispetto della normativa e del D.Lgs. 81/08 e successiva modifica e integrazioni D.Lgs. 106/09. Pertanto, in fase di progettazione la Società provvederà a nominare un Coordinatore per la sicurezza, abilitato ai sensi della predetta normativa, che redigerà il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per la esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

15. Dettaglio dei componenti costruttivi dell'impianto

15.1. Impianto di consegna in cabina

L'impianto di allacciamento da realizzarsi presso la cabina di consegna nel vano consegna prevede un quadro QMTC con IMS ed interruttori come dispositivi di protezione generale e di interfaccia.

Tutti i quadri saranno dimensionati per reti con corrente di corto circuito pari a 16 kA.

Tutti gli scomparti saranno protetti con involucro metallico e con tensione di riferimento per l'isolamento di 36 kV.

15.2. Impianto di terra - Cabina di consegna

L'impianto di terra sarà dimensionato in base alle Norma CEI 99-3 (EN 50522). L'impianto di terra consiste nell'impianto di terra della cabina di consegna.

L'impianto di terra di cabina sarà realizzato tramite una serie di puntazze in ferro zincato a caldo del tipo a croce di dimensioni 50 x 50 mm e spessore 5 mm, con lunghezza pari a 1,5 metri, direttamente infisse nel terreno, interconnesse tramite una corda di rame nuda direttamente interrata ad una profondità minima di 50 centimetri. Alla corda di rame nuda verrà collegata in almeno due punti distinti la rete elettrosaldata, tramite morsettatura a pettine.

Un nuovo collettore di terra equipotenziale principale, costituito da bandella in rame con coperchio rimovibile, forata per installazione dei bulloni per fissaggio dei capocorda, sarà installato all'interno del locale cabina lato utente, in posizione facilmente accessibile. A esso si collegheranno tutti i seguenti conduttori di terra:

- Corda di rame nuda di sezione 50 mmq dell'impianto di dispersione di cabina, realizzato come da schema planimetrico allegato e precedente descrizione;
- Corda di rame nuda di sezione 50 mmq per il collegamento delle celle MT in transito entro cunicolo;
- schermi dei cavi MT (conduttore giallo-verde da 25 mmq), transitanti entro cunicolo;
- masse e masse estranee di cabina; queste ultime con conduttori di sezione minima pari a 6 mmq, protetti meccanicamente tramite tubazioni isolanti del tipo pesante

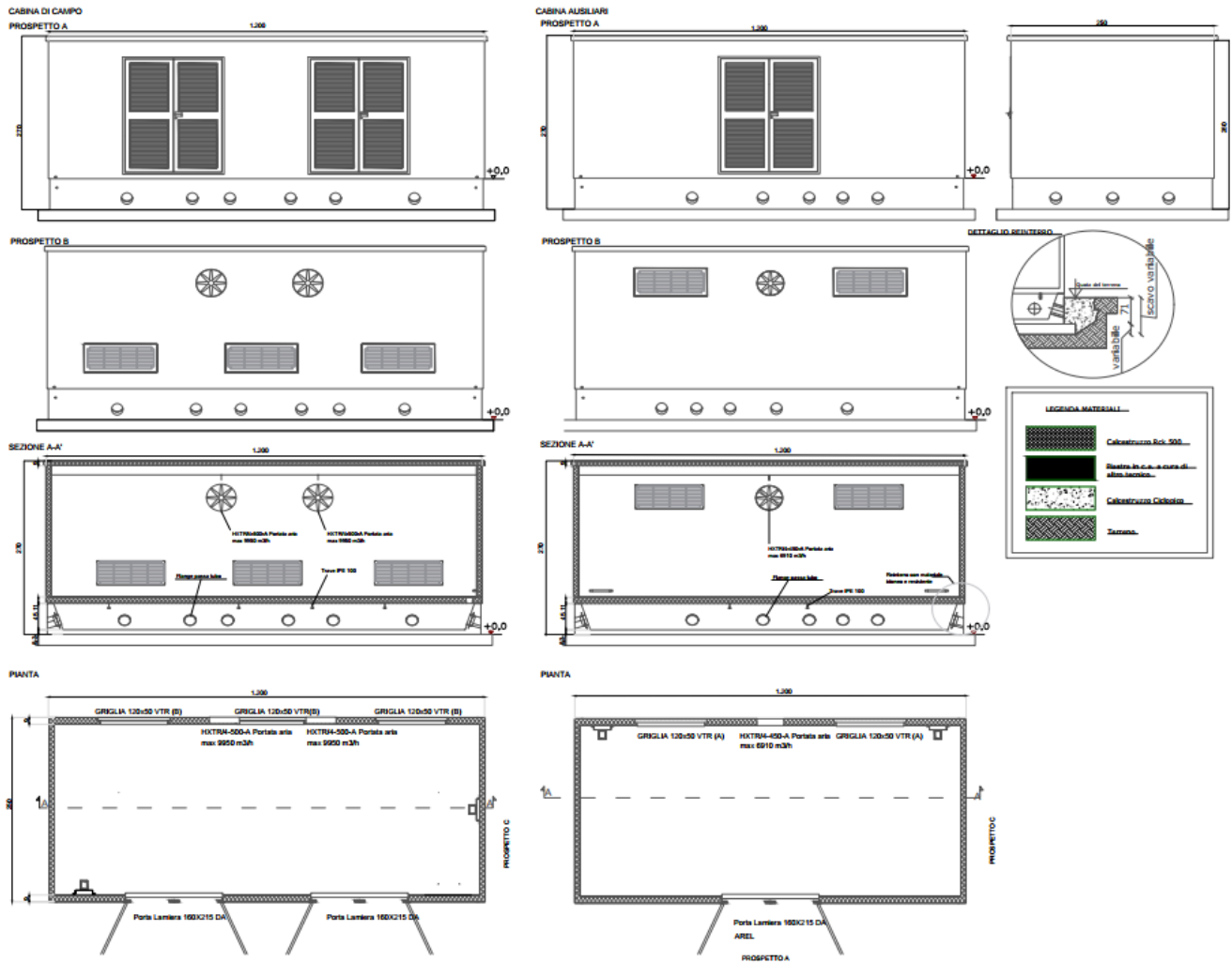
Al termine dei lavori, e prima della messa in servizio dell'impianto elettrico, l'Installatore dovrà eseguire la misura della resistenza di terra ottenuta con l'impianto sopradescritto.

Considerando i valori della corrente di guasto a terra comuni alla zona (It: 40 A) ed il tempo medio di eliminazione del guasto (10 s), la massima tensione di contatto ammessa UTP non dovrà superare 75 V (norma CEI 11-1 fig. 9-1 e CEI 11-37).

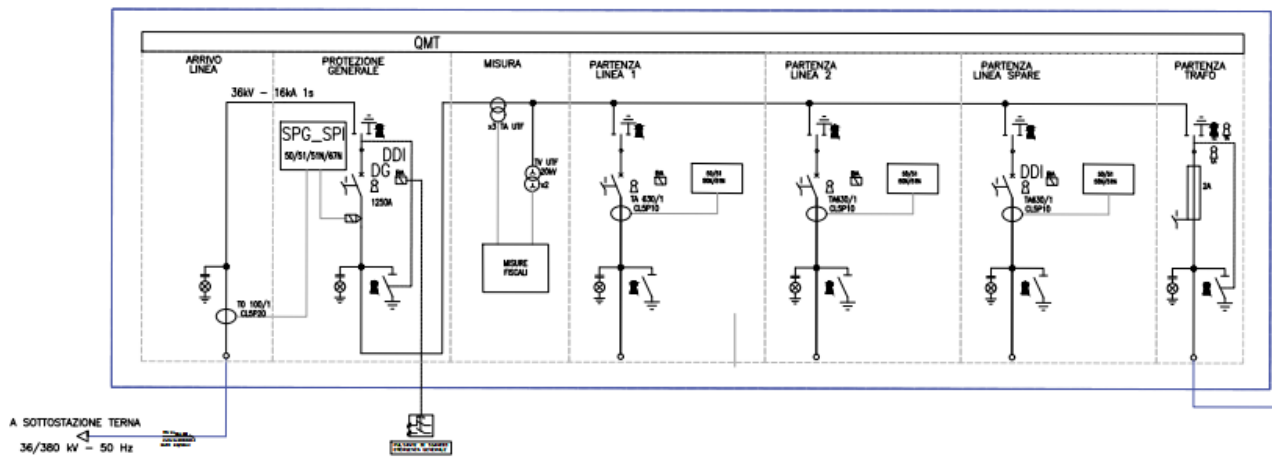
La corrispondente resistenza di terra non dovrà essere superiore a $75/40$: 1,875 Ω . Il valore consigliabile non dovrebbe superare comunque 1,5 ohm.

L'impianto di terra della cabina di consegna sarà unico con quello della cabina utente.

15.3. Cabina di raccolta e collegamento



CABINA DI RACCOLTA



Polignano a Mare, 30/05/2023

Il tecnico