

PROGETTO DELLA CENTRALE SOLARE "ENERGIA OLEARIA SANTU PERDU"

da 64,36 MWp a Villasor (SU)



E-R03

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione sui cavidotti



Proponente

Peridot Solar Opal S.r.l.

Società Benefit
Via Alberico Albricci, 7 - 20122 Milano (MI)



Investitore agricolo superintensivo

OXY CAPITAL ADVISOR S.R.L.

Via A. Bertani, 6 - 20154 (MI)



Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione

Progettista: Agr. Fabrizio Cembalo Sambiase, Arch. Alessandro Visalli
Coordinamento: Arch. Riccardo Festa
Collaboratori: Urb. Daniela Marrone, Urb. Enrico Borrelli, Arch. Anna Manzo, Arch. Paola Ferraioli, Arch. Ilaria Garzillo, Agr. Giuseppe Maria Massa, Agr. Francesco Palombo



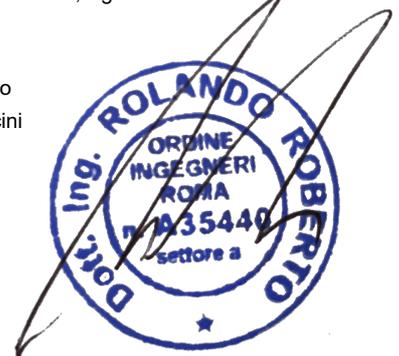
Progettazione elettrica e civile

Progettista: Ing. Rolando Roberto, Ing. Giselle Roberto
Collaboratori: Ing. Marco Balzano, Ing. Simone Bonacini



Progettazione oliveto superintensivo

Progettista: Agron. Giuseppe Rutigliano



| rev | descrizione | formato | elaborazione | controllo | approvazione |
|-----|----------------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 00 | Prima consegna | A4 | Rolando Roberto | Giselle Roberto | Rolando Roberto |
| 01 | | | | | |
| 02 | | | | | |
| 03 | | | | | |
| 04 | | | | | |
| 05 | | | | | |
| 06 | | | | | |
| 07 | | | | | |

01 ● 2024

Sommario

1 DATI TECNICI DEL PROGETTO AGROVOLTAICO

2

2 DATI CAVIDOTTI E TRACCIATI

3

| | | |
|-----|---|----|
| 2.1 | Modalità di posa e dati generali cavidotti..... | 3 |
| 2.2 | Tracciato cavidotto esterno di linea MT..... | 5 |
| 2.3 | Attraversamento del ponte..... | 9 |
| 2.4 | Tracciato cavidotto di linea AT..... | 11 |

3 SPECIFICHE TECNICHE CAVIDOTTI INTERRATI

11

| | | |
|-----|--|----|
| 3.1 | Specifiche tecniche cavidotto interrato di linea MT..... | 11 |
| 3.2 | Specifiche tecniche cavidotto interrato di linea AT..... | 15 |



1 DATI TECNICI DEL PROGETTO AGROVOLTAICO

Il progetto agrovoltaiico denominato “Energia Olearia Santu Perdu”, di cui è soggetto proponente la società Peridot Solar Opal S.r.l. , avrà una potenza nominale pari a 64.360,8 kWp e sarà ubicata nel Comune di Villasor (SU) e Decimoputzu (SU).

E’ prevista l’installazione di pannelli fotovoltaici in silicio cristallino della potenza specifica di 700 Wp su inseguitori “double portrait”. La superficie riporta un’estensione totale pari a 116,4 ha attualmente a destinazione agricola.

L’ impianto agrovoltaiico in oggetto sarà composta sostanzialmente da tre componenti principali: il generatore fotovoltaico, i gruppi di conversione di energia elettrica e la stazione di elevazione MT/AT. Il generatore sarà costituito dai moduli fotovoltaici, connessi in serie/parallelo per ottenere livelli di tensione e corrente idonei all’accoppiamento con i gruppi di conversione.

La potenza specifica di 700 Wp dei moduli fotovoltaici in silicio cristallino è da intendersi come potenza di picco espressa nelle condizioni standard meglio descritte nelle normative di riferimento (IEC 61215).

I moduli del generatore erogheranno corrente continua (DC) che, prima di essere immessa in rete, sarà trasformata in corrente alternata (AC) da gruppi di conversione DC/AC (inverter) ed infine elevata dalla bassa tensione (BT) alla media tensione (MT 30 kV) della rete di raccolta interna per il convogliamento alla stazione di trasformazione MT/AT per l’elevazione al livello di tensione della connessione alla rete nazionale.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36kV di una futura stazione elettrica (SE) della RTN 150/36 kV da inserire in entra-esce alle linee a 150 kV “Tulli-Villasor” e “Taloro-Villasor”. La sottostazione MT/AT rappresenterà sia il punto di raccolta dell’energia prodotta dal campo fotovoltaico che il punto di trasformazione del livello di tensione da 30 kV a 36 kV, per consentire il trasporto dell’energia prodotta fino al punto di consegna della rete di trasmissione nazionale.

La sottostazione utente sarà unica.

Il collegamento tra le SSE e la SEU avverrà mediante cavo interrato a 36 kV che si attesterà ad uno stallo di protezione AT .

2 DATI CAVIDOTTI E TRACCIATI

2.1 Modalità di posa e dati generali cavidotti

I cavidotti interni e di collegamento d'impianto saranno realizzati completamente interrati. Come da particolari presenti nella tavola tecnica "Tracciati BT-MT", i cavidotti BT ed MT interni d'impianto, i cavidotti MT di collegamento tra lotti d'impianto e la sottostazione utente avranno profondità e larghezza variabile.

Lungo il percorso delle tubazioni, saranno previsti pozzetti di sezionamento ed ispezione; sarà privilegiata quando possibile la posa in corrispondenza della viabilità esistente, fin quando possibile, in affiancamento nella banchina stradale, e si interesserà la sede stradale solo ove non sia disponibile uno spazio di banchina.

Il cavidotto sarà posato quasi interamente in corrispondenza della viabilità esistente, che risulta essere sia asfaltata che sterrata (viabilità regionale, provinciale, comunale, vicinale e interpodereale).

In alcuni limitati tratti il percorso del cavidotto attraverserà terreni privati, mantenendo comunque il suo percorso su strade sterrate esistenti, non censite in catasto e classificabili, quindi, come strade private.

Nelle zone in cui i cavidotti attraverseranno i corsi d'acqua si utilizzerà l'affiancamento ai ponti stradali esistenti. I cavidotti MT saranno posati in affiancamento alla viabilità esistente, risulteranno completamente interrati e quindi non visibili.

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame (o alluminio) con le seguenti prescrizioni:

- tipo FG16 (o ARG16), ARE4R, ARE4H5E se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati;
- tipo FS17 se all'interno di cavidotti interni a cabine.

Si dovrà porre particolare attenzione alle tensioni di isolamento. In particolare le tratte di potenza in corrente alternata distribuite in bassa tensione saranno a 800V nominali (tensione di uscita degli inverter). Per queste tratte la tensione minima di isolamento dovrà essere 0,6/1 kV.

Le sezioni dei cavi per energia sono scelte in modo da:

- contenere le cadute di tensione in servizio ordinario entro il 4% (valore imposto dalla normativa vigente). Il valore deve intendersi riferito tra i morsetti di bassa tensione del punto di fornitura o del trasformatore, ed il punto di alimentazione di ciascuna utenza;
- rispettare le tabelle CEI-UNEL relative alla portata dai cavi, tenendo conto dei coefficienti correttivi in ragione delle condizioni di posa;
- le sezioni delle singole linee sono come da schema elettrico allegato e comunque mai inferiori a 1,5 mm².

Le condutture sono messe in opera in modo che sia possibile il controllo del loro isolamento e la localizzazione di eventuali guasti, in particolare è stato vietato l'annegamento sotto intonaco o nelle strutture.

Questa prescrizione vale anche per i conduttori di terra (con la sola esclusione dei collegamenti equipotenziali). I tubi per la distribuzione delle condutture saranno in materiale plastico PVC flessibile di tipo pesante per la distribuzione nei tratti incassati nei pavimenti e nei tratti incassati nelle pareti. Tutte le curve saranno con largo raggio, le derivazioni saranno eseguite solamente a mezzo di cassette di derivazione.

I tubi per la posa a vista saranno di tipo rigido, ad elevata resistenza meccanica ed in materiale autoestinguente. I tubi avranno un percorso verticale od orizzontale sulle pareti. Saranno rigorosamente evitate le pose oblique. Il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti, con un minimo di 11 mm e con un coefficiente di riempimento 0,4. Eventuali canali portacavi saranno in lamiera di acciaio zincato. Si utilizzerà un coefficiente di riempimento non superiore a 7/10, laddove si presentino rischi di abrasione delle condutture si utilizzano particolari accorgimenti per evitare detti rischi.

| CALCOLO VOLUME DI SCAVO LINEE BT E MT INTERNE IMPIANTO | | | | |
|---|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|
| SEZIONI | LUNG (m) | LARG (m) | H (m) | VOL (m³) |
| 1s | 1414 | 0,6 | 1,20 | 1.018 |
| 1x | 1396 | 0,6 | 1,25 | 1.047 |
| A1s | 2041 | 0,8 | 1,20 | 1.960 |
| As | 5061 | 0,6 | 0,80 | 2.429 |
| Ax | 443 | 0,6 | 1,25 | 333 |
| B1s | 517 | 0,8 | 1,20 | 496 |
| Bs | 1363 | 0,8 | 0,80 | 873 |
| C1s | 39 | 1,1 | 1,20 | 51 |

| | | | | |
|-------------|-----|-----|------|--------------|
| Cs | 365 | 1,1 | 0,80 | 321 |
| D1s | 46 | 1,1 | 1,20 | 61 |
| Ds | 71 | 1,3 | 0,80 | 74 |
| Es | 71 | 1,6 | 0,80 | 91 |
| Fs | 16 | 1,8 | 0,80 | 23 |
| TOT. | | | | 8.776 |

Tabella 1 – Tipologia tracciati e volumi di scavo

| CABINA - PIASTRA | L scavo BT (m) | L scavo MT (m) |
|------------------|----------------|----------------|
| A1-A3 / P1+P2 | 2.260 | 931 |
| A4-A5 / P3 | 1.589 | 585 |
| A6-A8 / P4 | 1.972 | 1.588 |
| A9-A10 / P5 | 1.873 | 644 |
| A11-12 / P6 | 778 | 268 |
| A13/ P7+P8 | 576 | 280 |
| A14 / P9+P10 | 469 | 1157 |
| TOTALE | 9.517 | 5.453 |

Tabella 2 – Lunghezza scavi per passaggio linee BT ed MT interne

2.2 Tracciato cavidotto esterno di linea MT

Il cavidotto di connessione alla RTN del' impianto agrivoltaico ha una lunghezza rispettivamente di circa 2,84 km e interessa i territori del Comune di Villasor e Decimoputzu (SU). I cavidotti saranno posati quasi interamente in corrispondenza della viabilità esistente che risulta essere sia asfaltata che. In alcuni limitati tratti il percorso dei cavidotti attraverserà terreni privati.

| CALCOLO VOLUME DI SCAVO ELETTRODOTTO VERSO S.E. | | | | |
|---|----------|----------|-------|-----------------------|
| SEZIONI | LUNG (m) | LARG (m) | H (m) | VOL (m ³) |
| SEZ X1 | 1.075 | 0,80 | 1,25 | 1.075 |
| SEZ Y | 1.768 | 0,60 | 1,25 | 1.326 |
| TOT. | | | | 2.401 |

Tabella 3 – Tipologia tracciati e volumi di scavo cavidotto esterno MT verso SE esterni all’impianto

Il cavidotto MT che porta alla sottostazione utente MT/AT avrà origine dalla parte Sud della piastra 4, da questo punto in poi segue il percorso descritto di seguito:

- Si dirige verso nord-ovest per 2.8 km;
- Arriva alla SSE posto in direzione nord -ovest.

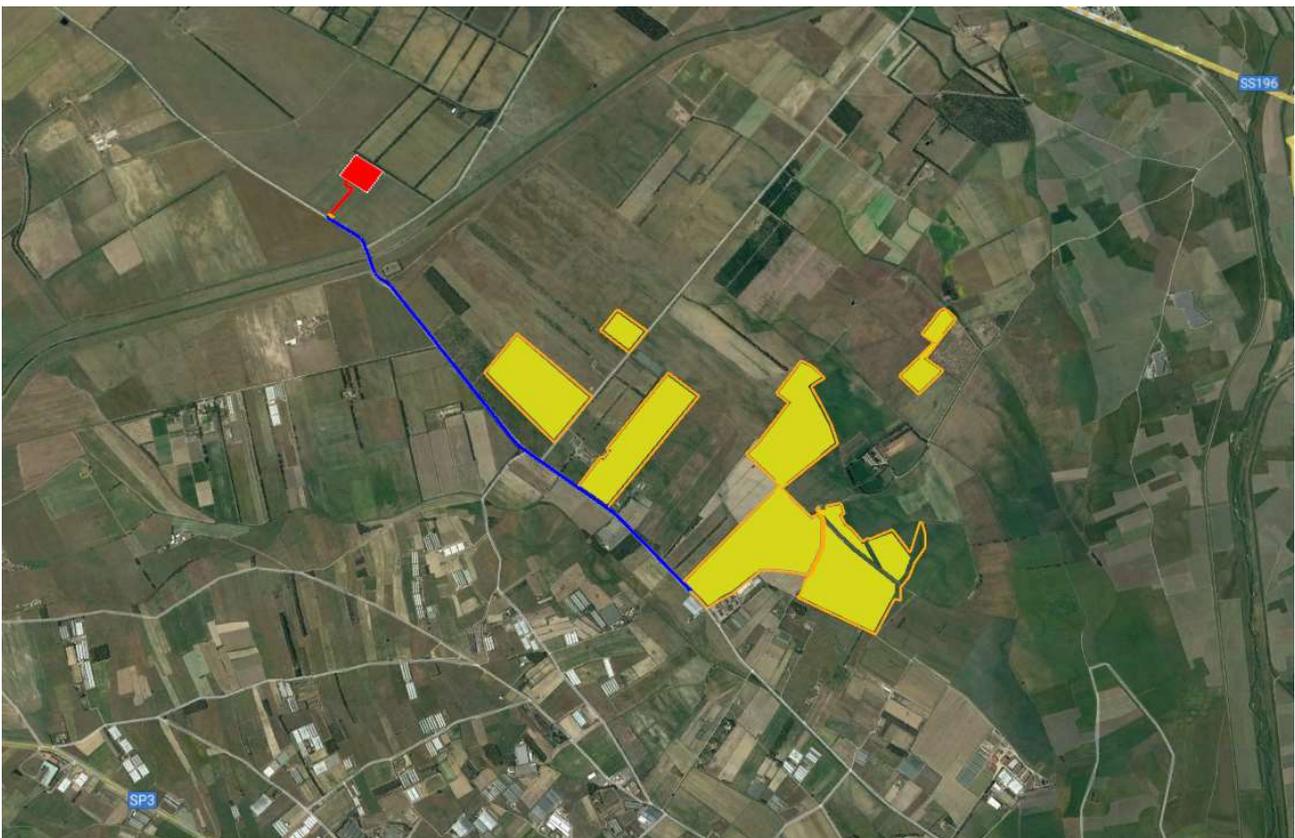


Figura 1 – Tracciato MT verso SE



Figura 2 – Innesto su strada interpodereale asfaltata



Figura 3 – Attraversamento fossato A





Figura 4 – Attraversamento fossato B

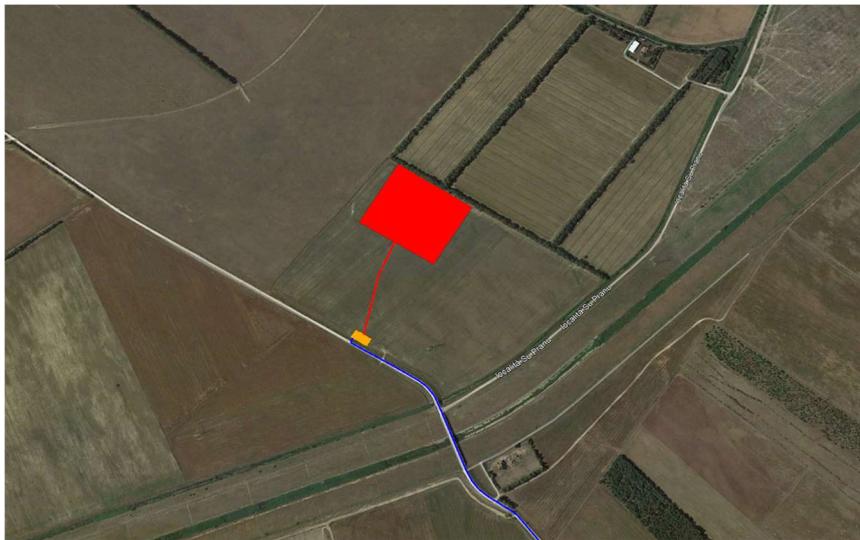


Figura 5 – Arrivo alla Stazione Utente



2.3 Attraversamento del ponte

Il tracciato dell'elettrodotto proveniente dalla cabina di raccolta incontra due ponti (A e B *nella vista del tracciato*).

I ponti A e B permettono l'attraversamento di due ampi fossi.

Si prevede quindi un'opera di staffaggio dei cavidotti al ponte realizzando una struttura come indicato nel particolare costruttivo seguente:

- una piastra metallica ancorata al ponte tramite tirafondi;
- una mensola metallica per ognuno dei due cavidotti saldata alla piastra;
- una lamiera di copertura dei cavidotti in acciaio zincato



Figura 6 – Identificazione ponte A e B



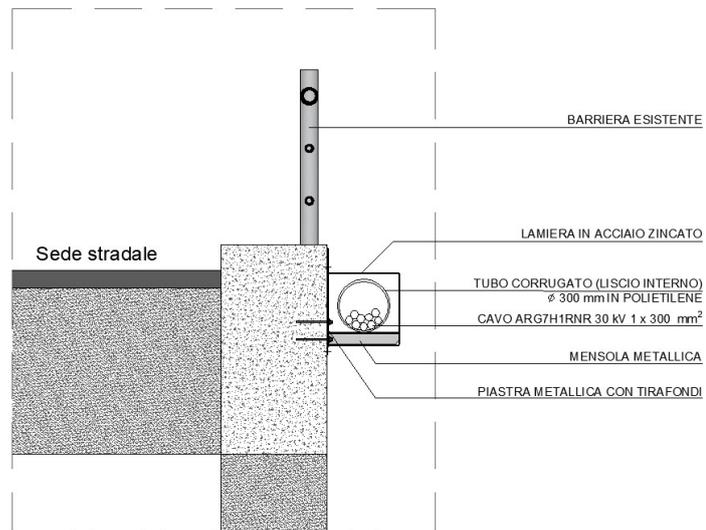
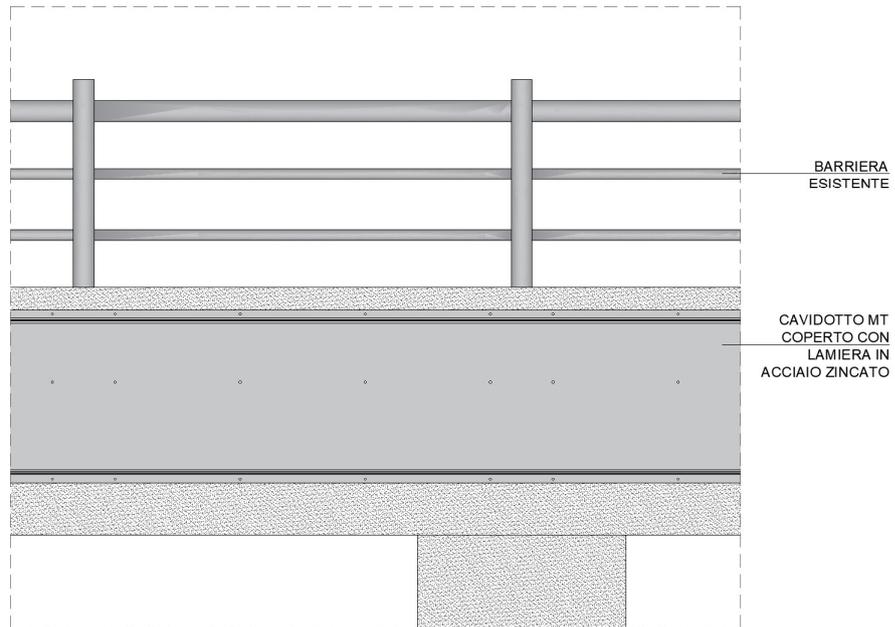


Figura 7– Particolare costruttivo dell'attraversamento del ponte



2.4 Tracciato cavidotto di linea AT

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36kV di una futura stazione elettrica (SE) della RTN 150/36 kV da inserire in entra-esce alle linee a 150 kV “Tuili-Villasor” e “Taloro-Villasor”. La sottostazione MT/AT rappresenterà sia il punto di raccolta dell’energia prodotta dal campo fotovoltaico che il punto di trasformazione del livello di tensione da 30 kV a 36 kV, per consentire il trasporto dell’energia prodotta fino al punto di consegna della rete di trasmissione nazionale.

La sottostazione utente sarà unica.

Il collegamento tra le SSE e la SEU avverrà mediante cavo interrato a 36 kV che si atterrerà ad uno stallo di protezione AT.



Figura 7 Localizzazione nuova SE

3 SPECIFICHE TECNICHE CAVIDOTTI INTERRATI

3.1 Specifiche tecniche cavidotto interrato di linea MT

Il cavo interrato in MT sarà posato su letto di sabbia secondo le Norme CEI 11-17. Sono state previste due tipologie di sezioni di scavo:

- terna di cavo per il collegamento della cabina di raccolta dell'impianto fotovoltaico alla stazione utente MT/AT su strade asfaltate;
- terna di cavo per il collegamento della cabina di raccolta dell'impianto fotovoltaico alla stazione utente MT/AT su strade non asfaltate.

Sui fondi di terreno privati (ivi comprese le strade vicinali), interessati dal tracciato del cavidotto in oggetto, verrà apposta una servitù di elettrodotto per una fascia di 2 m a destra e sinistra dell'asse del cavidotto, come previsto dalla tabella con indicazione delle fasce di asservimento per tipologia di cavidotto - "Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione" di seguito riportata.

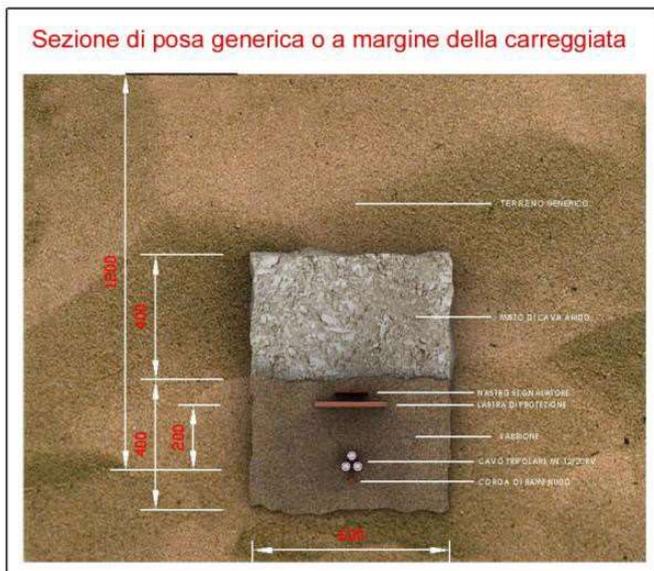
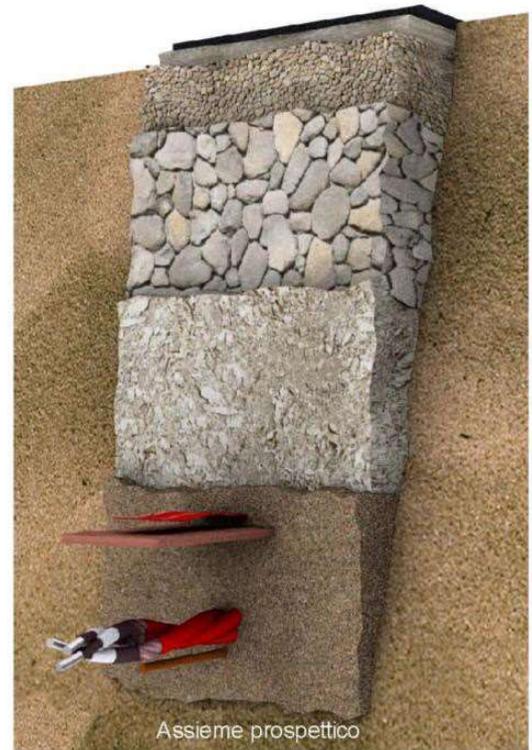
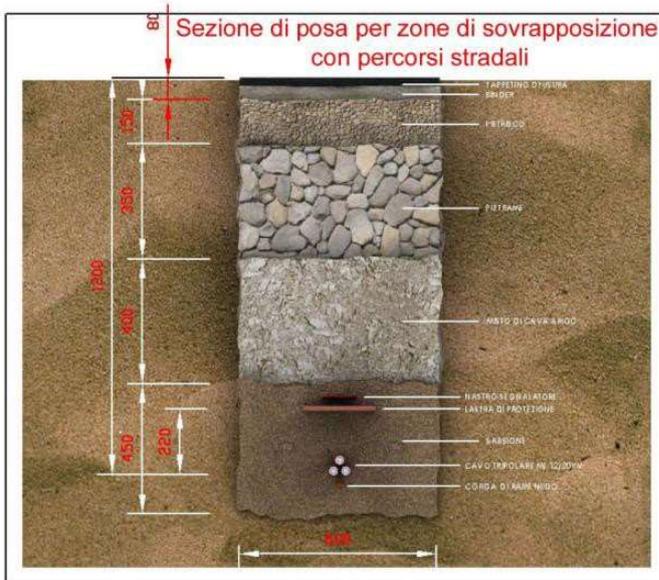
| Tipo di linea | Natura conduttore | Sezione o diametro | Palificazione | Armamento | Lunghezza campata ricorrente (1) | Larghezza fascia (2) |
|------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-----------|----------------------------------|----------------------|
| BT | Cavo interrato | qualsiasi | | | | 3 m |
| MT | cavo aereo | qualsiasi | qualsiasi | qualsiasi | qualsiasi | 4 m |
| | Cavo interrato | qualsiasi | | | | 4 m |
| | rame nudo | 25/35 mm ² | qualsiasi | qualsiasi | 160 m | 11 m |
| | rame nudo | 70 mm ² | qualsiasi | qualsiasi | 160 m | 13 m |
| | Al- Acc. Lega di Al | Qualsiasi | qualsiasi | qualsiasi | 160 m | 13 m |
| | Qualsiasi | Qualsiasi | qualsiasi | qualsiasi | 250 m | 19 m |
| AT fino a 150 kV | All-Acc | $\Phi = 22,8$ mm | tralicci semplice terna | sospeso | 400 m | 27 m |
| | | | tralicci doppia terna | sospeso | 400 m | 28 m |
| | All-Acc | $\Phi = 31,5$ mm | tralicci semplice terna | sospeso | 350 m | 29 m |
| | | | tralicci doppia terna | sospeso | 350 m | 30 m |
| | Cavo interrato | qualsiasi | | | | 5 m |

Di seguito si riportano le modalità costruttive del cavidotto MT interrato:

- scavo della profondità tra 1.20 e 1,50 metri;
- letto di sabbia pari a 15-20 cm su cui posizionare il cavidotto;
- letto di sabbia pari a 50 cm per alloggiamento del cavidotto;
- posa in opera di nastro di segnalazione;

- riempimento in materiale arido proveniente dallo scavo per una profondità di circa 40 cm;
- strato finale di completamento per sottofondo e ripristino dello stato *quo ante*.

Nella seguente figura risulta descritto un tipico della modalità costruttiva in sezione. Il cavidotto di collegamento tra l'impianto e la cabina di trasformazione AT/MT avrà uno sviluppo di circa 2.843 m. Verranno realizzate per quanto riguarda RT1 una terna di cavo 3 x 300 mmq cod. ARE4H5E o altro di caratteristiche



DESCRIZIONE DEL CAVO

ANIMA

Conduttore: a corda rigida compatta di alluminio.

SEMICONDUTTIVO INTERNO

Elastomerico estruso.

ISOLANTE

Gomma etilenpropilenica ad alto modulo elastico (qualità G7).

SEMICONDUTTIVO ESTERNO

Elastomerico estruso pelabile a freddo.

SCHERMATURA

A fili di rame rosso.

GUAINA

PVC, di qualità Rz, colore rosso.



Figura 9 - Sezione tipo cavo interrato MT



equivalenti, in funzione della disponibilità dei fornitori.

ARE4H5E COMPACT

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5E

| sezione nominale | diametro conduttore | diametro sull'isolante | diametro esterno nominale | massa indicativa del cavo | raggio minimo di curvatura | portata di corrente in aria | posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W | posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| conductor cross-section | conductor diameter | diameter over insulation | nominal outer diameter | approximate weight | minimum bending radius | open air installation | underground installation p=1 °C m/W | underground installation p=2 °C m/W |
| (mm ²) | (mm) | (mm) | (mm) | (kg/km) | (mm) | (A) | (A) | (A) |

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

| | | | | | |
|-----|------|------|----|------|-----|
| 50 | 8,2 | 19,9 | 28 | 580 | 370 |
| 70 | 9,7 | 20,8 | 29 | 650 | 380 |
| 95 | 11,4 | 22,1 | 30 | 740 | 400 |
| 120 | 12,9 | 23,2 | 32 | 840 | 420 |
| 150 | 14,0 | 24,3 | 33 | 930 | 440 |
| 185 | 15,8 | 26,1 | 35 | 1090 | 470 |
| 240 | 18,2 | 28,5 | 37 | 1310 | 490 |
| 300 | 20,8 | 31,7 | 42 | 1560 | 550 |
| 400 | 23,8 | 34,9 | 45 | 1930 | 610 |
| 500 | 26,7 | 37,8 | 48 | 2320 | 650 |
| 630 | 30,5 | 42,4 | 53 | 2880 | 700 |

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

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 50 | 186 | 175 | 134 |
| 70 | 230 | 214 | 164 |
| 95 | 280 | 256 | 197 |
| 120 | 323 | 291 | 223 |
| 150 | 365 | 325 | 250 |
| 185 | 421 | 368 | 283 |
| 240 | 500 | 427 | 328 |
| 300 | 578 | 483 | 371 |
| 400 | 676 | 551 | 423 |
| 500 | 787 | 627 | 482 |
| 630 | 916 | 712 | 547 |

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

| | | | | | |
|-----|------|------|----|------|-----|
| 50 | 8,2 | 25,5 | 34 | 830 | 450 |
| 70 | 9,7 | 25,6 | 34 | 870 | 450 |
| 95 | 11,4 | 26,5 | 35 | 950 | 470 |
| 120 | 12,9 | 27,4 | 36 | 1040 | 470 |
| 150 | 14,0 | 28,1 | 37 | 1130 | 490 |
| 185 | 15,8 | 29,5 | 38 | 1260 | 510 |
| 240 | 18,2 | 31,5 | 41 | 1480 | 550 |
| 300 | 20,8 | 34,7 | 44 | 1740 | 590 |
| 400 | 23,8 | 37,9 | 48 | 2130 | 650 |
| 500 | 26,7 | 41,0 | 51 | 2550 | 690 |
| 630 | 30,5 | 45,6 | 56 | 3130 | 760 |

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

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 50 | 190 | 175 | 134 |
| 70 | 235 | 213 | 164 |
| 95 | 285 | 255 | 196 |
| 120 | 328 | 291 | 223 |
| 150 | 370 | 324 | 249 |
| 185 | 425 | 368 | 283 |
| 240 | 503 | 426 | 327 |
| 300 | 581 | 480 | 369 |
| 400 | 680 | 549 | 422 |
| 500 | 789 | 624 | 479 |
| 630 | 918 | 709 | 545 |

Per quanto riguarda RT1 la sezione dei conduttori da utilizzarsi è calcolata cautelativamente sulla massima potenza di esercizio pari a 53.760 kW, considerata una lunghezza del tracciato di circa 2.843 m. La potenza espressa è intesa come massima potenza erogabile dai convertitori presenti. Per il calcolo della corrente di impiego viene considerata una tensione nominale di 30 kV e un $\cos\phi = 0,9$.

Si noti che le correnti di impiego calcolate sono ampiamente cautelative. Le sezioni scelte garantiranno peraltro cadute di tensione contenute mediamente al 3% delle tensioni nominali.

Per le giunzioni elettriche MT (ogni 200-300 m circa) saranno utilizzati connettori di tipo a compressione diritti in alluminio adatti alla giunzione di cavi in alluminio ad isolamento estruso con ripristino dell'isolamento con giunti diritti adatti al tipo di cavo in materiale ritraibile.



Per la terminazione dei cavi scelti e per l'attestazione sui quadri in cabina si dovranno applicare terminali unipolari per interno con isolatore in materiale ritraibile e capicorda di sezione idonea. In casi particolari e secondo la necessità, la protezione meccanica potrà essere realizzata mediante tubazioni di materiale plastico (PVC), flessibili, di colore rosso, di diametro nominale 200 mm, a doppia parete con parete interna liscia, rispondenti alle norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4 e classificati come normali nei confronti della resistenza al furto. I montaggi delle opere elettromeccaniche dovranno essere eseguiti a "perfetta regola d'arte". Prima della messa in servizio dovranno essere eseguite le prove di isolamento prescritte dalla Norma CEI 11-7.

3.2 Specifiche tecniche cavidotto interrato di linea AT

La connessione tra la sottostazione utente e la stazione Terna avverrà mediante raccordo in cavo 36 kV interrato. Nella scelta dell'ubicazione della sottostazione utente e quindi del tracciato del raccordo AT si è cercato di ridurre al minimo le eventuali interferenze con altri produttori. Ciascun cavo d'energia a 36 kV sarà costituito da un conduttore compatto di sezione idonea. La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva. Tali dati potranno subire adattamenti, comunque, non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori. Il cavo sarà direttamente interrato con posa in piano e racchiuso in uno strato di calcestruzzo magro. Lo scavo sarà poi ripristinato con opportuno rinterro eventualmente eseguito con i materiali di risulta dello scavo stesso.

Il tracciato del cavidotto fino allo stallo AT di arrivo Terna è illustrato nelle tavole allegate