

Progetto definitivo di un impianto agrofotovoltaico denominato “**Seddari Agrivoltaico**” con potenza installata **66,58 MWp** e potenza in connessione pari a **60,16 MW** sito nel Comune di Sanluri

# E-R03

## PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE SUI  
CAVIDOTTI



**Proponente**

**Gardena Solare S.r.l.**

Via Giuseppe Pozzone, 5 - 20121 Milano (MI)

**Investitore agricolo superintensivo**

**OXY CAPITAL ADVISOR S.R.L.**

Via A. Bertani, 6 - 20154 Milano (MI)



**Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione**

*Progettista:* Agr. Fabrizio Cembala Sambiasi, Arch. Alessandro Visalli

*Coordinamento:* Arch. Riccardo Festa

*Collaboratori:* Urb. Daniela Martone, Arch. Anna Manzo, Arch. Paola Ferraioli,

Arch. Ilana Garzillo, Agr. Giuseppe Maria Massa, Agr. Francesco Palombo



**AEDES GROUP**  
ENGINEERING

**Progettazione elettrica e civile**

*Progettista:* Ing. Rolando Roberto, Ing. Giselle Roberto

*Collaboratori:* Ing. Marco Balzano, Ing. Simone Bonacini

**Progettazione oliveto superintensivo**

*Progettista:* Agr. Giuseppe Rutigliano

**Consulenza geologia / Consulenza archeologia**

Geol. Gaetano Ciccarelli / GEA Archeologia



**MARE RINNOVABILI**



05 ● 2024

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

## 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 | Tracciato cavidotto di linea AT.....   | 22 |
| 3   | SPECIFICHE TECNICHE CAVIDOTTI INTERRATI  |    |
|     |  | 23 |
| 3.1 | Specifiche tecniche cavidotto interrato di linea MT.....                                       | 23 |
| 3.2 | Specifiche tecniche cavidotto interrato di linea AT.....                                       | 26 |
| 4   | INTERFERENZE: TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE GENERALI.....  | 27 |
| 4.1 | Riferimenti normativi e prescrizioni tecniche interferenze.....                                | 27 |
| 4.2 | Interferenze con altri cavidotti elettrici, telecomunicazioni e tubazioni metalliche interrate | 27 |
| 4.3 | Descrizione Interferenze con reticoli idrografici.....   | 31 |
| 4.4 | Risoluzione potenziali interferenze con ponti e canali idrici in superficie.....               | 32 |
| 4.5 | Risoluzione potenziali interferenze con reti idriche tramite TOC.....                          | 39 |
| 4.6 | Descrizione tecnica TOC.....   | 40 |



## 1 DATI TECNICI DEL PROGETTO AGROVOLTAICO

---

Il progetto agrivoltaico “Seddari Agrivoltaico”, di cui è soggetto proponente la società Gardena Solare S.r.l., avrà una potenza pari a 66.579,84 kWp e sarà ubicata nel Comune di Sanluri (SU), con opere di rete che interessano i territori dei Comuni di Sanluri, Furtei, Samassi.

E’ prevista l’installazione di pannelli fotovoltaici in silicio cristallino della potenza specifica di 720 Wp su inseguitori “double portrait”. La superficie riporta un’estensione totale pari a 110,612 ha attualmente a destinazione agricola.

L’impianto agrivoltaico 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 720 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 **150 kV** con una nuova stazione elettrica (SE) di trasformazione a **380/150 kV** della RTN, da inserire in entra – esce alla linea a **380 kV** RTN “Ittiri-Selargius”.

La sottostazione MT/AT rappresenterà sia il punto di raccolta dell’energia prodotta dal campo agrivoltaico che il punto di trasformazione del livello di tensione da 30 kV a 150 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 **150 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 MT-BT", 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 mm<sup>2</sup>.

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.

| <b>CALCOLO VOLUME DI SCAVO LINEE BT E MT INTERNE IMPIANTO</b> |                 |                 |              |                 |
|---|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|
| <b>SEZIONI</b>  | <b>LUNG (m)</b> | <b>LARG (m)</b> | <b>H (m)</b> | <b>VOL (m³)</b> |
| <b>A</b>  | 1.715           | 0,6             | 0,8          | 823             |
| <b>As</b>   | 5.460           | 0,6             | 0,8          | 2.621           |
| <b>Bs</b>   | 1.271           | 0,8             | 0,8          | 813             |
| <b>1s</b>   | 1.090           | 0,6             | 1,2          | 785             |
| <b>2s</b>   | 45              | 0,6             | 1,2          | 33              |
| <b>A1s</b>  | 2.633           | 0,8             | 1,2          | 2.528           |

|                 |               |     |     |               |
|-----------------|---------------|-----|-----|---------------|
| <b>A2s</b>      | 42            | 0,8 | 1,2 | 40            |
| <b>B1s</b>      | 1.160         | 0,8 | 1,2 | 1.114         |
| <b>C1s</b>      | 56            | 0,8 | 1,2 | 54            |
| <b>B2s</b>      | 23            | 0,8 | 1,2 | 22            |
| <b>1asf</b>     | 2.026         | 0,6 | 1,2 | 1.459         |
| <b>1esterno</b> | 1.983         | 0,6 | 1,2 | 1.428         |
| <b>2asf</b>     | 631           | 0,8 | 1,2 | 606           |
| <b>2esterno</b> | 131           | 0,8 | 1,2 | 126           |
| <b>3esterno</b> | 302           | 1,1 | 1,2 | 398           |
| <b>4esterno</b> | 339           | 1,1 | 1,6 | 596           |
| <b>XX5s</b>     | 40            | 1,6 | 1,6 | 101           |
| <b>XXB5s</b>    | 55            | 1,6 | 1,6 | 141           |
| <b>TOT.</b>     | <b>19.001</b> |     |     | <b>13.686</b> |

**Tabella 1 - Tipologia tracciati e volumi di scavo**

| CABINA - PIASTRA | L scavo BT (m) | L scavo MT (m) |
|------------------|----------------|----------------|
| A1 / P1          | 545            | 139            |
| A2-A4 / P2       | 2.530          | 2.577          |
| A5 / P3          | 746            | 1.029          |
| A6-A7 / P4       | 1.426          | 1.071          |
| A8-A11 / P5      | 3.601          | 1.948          |
| A12 - A13 / P6   | 1.816          | 2.793          |
| A14 - A15 / P7   | 1.751          | 998            |
| <b>TOTALE</b>    | <b>12.415</b>  | <b>10.556</b>  |

**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 di circa 14,373 km e interessa il territorio del Comune di Sanluri. 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.

| <b>CALCOLO VOLUME DI SCAVO<br/>ELETTRDOTTO VERSO S.E.</b> |          |          |       |                       |
|---|----------|----------|-------|-----------------------|
| SEZIONI   | LUNG (m) | LARG (m) | H (m) | VOL (m <sup>3</sup> ) |
| SEZ XX  | 2.904    | 0,90     | 1,25  | 3.267                 |
| SEZ YY  | 3.506    | 0,90     | 1,25  | 3.944                 |
| SEZ ZZ  | 7.869    | 0,90     | 1,25  | 8.852                 |
| <b>TOT.</b>   |          |          |       | <b>16.064</b>         |

**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 Piastra 5, da questo punto in poi segue il percorso descritto di seguito:

- Corre su una strada Strada Provinciale per Sanluri Stato per circa 650 metri;
- All'incrocio prosegue verso Nord-Est su Strada Provinciale per Sanluri Stato per circa 3.750 metri. In questo tratto sono presenti tre attraversamenti tramite ponti di corsi d'acqua simili tra loro, uno in corrispondenza dell'incrocio, e gli altri due dopo circa 2.100 e 2.840 metri, rispettivamente;
- Prosegue dritto su Strada Strada Complanare Ovest per 1.450 metri;
- All'incrocio prosegue prima verso Nord e poi verso Est su Strada Complanare Est per circa 1.380 metri, superando due attraversamenti con ponte dopo circa 220 e 370 metri, rispettivamente;
- All'incrocio prosegue verso Sud su Strada Comunale Villamar per 380 metri circa;
- Alla rotonda passa da lato destro al lato sinistro della carreggiata, per proseguire verso Sud su Strada Comunale Villamar per 1.180 metri;
- Alla Rotonda prosegue verso Nord su strada asfaltata per circa 750 metri;
- All'incrocio prosegue verso Nord su Strada Statale SS293 per 2.700 metri circa, attraversando due ponti dopo circa 310 e 1.380 metri rispettivamente, e un attraversamento acquedotto dopo circa 580 metri;
- All'incrocio, prosegue verso Nord-Ovest su strada sterrata per circa 1.660 metri;

-All'incrocio, prosegue verso Nord su strada sterrata per ulteriori 370 metri circa.

- Arriva alla SSE.

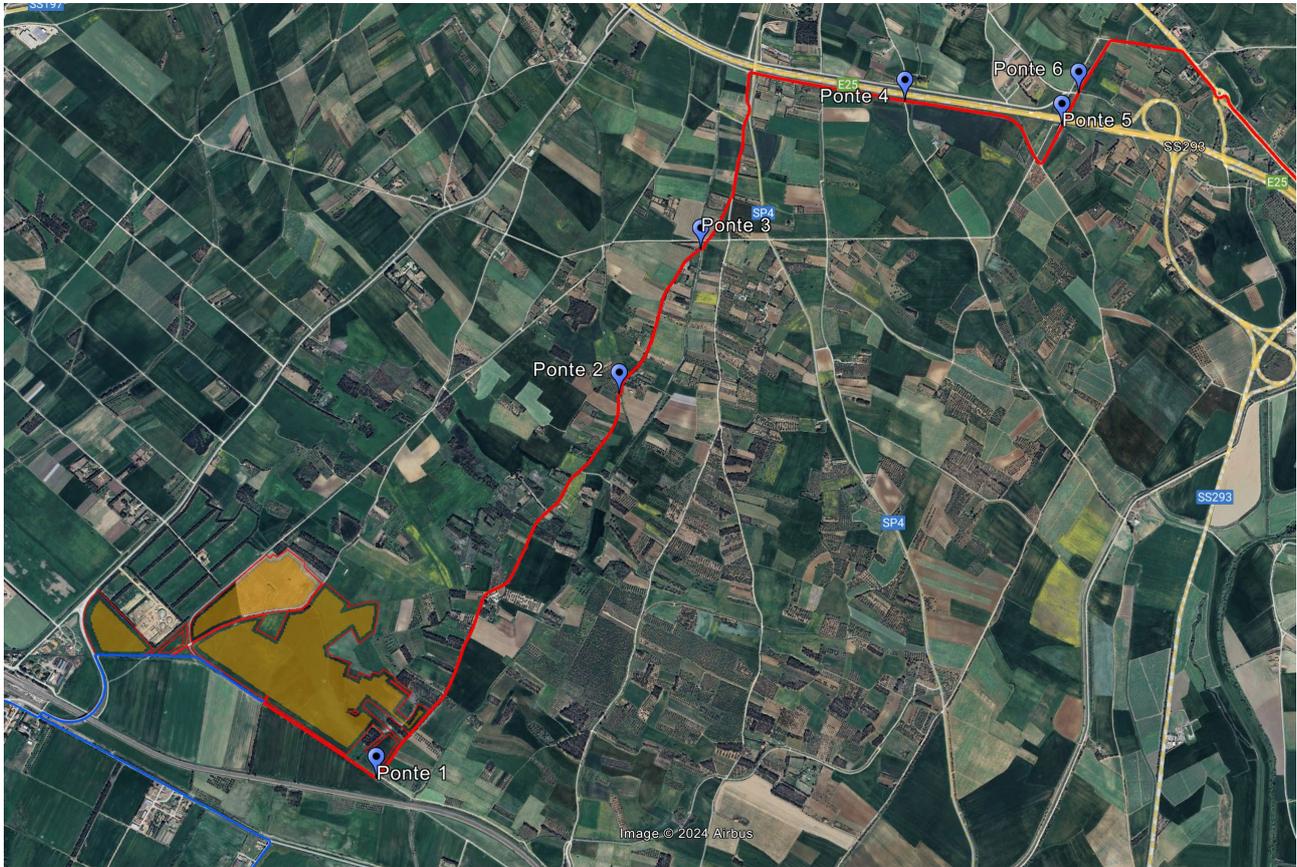


Figura 1 - Tracciato MT verso la SE parte1



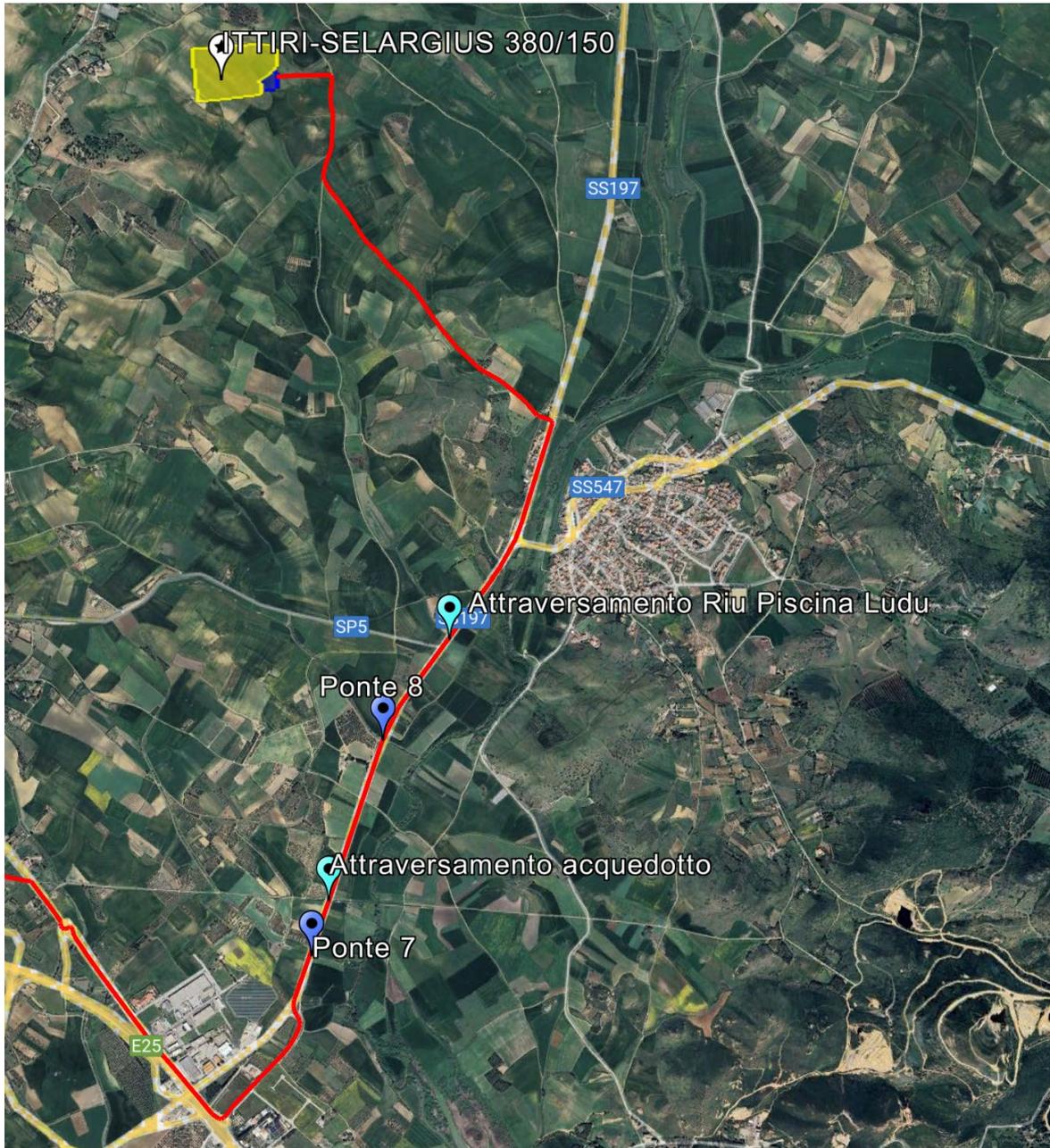


Figura 2 - Tracciato MT verso la SE parte2



**Figura 3 - Immissione cavidotto su Strada Provinciale Sanluri Stato**



**Figura 4 – Particolare A, proseguimento su Strada Provinciale per Sanluri Stato attraversamento ponte 1 lato sinistro, passando poi a destra su strada per evitare canale laterale**





Figura 5 -Particolare B, passaggio cavidotto a destra su strada





**Figura 6 - Particolare C, presenza di pala eolica e relativo cavidotto**





Figura 7 - Particolare D, attraversamento ponte lato sinistro



Figura 8 - Particolare E, attraversamento ponte lato destro

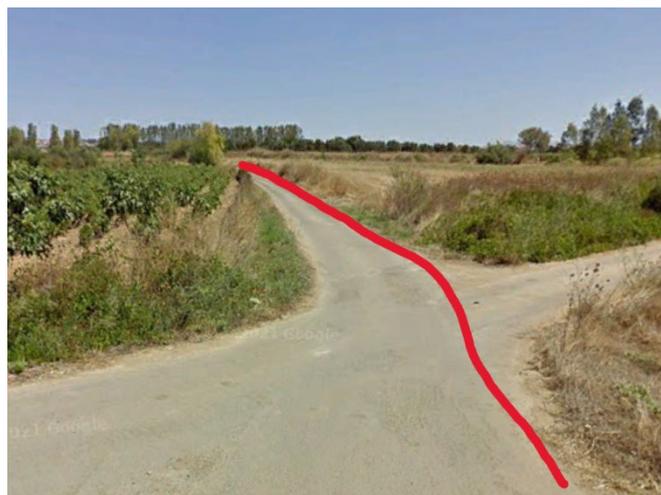


Figura 9 – Incrocio con via Iglesias





Figura 10 - Particolare F, mantenendo la sinistra per immettersi nella Strada Complanare Ovest



Figura 11 – Particolare G, proseguimento a destra sulla Strada Complanare Ovest



Figura 12 - Particolare H, attraversamento su ponte sulla Strada Complanare Ovest





Figura 13 - Particolare I, immissione nella Strada Complanare Est



Figura 14 - Particolare J, attraversamento ponte lato destro sulla Strada complanare Est





**Figura 15 - Particolare K, proseguimento su Strada Complanare Est**



**Figura 16 – Particolare L, proseguimento ulteriore su Strada Complanare Est**





Figura 17 - Particolare M, immissione in Strada Comunale VillaMar



Figura 18 - Particolare N, rotondina



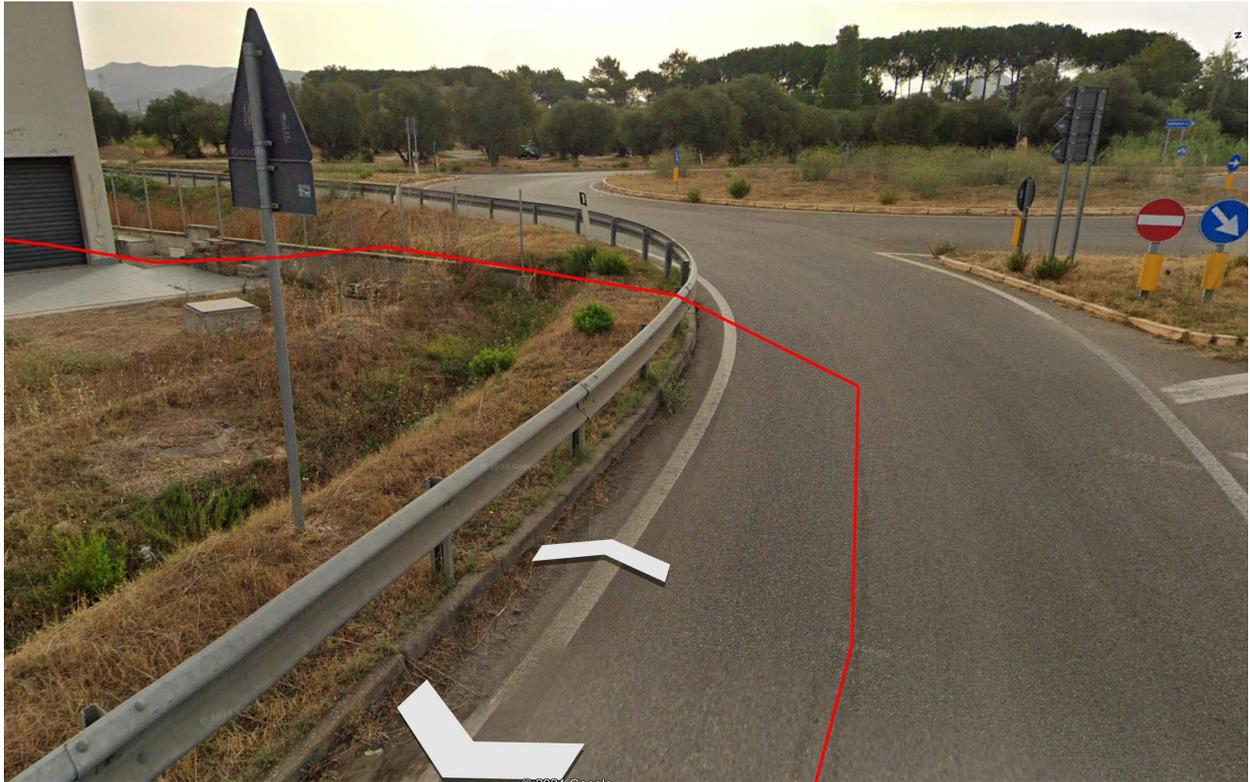


Figura 19 - Particolare O, rotonda



Figura 20 - Particolare P, immissione su strada comunale Villamar



Figura 21 - Particolare Q, attraversamento ponte lato sinistro su SS197

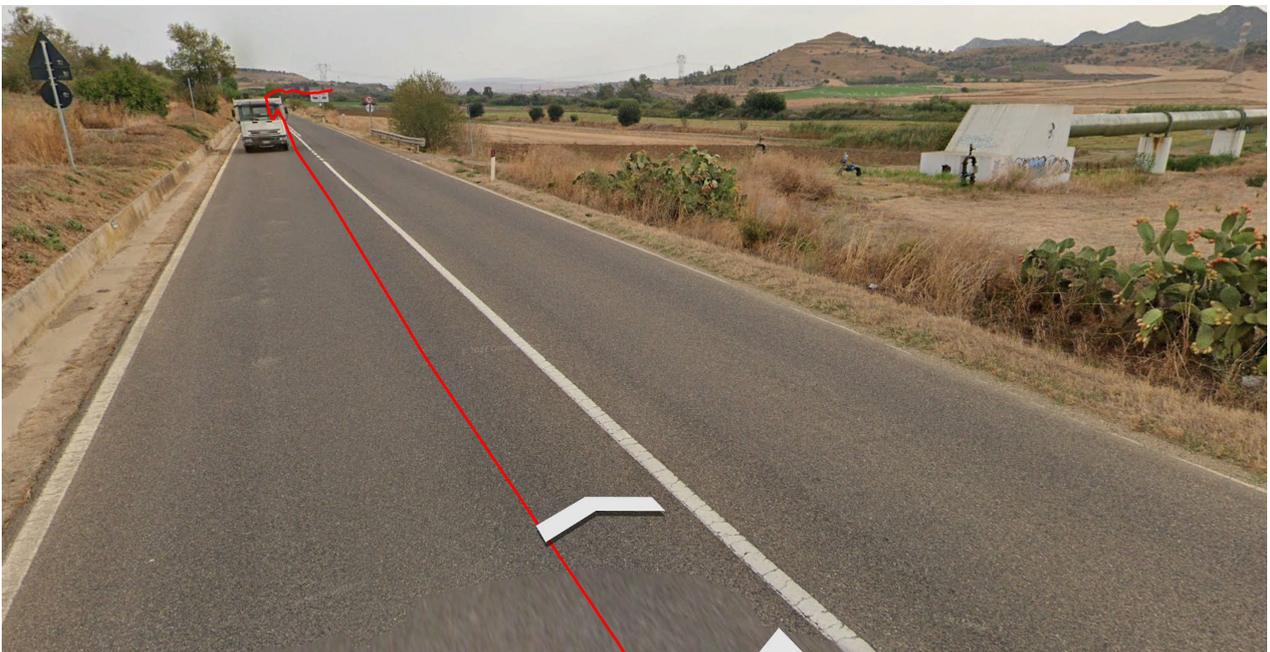


Figura 22 – Particolare R, attraversamento acquedotto su SS197





Figura 23 – Particolare S, attraversamento ponte su SS197

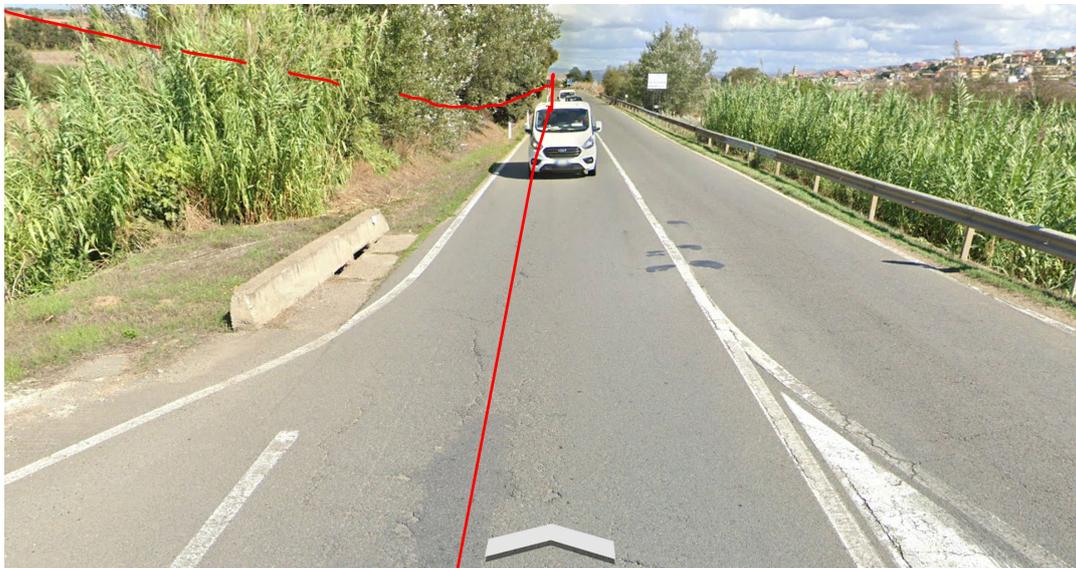


Figura 24 - Attraversamento "Riu Piscina Ludu" tramite TOC



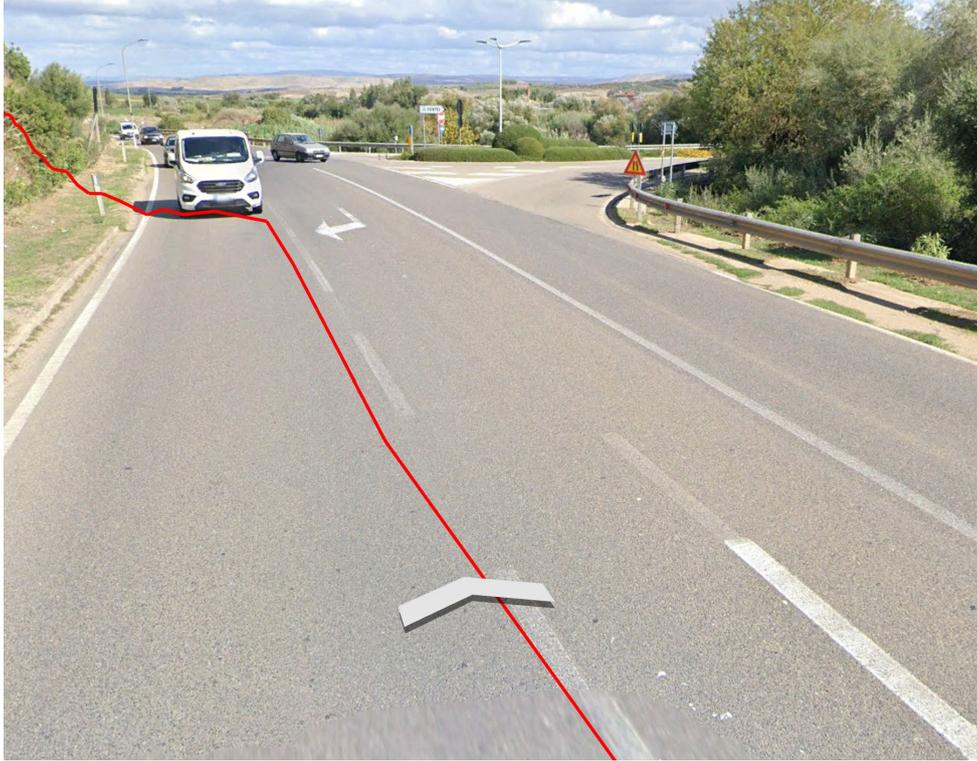


Figura 25 – Particolare T, incrocio con strada statale SS547



Figura 26 - Particolare U, immissione a N-W su strada sterrata





Figura 27 - Particolare V, immissione a N su strada sterrata

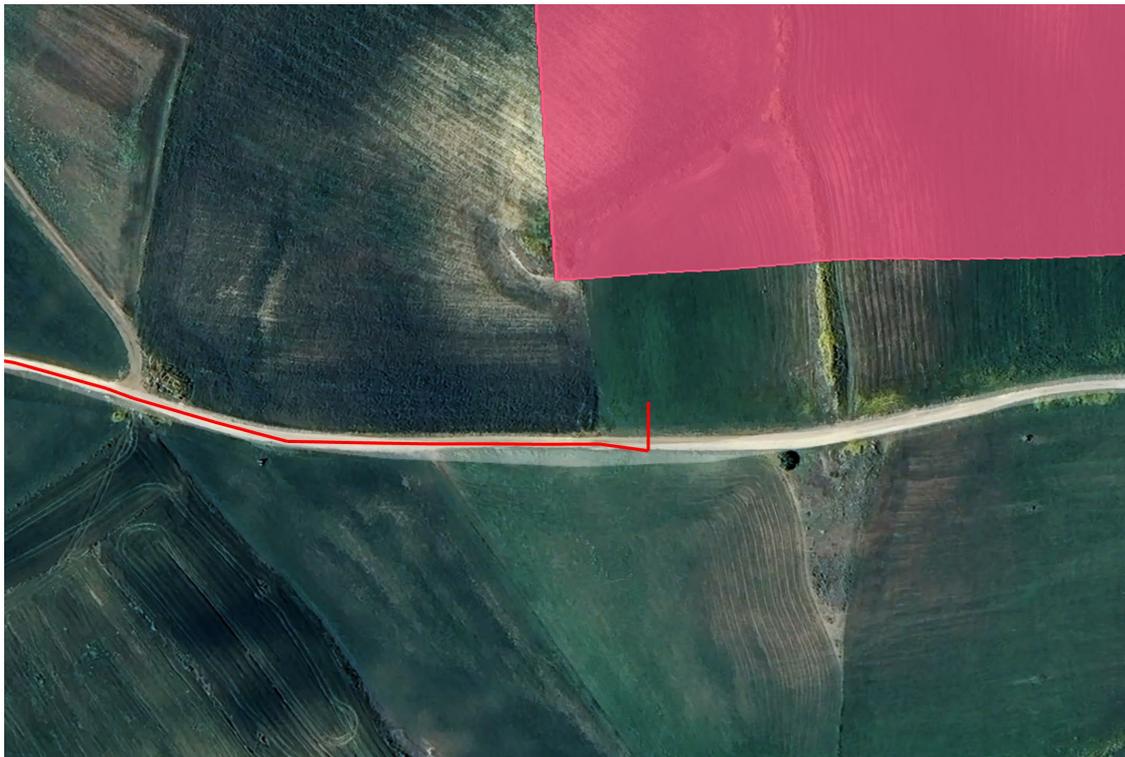


Figura 28 - Arrivo alla SSE



## 2.3 Tracciato cavidotto di linea AT

Il collegamento AT, in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di trasformazione a 380/150 kV della RTN, da inserire in entra – esce alla linea a 380 kV RTN “Ittiri-Selargius”, La sottostazione MT/AT rappresenterà sia il punto di raccolta dell’energia prodotta dal campo agrivoltaico che il punto di trasformazione del livello di tensione da 30 kV a 150 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 150 kV che si attesterà ad uno stallo di protezione AT.

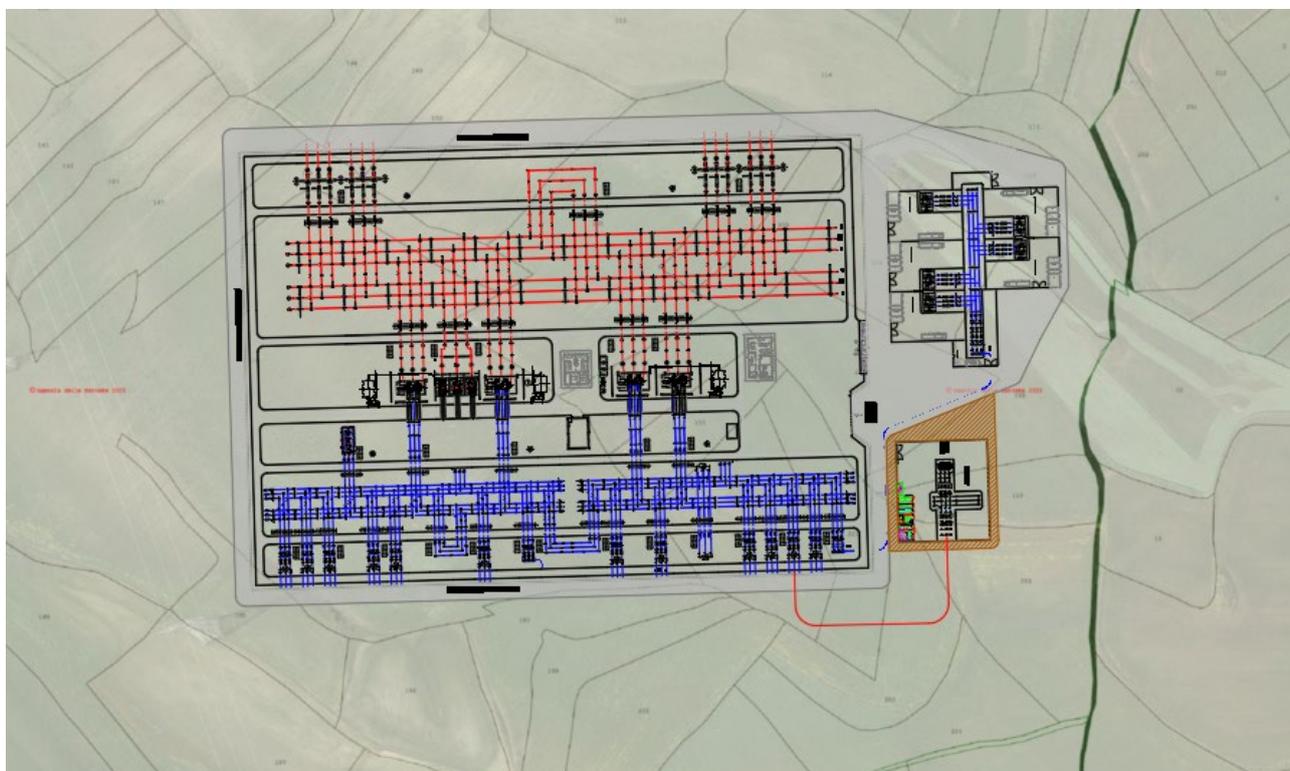


Figura 29 - Localizzazione nuova SE



### 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 <sup>2</sup> | qualsiasi               | qualsiasi | 160 m                            | 11 m                 |
|                  | rame nudo           | 70 mm <sup>2</sup>    | 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                  |



#### DESCRIZIONE DEL CAVO

##### ANIMA

Conduttore: a corda rigida compatta in alluminio.

##### SEMICONDUKTIVO INTERNO

Elastomerico estruso.

##### ISOLANTE

Gomma etilenpropilena ad alto modulo elastico (qualità G7).

##### SEMICONDUKTIVO ESTERNO

Elastomerico estruso petabile a freddo.

##### SCHERMATURA

A fili di rame rosso.

##### GUAINA

PVC, di qualità Rz, colore rosso.



Figura 30 -Sezione tipo cavo interrato MT

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

- scavo della profondità tra 1,20 e 1,65 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 MT/AT avrà uno sviluppo di circa 14.373 m.



Verranno realizzate per quanto riguarda RT1 una terna di cavo 4 x 630 mmq cod. ARE4H5E o altro di caratteristiche 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 |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| conductor cross-section | conductor diameter  | diameter over insulation | nominal outer diameter    | approximate weight        | minimum bending radius     |
| (mm <sup>2</sup> )      | (mm)                | (mm)                     | (mm)                      | (kg/km)                   | (mm)                       |

| sezione nominale        | 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 | open air installation       | underground installation trefoil p=1 °C m/W | underground installation trefoil p=2 °C m/W |
| (mm <sup>2</sup> )      | (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 40.000 kW, considerata una lunghezza del tracciato di circa 14.373 m. La potenza espressa è intesa come massima potenza erogabile dai convertitori presenti.

|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| Lunghezza linea (km)      | 14,373      |
| Resistività singolo cavo  | 0,0705      |
| Resistività tratta (Ω/km) | 0,017625    |
| Caduta tensione           | 564,44368   |
| Caduta tensione %         | 1,881478933 |

Tabella 4 - Specifica parametri di progetto cavidotto

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 2% 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 150 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 150 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.

## 4 INTERFERENZE: TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE GENERALI

### 4.1 Riferimenti normativi e prescrizioni tecniche interferenze

I seguenti paragrafi descrivono soluzioni implementative per eventuali tipologie di interferenze del cavidotto elettrico verso SE con reticoli idrografici locali, infrastrutture specifiche e diverse tipologie di tubazioni presenti lungo il tracciato di suddetto cavidotto.

Di seguito sono indicati i principali riferimenti normativi che riguardano gli aspetti tecnici legati a possibili interferenze tra cavidotti elettrici e condutture degli altri sotto-servizi, enunciate nelle normative qui indicate:

- D.M. 24/11/1984", Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8".
- Norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavi"

Le immagini indicate in questo capitolo sono interamente riprese dalla documentazione specifica della Norma CEI 11-17. Per maggiori informazioni al riguardo, si consiglia la consultazione di suddetta Normativa.

### 4.2 Interferenze con altri cavidotti elettrici, telecomunicazioni e tubazioni metalliche interrate

Possono essere posati alla stessa profondità:

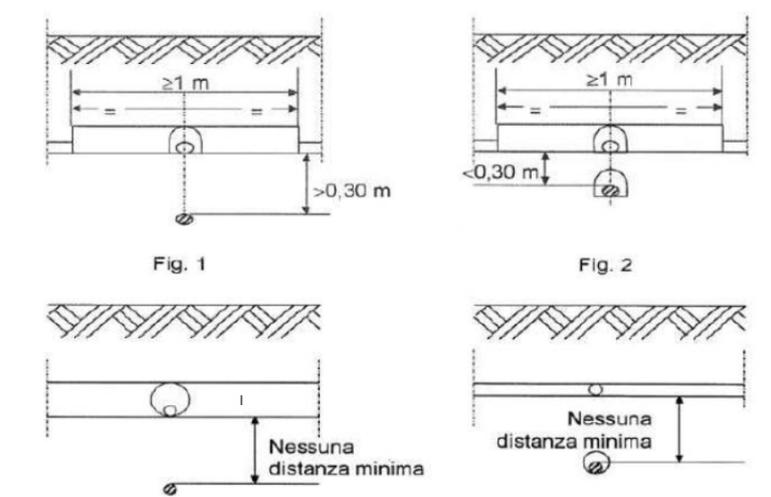
- ) cavidotti con medesima tensione nominale, tramite tubazioni distinte, a una distanza reciproca pari a circa 3 volte il loro diametro nominale.
- ) incroci di cavidotti aventi uguale o diversa tensione nominale.

Nell'eseguire l'incrocio o il parallelismo tra due cavidotti interrati, la distanza tra i due cavi non deve essere sempre maggiore di 0,3 metri.

Previo accordo, vi sono deroghe specifiche qualora la differenza di quota fra i diametri esterni:

- sia maggiore di 0,50 m;
- sia compresa fra 0,30 m e 0,50 m, ma fra le due strutture si interpongano elementi separatori non metallici, nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un elemento protettivo non metallico.

Non è necessario osservare alcuna distanza minima nel caso in cui almeno uno dei due cavidotti sia posto all'interno di manufatti di protezione meccanica (quali tubazioni, cunicoli, etc), i quali rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza dover effettuare scavi.



Tubazioni contenenti fluidi infiammabili non devono mai essere disposti all'interno dello stesso manufatto di protezione di cavidotti elettrici.

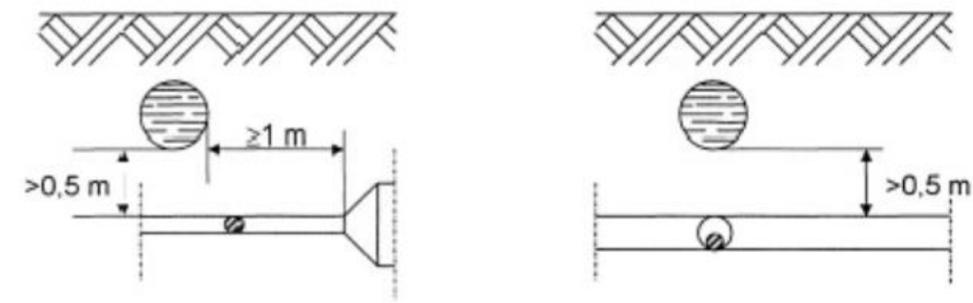
Previo accordo, suddetto tipo di posa è invece consentito per tubazioni dedicate ad altro utilizzo, a condizione che il cavidotto elettrico e la tubazione in questione non vengano poste a diretto contatto tra loro.

Cavidotti elettrici e tubazioni metalliche non devono incrociarsi in corrispondenza della proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni.

É proibito effettuare giunti su cavidotti a meno di 1 m dal punto di incrocio.

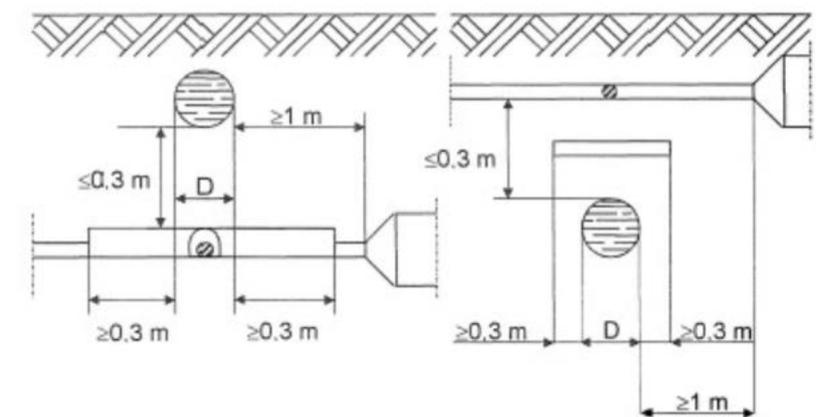
I diametri esterni di cavi di energia interrati devono essere distati più di 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti gas infiammabili o liquidi.

Nessuna prescrizione è fornita qualora la distanza minima fra le superfici esterne di cavidotti e di tubazioni metalliche (o fra quelle di eventuali manufatti di protezione), sia maggiore di 0,50 m.



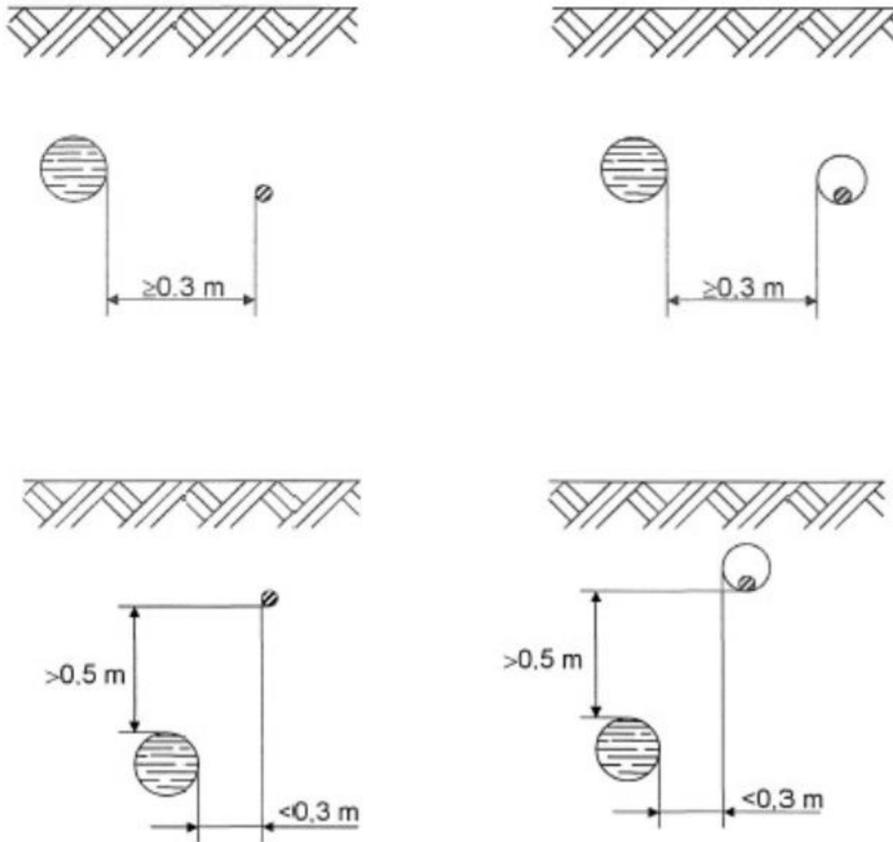
Tale distanziamento può essere ridotto a 0,30 m, qualora:

- una delle strutture di incrocio sia posta all'interno in un elemento di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per lato rispetto all'ingombro in pianta dell'altro elemento dell'interferenza
- venga interposto fra le strutture di incrocio un elemento separatore non metallico, il quale, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, deve poter coprire una seconda superficie di una striscia di circa 0,30 m di larghezza, periferica alla prima.

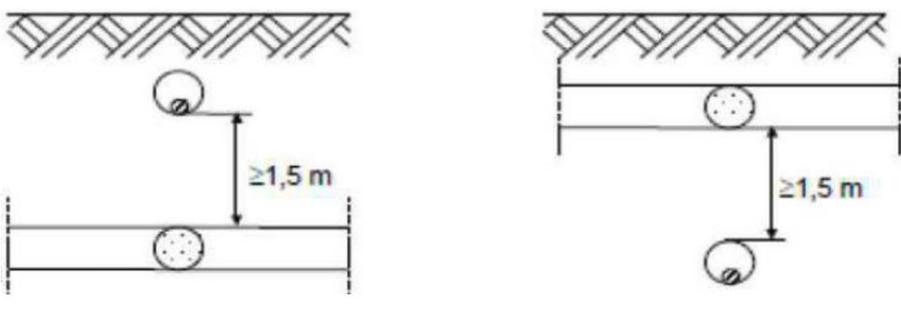


Nei parallelismi, o tra eventuali manufatti di protezione, la distanza in pianta tra i cavidotti e le tubazioni metalliche deve essere maggiore di 0,30 m, a meno che, previo accordo, la differenza di quota è superiore a 0,50 m o se viene interposto un elemento separatore metallico, fra cavidotto e tubazione.





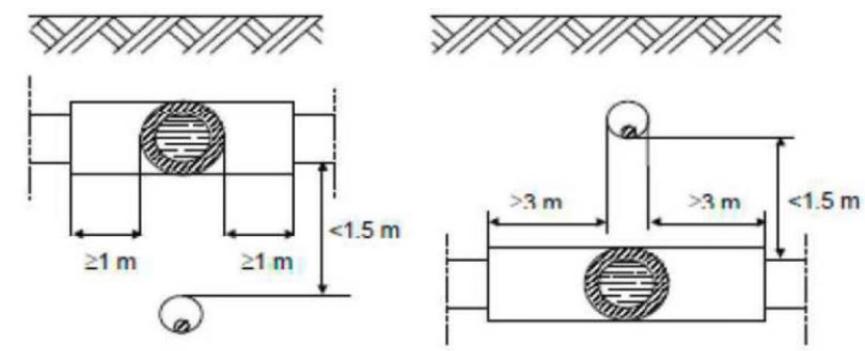
Nel caso di incroci e parallelismi tra cavidotti elettrici in tubazione e tubazione di gas con densità non superiore a 0,8 non drenante con pressione massima di esercizio superiore a 5 bar, la distanza verticale reciproca fra i diametri esterni deve essere pari o superiore a 1,5 m.



Qualora tale distanza non possa essere rispettata, la tubazione del gas deve essere posta all'interno di un tubo di protezione che deve essere prolungato, da una parte e dall'altra dell'incrocio, per:

- a) almeno 1 metro nei sottopassi
- b) almeno 3 metri nei sovrappassi;

Suddette distanze sono misurate dalle tangenti verticali fino alle pareti esterne della canalizzazione.



### 4.3 Descrizione Interferenze con reticoli idrografici

Per quanto concerne eventuali interferenze con reticoli idrografici, occorre garantire al contempo la sicurezza di esercizio dell'elettrodotto e la sicurezza idraulica del corso d'acqua, assicurando il libero deflusso delle acque superficiali (senza alterare il regime di eventuali falde idriche superficiali).

In corrispondenza del reticolo idrografico, si presterà attenzione alle eventualità descritte in seguito:

- 1) operazioni di scavo, stoccaggio e rinterro non andranno a modificare il libero deflusso delle acque superficiali, e non altereranno il regime di eventuali falde idriche superficiali;
- 2) si garantirà la compatibilità di eventuali opere provvisorie con il libero deflusso delle acque;
- 3) il materiale di riempimento della trincea sarà opportunamente compattato;
- 4) in caso di attraversamenti eseguiti con scavo a cielo aperto, si proteggerà lo strato superficiale usando materiale non erodibile, dimensionato appositamente per certificare la stabilità e la non erosione da parte delle correnti di piena;
- 5) nei tratti dove il cavidotto elettrico percorre viabilità adiacente a reticoli e/o cunette stradali, si assicurerà di non interessare né condizionare le sezioni di deflusso.



Ultimati i lavori, si provvederà al ripristino della situazione ante operam lungo tutto il tracciato del cavidotto elettrico. Ergo, gli interventi previsti non modificheranno in alcun modo lo stato fisico dei luoghi.

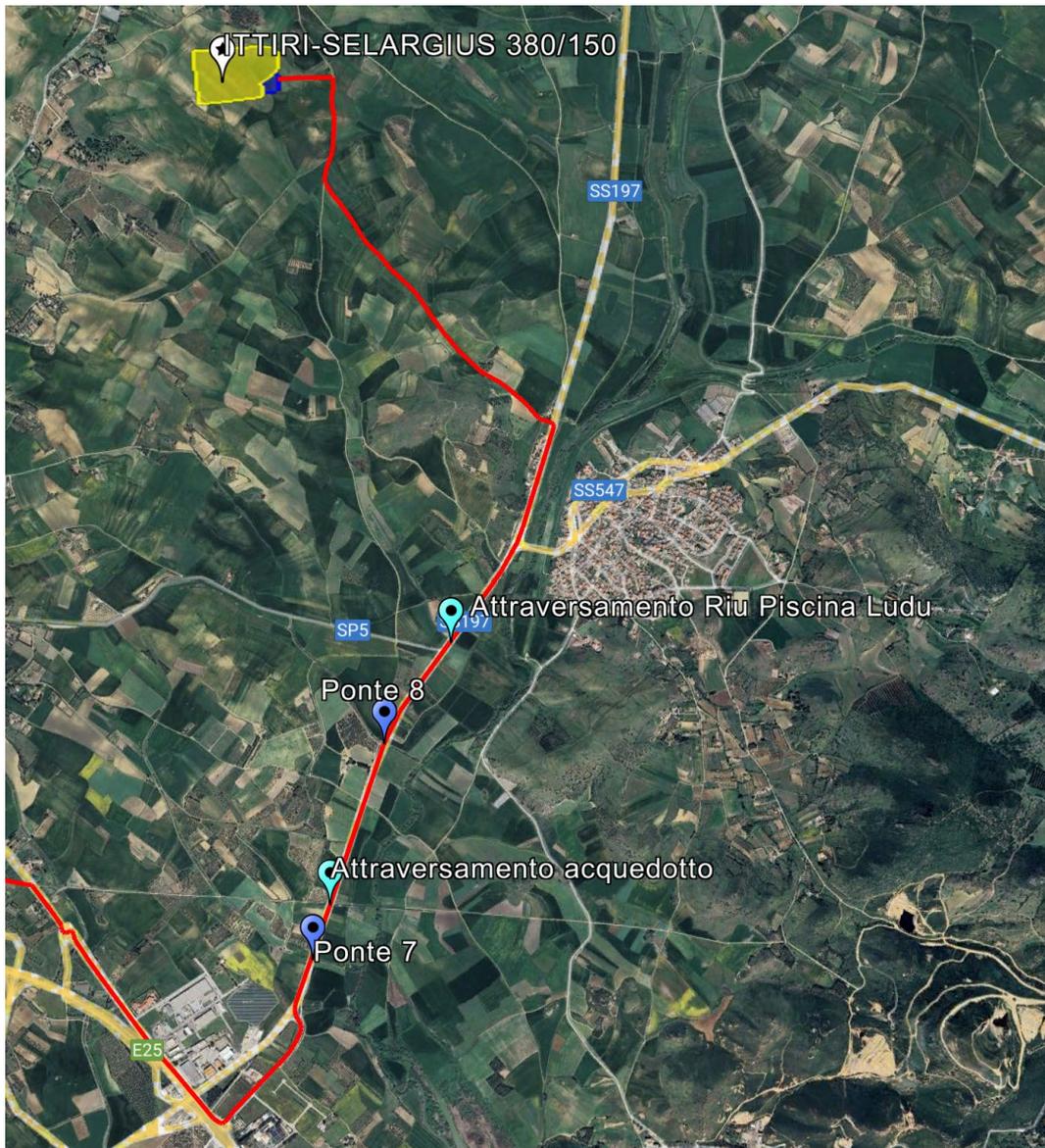
#### 4.4 Risoluzione potenziali interferenze con ponti e canali idrici in superficie

In Figura 31 e Figura 32 sono stati evidenziati alcuni punti di interesse che potrebbero risultare come interferenze idriche tra il cavidotto verso SE e la rete idrica locale.



Figura 31 – Tracciato cavidotto MT verso SE con interferenze parte 1





**Figura 32 - Tracciato cavidotto MT verso SE con interferenze parte 2**

Nel dettaglio sono stati individuati i punti critici denominati come “ponte” numerati da 1 a 8 compresi, mentre per l’analisi dei punti “Attraversamento acquedotto” e “Attraversamento Riu Piscina Ludu” si rimanda al paragrafo successivo.

Come soluzione si propone un attraversamento del ponte tramite un’opera di staffaggio dei cavidotti al lato del 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

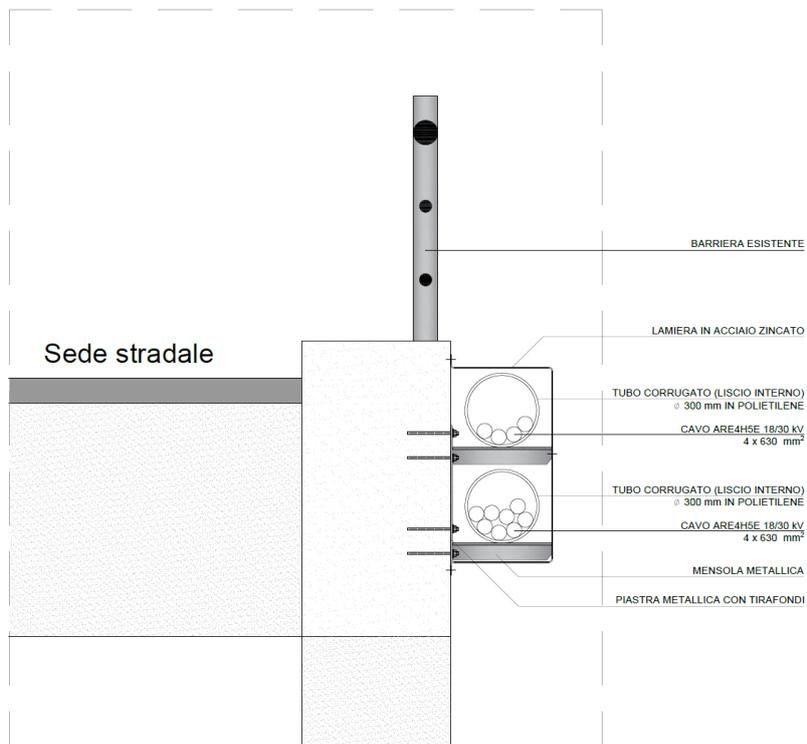
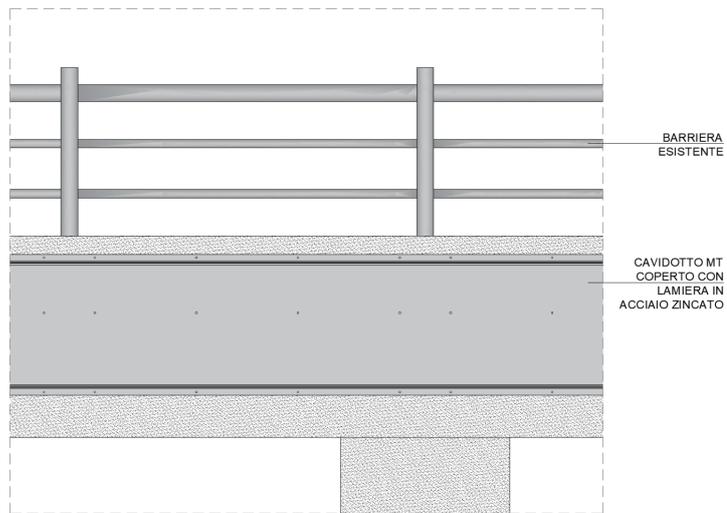


Figura 33 - Particolare costruttivo tipo dell'attraversamento del ponte





Figura 34 - Attraversamento ponte 1 lato sinistro



Figura 35 - Attraversamento ponte 2 lato sinistro "canale Gora de Guri"





**Figura 36 - Attraversamento ponte 3 lato destro "canale Gora Predi Sanna"**



**Figura 37 - Attraversamento ponte 4 lato destro su strada Complanare Ovest**





Figura 38 - Attraversamento ponte 5 lato destro su strada Complanare Est



Figura 39 - Attraversamento ponte 6 lato destro





**Figura 40 - Attraversamento ponte 7 lato sinistro su strada statale SS197**



**Figura 41 - Attraversamento ponte 8 lato sinistro**

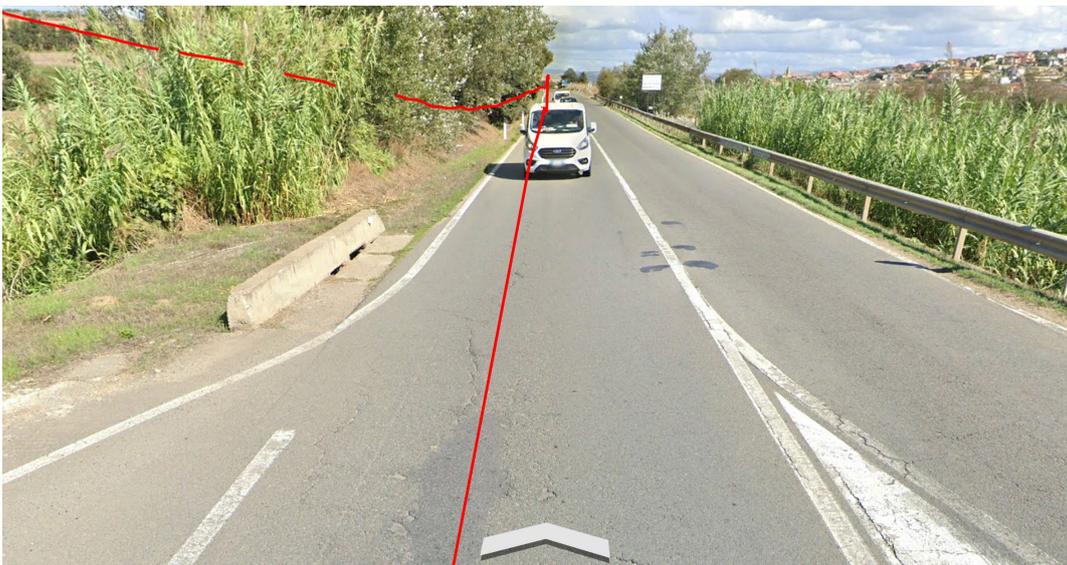


## 4.5 Risoluzione potenziali interferenze con reti idriche tramite TOC

Per quanto concerne la risoluzione delle possibili interferenze idriche evidenziate nei punti denominati “Attraversamento acquedotto” e “Attraversamento Riu Piscina Ludu”, si è scelto di utilizzare la “Trivellazione Orizzontale Controllata” (TOC).



**Figura 42 – Attraversamento tramite TOC acquedotto lato sinistro su strada statale SS197**



**Figura 43 - Attraversamento tramite TOC "Riu Piscina Ludu" lato sinistro su strada statale SS197**

## 4.6 Descrizione tecnica TOC

La modalità principale per risolvere interferenze reciproche tra cavidotti e tubazioni interrati consiste nella Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC), Horizontal Directional Drilling (HDD) o Perforazione Teleguidata. Essa è una tecnologia no dig idonea all'installazione di nuove condotte senza effettuare scavi a cielo aperto.

La TOC consiste nella posa dei tubi, con protezione antiroditori, senza eseguire scavi lungo il tratto da realizzare, aprendo solamente due buche a inizio (entry point) e fine tratta (exit point).

I cavi e le polifore saranno di norma collocati il più lontano possibile dalla carreggiata bitumata e comunque in marciapiede, banchina o nel fosso di scolo delle acque.

La caratteristica essenziale di questa tecnologia è quella di permettere l'esecuzione di fori nel sottosuolo che possono avere andamento curvilineo spaziale con lunghezze di tiro che arrivano anche a 2000 m.

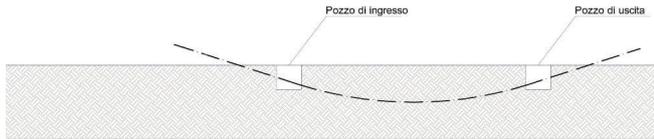
I vantaggi sono dunque molteplici:

- Abbattimento dei costi;
- Tempistiche brevi per l'esecuzione dei lavori rispetto alle altre tecniche tradizionali;
- Non alterazione delle superfici e delle opere preesistenti;
- Riduzione inquinamento atmosferico e acustico.

Al fine di effettuare perforazioni sotterranee per la posa di infrastrutture, è generalmente consigliabile effettuare una indagine radar del sottosuolo per verificare la natura del terreno nonché la presenza di sottoservizi.

Nelle figure successive sono rappresentati i punti in cui il cavidotto elettrico in MT verso SE interferisce con le tubature della rete idrica del SIMR (sistema idrico Multisetoriale regionale).

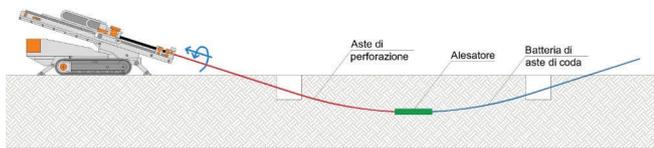
Risulta necessario utilizzare La Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) per poter procedere con l'attraversamento della strada



1) Predisposizione dei pozzi di ingresso e uscita dello scavo: Individuato il tracciato della posa e le profondità della stessa, vengono realizzati i pozzi presso i punti di ingresso (entry point) ed uscita (exit point) dello scavo. Tali pozzi vengono normalmente realizzati all'esterno del piano viabile.



2) Perforazione pilota (pilot bore): mediante una macchina operatrice si realizza una perforazione normalmente di piccolo diametro che viene manovrata attraverso la combinazione di rotazioni e spinte il cui effetto, sulla traiettoria seguita dall'utensile di scavo, è controllata attraverso un sistema di guida radiocontrollato. La perforazione pilota può seguire percorsi piano-altimetrici preassegnati che possono contenere anche tratti curvilinei.



3) Alesatura (back reaming) per l'allargamento del foro fino alle dimensioni richieste: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno (exit point) dell'utensile di scavo (forido foro) viene montato, in testa alla batteria di aste di acciaio ed al posto dell'utensile di scavo, l'utensile per l'allargamento del foro pilota (alesatore), avente un diametro maggiore a quello del foro pilota. Il tutto viene tirato a ritroso verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro l'alesatore allarga il foro pilota.



4) Tiro (pullback) della tubazione o dell'estruso poliforo nel foro alesato: completata l'ultima fase di alesatura, in corrispondenza dell'exit point la tubazione da installare viene assemblata fuori terra (presso l'exit point) e collegata, con un'opportuna testa di tiro, alla batteria di aste di perforazione, con interposizione di un giunto girevole reggispira (detto girevole o swivel) la cui funzione è quella di trasmettere alla tubazione in fase di varo le trazioni ma non le coppie e quindi le rotazioni. Raggiunto il punto di entrata (entry point) la posa della tubazione si può considerare terminata. Con il ricorso alla posa di microcavi oramai in uso nel mondo delle telecomunicazioni, le fasi di alesatura e di tiro normalmente coincidono.



5) Messa in opera dei pozzetti nei pozzi di ingresso e uscita dello scavo. Le tubazioni installabili con la perforazione direzionale non solo devono essere costruite con materiali resistenti alla trazione, ma i giunti, di qualsiasi tipologia essi siano, devono poter resistere alle forze di trazione che si generano durante l'operazione di tiro. Mediante perforazione direzionale si installano principalmente tubazioni in HDPE 2 giuntate testa a testa; quando i giunti sono del tipo resistente alla trazione (non è sufficiente che si tratti di semplici giunti antisfilamento).

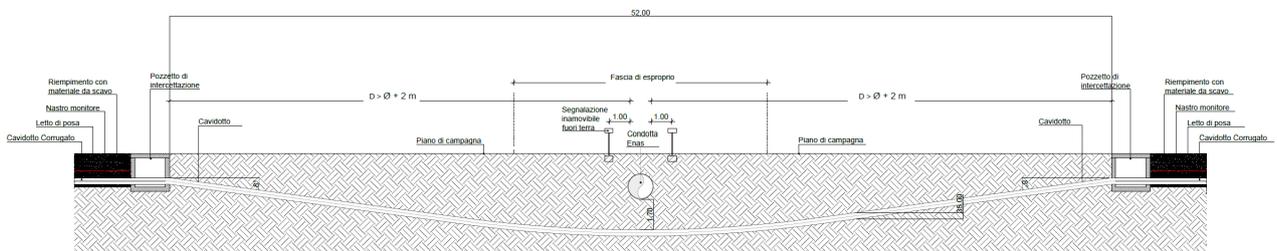


Figura 44 - Sezione di scavo tipo della tecnica TOC



## INDICE DELLE FIGURE

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Tracciato MT verso la SE parte1 .....  | 7  |
| Figura 2 - Tracciato MT verso la SE parte2 .....  | 8  |
| Figura 3 - Immissione cavidotto su Strada Provinciale Sanluri Stato .....   | 9  |
| Figura 4 – Particolare A, proseguimento su Strada Provinciale per Sanluri Stato attraversamento ponte 1 lato sinistro, passando poi a destra su strada per evitare canale laterale..... | 9  |
| Figura 5 -Particolare B, passaggio cavidotto a destra su strada.....  | 10 |
| Figura 6 - Particolare C, presenza di pala eolica e relativo cavidotto.....   | 11 |
| Figura 7 - Particolare D, attraversamento ponte lato sinistro.....  | 12 |
| Figura 8 - Particolare E, attraversamento ponte lato destro .....   | 12 |
| Figura 9 – Incrocio con via Iglesias .....  | 12 |
| Figura 10 - Particolare F, mantenendo la sinistra per immettersi nella Strada Complanare Ovest.....   | 13 |
| Figura 11 – Particolare G, proseguimento a destra sulla Strada Complanare Ovest .....   | 13 |
| Figura 12 - Particolare H, attraversamento su ponte sulla Strada Complanare Ovest .....   | 13 |
| Figura 13 - Particolare I, immissione nella Strada Complanare Est.....  | 14 |
| Figura 14 - Particolare J, attraversamento ponte lato destro sulla Strada complanare Est.....   | 14 |
| Figura 15 - Particolare K, proseguimento su Strada Complanare Est.....  | 15 |
| Figura 16 – Particolare L, proseguimento ulteriore su Strada Complanare Est .....   | 15 |
| Figura 17 - Particolare M, immissione in Strada Comunale VillaMar.....  | 16 |
| Figura 18 - Particolare N, rotatoria.....   | 16 |
| Figura 19 - Particolare O, rotatoria.....   | 17 |
| Figura 20 - Particolare P, immissione su strada comunale Villamar .....   | 17 |
| Figura 21 - Particolare Q, attraversamento ponte lato sinistro su SS197 .....   | 18 |
| Figura 22 – Particolare R, attraversamento acquedotto su SS197.....   | 18 |
| Figura 23 – Particolare S, attraversamento ponte su SS197 .....   | 19 |
| Figura 24 - Attraversamento "Riu Piscina Ludu" tramite TOC.....   | 19 |
| Figura 25 – Particolare T, incrocio con strada statale SS547.....   | 20 |
| Figura 26 - Particolare U, immissione a N-W su strada sterrata .....  | 20 |
| Figura 27 - Particolare V, immissione a N su strada sterrata .....  | 21 |
| Figura 28 - Arrivo alla SSE .....   | 21 |
| Figura 29 - Localizzazione nuova SE.....  | 22 |
| Figura 30 -Sezione tipo cavo interrato MT .....   | 24 |



|   |    |
|---|----|
| Figura 31 – Tracciato cavidotto MT verso SE con interferenze parte 1 .....                            | 32 |
| Figura 32 - Tracciato cavidotto MT verso SE con interferenze parte 2 .....                            | 33 |
| Figura 33 - Particolare costruttivo tipo dell'attraversamento del ponte .....                         | 34 |
| Figura 34 - Attraversamento ponte 1 lato sinistro .....   | 35 |
| Figura 35 - Attraversamento ponte 2 lato sinistro "canale Gora de Guri" .....                         | 35 |
| Figura 36 - Attraversamento ponte 3 lato destro "canale Gora Predi Sanna" .....                       | 36 |
| Figura 37 - Attraversamento ponte 4 lato destro su strada Complanare Ovest .....                      | 36 |
| Figura 38 - Attraversamento ponte 5 lato destro su strada Complanare Est .....                        | 37 |
| Figura 39 - Attraversamento ponte 6 lato destro .....   | 37 |
| Figura 40 - Attraversamento ponte 7 lato sinistro su strada statale SS197 .....                       | 38 |
| Figura 41 - Attraversamento ponte 8 lato sinistro .....   | 38 |
| Figura 42 – Attraversamento tramite TOC acquedotto lato sinistro su strada statale SS197 .....        | 39 |
| Figura 43 - Attraversamento tramite TOC "Riu Piscina Ludu" lato sinistro su strada statale SS197..... | 39 |
| Figura 44 - Sezione di scavo tipo della tecnica TOC .....   | 41 |

#### INDICE DELLE TABELLE

|  |    |
|--|----|
| Tabella 1 - Tipologia tracciati e volumi di scavo .....  | 5  |
| Tabella 2 - Lunghezza scavi per passaggio linee BT ed MT interne .....                                     | 5  |
| Tabella 3 - Tipologia tracciati e volumi di scavo cavidotto esterno MT verso SE esterni all'impianto ..... | 6  |
| Tabella 4 - Specifica parametri di progetto cavidotto .....  | 25 |