

TITLE: Relazione tecnica dei cavidotti

AVAILABLE LANGUAGE: IT

RELAZIONE TECNICA DEI CAVIDOTTI

Progetto di un Impianto Agrivoltaico della potenza complessiva di 63.232,40 kWp e relative opere di connessione alla RTN. Da realizzarsi nei comuni di Roccapalumba (PA) e Vicari (PA)

"ROCCAPALUMBA"



File: ROC.ENG.REL.028.00_Relazione tecnica cavidotti.doc

00	11/08/2023	Emissione	I.Olivieri	L.Spaccino A.Fata	V.Bretti								
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED								
Client VALIDATION													
Name		Discipline		PE									
COLLABORATORS		VERIFIED BY		VALIDATE BY									
CLIENT CODE													
IMP.		GROUP.		TYPE		PROGR.		REV					
R	O	C	E	N	G	R	E	L	0	2	8	0	0
CLASSIFICATION For Information or For Validation					UTILIZATION SCOPE Basic Design								
This document is property of Delta Solar S.r.l. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Delta Solar S.r.l.l.													

Indice

1.0 PREMESSA	3
2.0 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3.0 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	5
4.0 COLLEGAMENTI A 36 KV.....	7
4.1 CAVIDOTTO DI IMPIANTO	7
4.2 CAVIDOTTO DI CONNESSIONE	9
4.3 MODALITÀ DI POSA E TIPOLOGIA DI SCAVO.....	9
4.3.1 SCAVO SU TERRENO VEGETALE.....	13
4.3.2 SCAVO SU STRADE NON ASFALTATE.....	14
4.3.3 SCAVO SU STRADE ASFALTATE.....	14
4.4 PERCORSO CAVIDOTTI	15
4.4.1 CAVIDOTTO DI IMPIANTO	15
4.4.1.1 LINEA 1.....	15
4.4.1.2 LINEA 2.....	16
4.4.1.3 LINEA 3.....	17
4.4.1.4 LINEA 4.....	19
4.4.1.5 LINEA 5.....	20
4.4.1.6 LINEA 6.....	20
4.4.1.7 LINEA 7.....	22
4.4.2 CAVIDOTTO DI CONNESSIONE.....	25
4.4.2.1 POSA DEI CAVI MEDIANTE TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA (TOC).....	27
4.5 IMPATTI ELETTROMAGNETICI	29

1.0 PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di fornire una descrizione dei cavidotti interni e di connessione del progetto proposto da Delta Solar S.r.l. che prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico localizzato nei territori comunali di Roccapalumba, Vicari e Lercara Friddi, facenti parte della città metropolitana di Palermo.

L'impianto, installato a terra, con potenza complessiva pari a 63.232,40 kWp è destinato ad essere collegato in antenna a 36 kV con la sezione 150 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra – esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaramonte Gulfi - Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo Terna, e da ricollegare alla linea 150 kV compresa tra le stazioni RTN di Ciminna e Cammarata, come indicato nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) fornita dal gestore della Rete di Trasmissione Nazionale.

Nel seguito della presente relazione si analizzerà in particolare il cavidotto a 36 kV che si sonda all'interno dell'area di impianto, consentendo il collegamento tra le cabine di trasformazione e quella di raccolta, e quello di connessione che permette il collegamento tra l'impianto e la Stazione Elettrica (SE) della RTN.

2.0 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Guida alla progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di generazione fotovoltaica CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 99-3: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori;
- CEI EN 60529/A1 (CEI 70-1/V1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN IEC 61000-3-2/A1 (CEI 110-31/V1): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (c.a.) (classi 0,5, 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1/A1 (CEI 13-52/V1) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3/A1 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI EN 61439: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie.
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 11-17;V1: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo.

3.0 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico, denominato "Roccapalumba", con potenza di picco pari a 63.232,40 kWp destinato ad essere collegato in antenna a 36 kV alla nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV di Castronovo di competenza di Terna S.p.A.

L'impianto sarà suddiviso in n.6 lotti, ognuno dei quali sarà collegato, tramite un cavidotto a 36 kV, alla cabina di raccolta situata all'interno del Lotto 4.

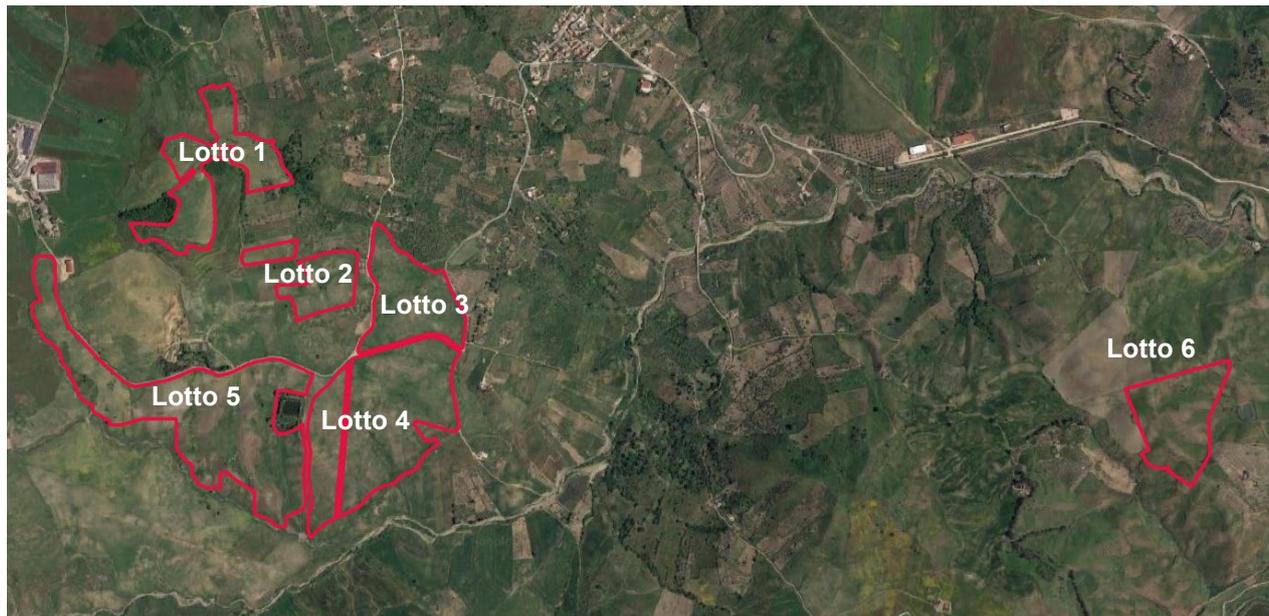


Figura 1 - Inquadramento su Google Earth dell'area di impianto (in rosso) con indicazione dei diversi lotti.

La potenza totale è ottenuta mediante la connessione in serie e in parallelo di moduli fotovoltaici bifacciali con potenza nominale adeguata alle esigenze non solo di spazio, in termini di superficie occupata, ma anche di compatibilità con le strutture del tipo "Struttura tracker 2x30 Portrait" e "Struttura tracker 2x15 Portrait" scelte dalla Committente.

Per poter connettere l'impianto alla rete di trasmissione nazionale, si eleverà la tensione dal valore in uscita dai convertitori statici, pari a 800 V, ai 36.000 V della rete interna di distribuzione dell'energia, mediante l'utilizzo di trasformatori BT/36 kV. Le linee di impianto a 36 kV in uscita dalle cabine di trasformazione saranno riunite presso la cabina di raccolta, dove confluiranno in due sole linee che consentiranno la connessione dell'impianto alla Stazione Elettrica (SE) della RTN.

Il tracciato del cavidotto MT si svilupperà per gran parte su strade già esistenti, ad eccezione dei tratti che interessano le particelle riportate di seguito:

- Comune di Roccapalumba (PA), Foglio 13, p.lla 69;
- Comune di Castronovo (PA), Foglio 7, p.lla 351;

Preme sottolineare, tuttavia, la presenza di incongruenze tra il tracciato reale delle strade esistenti (visibili da analisi desktop) e quello presente catastalmente. In alcuni tratti, infatti, le strade accatastate non coincidono con quelle esistenti. Questo comporta l'interferenza del tracciato del cavidotto con le seguenti particelle catastali private anche se la posa viene prevista su strada pubblica:

- Comune di Roccapalumba: Foglio 9, p.lle 547, 163, 331, 393, 481, 513, 514, 553, 636; Foglio 13, p.lle 67, 68, 71, 135, 210; Foglio 16, p.lle 1, 531; Foglio 17, p.lle 85, 131, 134; Foglio 18, p.lle 45, 54;
- Comune di Lercara Friddi: Foglio 1, p.lle 20, 42, 43, 44, 45, 46, 73, 91, 134, 140, 154; Foglio 3, p.lle 8, 14, 19, 109; Foglio 7, p.lle 99; Foglio 11, p.lle 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 259, 435, 439, 440, 448, 451; Foglio 15, p.lle 1, 2, 3, 19, 20, 75, 173, 174, 196, 197, 198, 199, 217, 221, 225, 228, 229, 230, 236, 237, 397;
- Comune di Castronovo: Foglio 7, p.lle 327.

Oltre a tali incongruenze si segnala che alcuni corpi stradali esistenti e pubblici, non risultano essere accatastati come tali. Ciò comporta l'interferenza tra il cavidotto di connessione e le seguenti particelle catastali private anche se in corrispondenza di corpi stradali esistenti:

- Comune di Roccapalumba: Foglio 16, p.lle 14, 47, 65, 517; Foglio 13, p.lle 39, 45, 114, 121, 120, 145, 118, 218.

Il collegamento verrà effettuato presso una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) a 380/150/36 kV della RTN, realizzata ad opera di Terna e ubicata nel comune di Castronovo (PA). L'accesso alla Stazione Elettrica (SE) Terna avverrà mediante la viabilità locale, che, attraverso la Strada Provinciale SP78, si collega alla Strada Statale SS189.

4.0 COLLEGAMENTI A 36 kV

4.1 CAVIDOTTO DI IMPIANTO

Al fine di poter connettere l'impianto agrivoltaico alla rete di distribuzione nazionale, considerata la potenza da installare di 63.232,40 kWp, per quanto previsto dalle normative vigenti (CEI 0-16), sarà necessario innalzare il livello di tensione da 800 V, valore in uscita dai convertitori statici, a 36.000 V. A tal fine verranno impiegati trasformatori BT/36 kV, per i quali sarà previsto un adeguamento delle Transformation Unit, sia in termini di step-up transformer MT/36 kV che di quadri di protezione MT, a fronte di un aumento di spazio per i locali armadi e per il trasformatore.

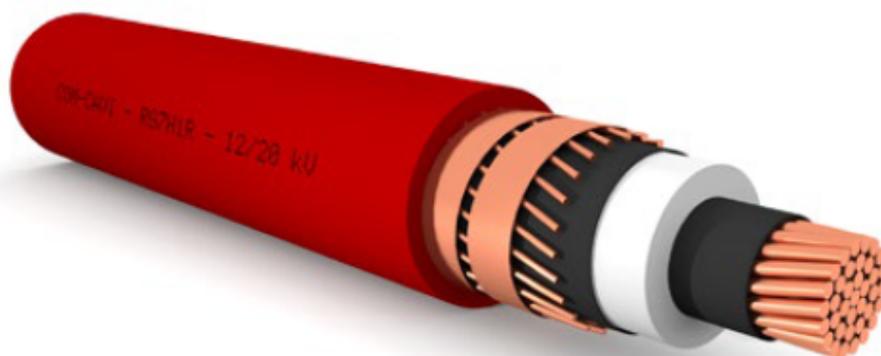
Dunque la rete di distribuzione interna avrà un livello di tensione di 36 kV e sarà composta da n.7 linee realizzate con cavi in rame del tipo RG7H1R da 26/45 kV, con sezione variabile tra 120 mmq e 185 mmq in funzione della potenza trasportata. Di seguito si riportano le caratteristiche principali e la scheda tecnica del cavo scelto:

- Caratteristiche costruttive:
 - Conduttore: Rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2;
 - Isolamento: Gomma HEPR, qualità G7, senza piombo (HD 620 DHI 2);
 - Schermatura: Fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale;
 - Guaina esterna: Mescola a base di PVC, qualità Rz;
 - Colore anime: Rosso
- Caratteristiche funzionali:
 - Tensione nominale (Uo/U): 26/45 kV;
 - Temperatura massima di esercizio: +90°C
 - Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
 - Temperatura massima di corto circuito: 250°C
 - Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame
 - Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
 - Temperatura minima di posa: 0°C
- Condizioni di impiego: adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

CAVI MEDIA TENSIONE - ENERGIA
MEDIUM VOLTAGE CABLES - POWER
RG7H1R 1.8/3 kV - 26/45 kV
MEDIA TENSIONE - SENZA PIOMBO
MEDIUM VOLTAGE - LEAD-FREE

RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE

Costruzione e requisiti/Construction and specifications	IEC 60502 CEI 20-13
Misura delle scariche parziali/Measurement of partial discharges	CEI 20-16 IEC 60885-3
Propagazione fiamma/Flame propagation	CEI EN 60332-1-2



La immagine è un'immagine illustrativa e non rappresenta un prodotto reale.

DESCRIZIONE:

Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

DESCRIPTION:

Single-core cables, insulated with HEPR rubber of G7 quality, under PVC sheath.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Nominal voltage U_0/U : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Maximum operating temperature: 90°C
- Min. operating temperature: -15°C (without mechanical shocks)
- Minimum installation temperature: 0°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C
- Recommended minimum bending radius: 12 times the cable diameter.
- Recommended maximum tensile stress: 60 N/mm² of the cross-section of the copper

USE AND INSTALLATION

Suitable for energy transmission between transformer rooms and big power users. For laying on air, into tube or open pass. Can be laid underground, also if not protected, complying with art. 4.3.11 of CEI 11-17 standard.



Per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi di impianto, si rimanda all'elaborato "ROC.ENG.REL.002._Calcoli preliminari di dimensionamento degli impianti".

4.2 CAVIDOTTO DI CONNESSIONE

La connessione dell'impianto alla SE Terna sarà diretta e avverrà tramite un cavidotto a 36 kV a partire dalla cabina di raccolta, ubicata all'interno dell'area di impianto, dove alloggerà il quadro elettrico generale a 36 kV di interfaccia con la RTN e dove verrà effettuata la lettura delle misure e dei segnali di allarme.

Dunque le linee in uscita dalle cabine di trasformazione di campo saranno riunite all'interno della cabina di raccolta, a partire dalla quale la potenza sarà convogliata tramite due linee interrate a 36 kV alla Stazione Elettrica (SE) a 380/150/36 kV della RTN.

Le due linee in uscita dalla cabina di raccolta viaggeranno all'interno dello stesso scavo, che in alcuni tratti sarà condiviso anche con il cavidotto di impianto, e che avrà una profondità variabile tra 1,2 m e 1,6 m a seconda del numero di terne previste

La lunghezza del percorso di connessione che collega la cabina di raccolta e la SE Terna sarà di 7.928 m, in gran parte su strade sterrate e, per brevi tratti che lambiscono l'area di impianto, su strade pubbliche asfaltate (Strada Statale SS121).

Per quanto riguarda la tipologia di cavo, anche per la connessione sarà previsto l'impiego di cavi in rame del tipo RG7H1R da 26/45 kV con sezione da 630 mmq, al fine di garantire il trasporto della potenza di impianto in accordo a quanto riportato all'Allegato A.68 del Codice di Rete Terna.

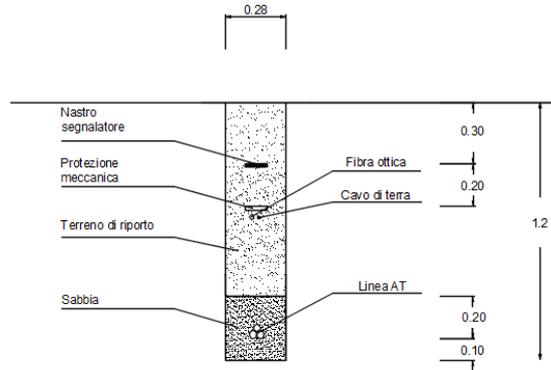
Per le caratteristiche principali e la scheda tecnica del cavo scelto si faccia riferimento al Par. 4.1.

4.3 MODALITÀ DI POSA E TIPOLOGIA DI SCAVO

Per la posa delle linee elettriche di impianto e di connessione è prevista la realizzazione di trincee di larghezza compresa tra 0,28 m e 1,08 m e profondità compresa tra 1,20 m e 1,60 m in funzione del numero di terne che saranno alloggiare all'interno dello scavo e del terreno. In particolare saranno previste le seguenti modalità di posa e tipologia di scavi (cfr. elaborato "ROC.ENG.TAV.022._*Planimetria dei cavidotti con indicazione delle sezioni di posa*):

- Una terna interrata: trincea larga 0,28 m e profonda 1,2 m;
- Due terne interrate nello stesso scavo: trincea larga 0,68 m e profonda 1,2 m;
- Tre terne interrate nello stesso scavo: trincea larga 1,08 m e profonda 1,2 m;
- Sei terne interrate nello stesso scavo: trincea larga 1,08 m e profonda 1,5 m;
- Una terna interrata su asfalto: trincea larga 0,70 m e profonda 1,2 m;
- Due terne interrate su asfalto nello stesso scavo: trincea larga 0,90 m e profonda 1,2 m;
- Quattro terne interrate su asfalto nello stesso scavo: trincea larga 0,90 m e profonda 1,6 m.

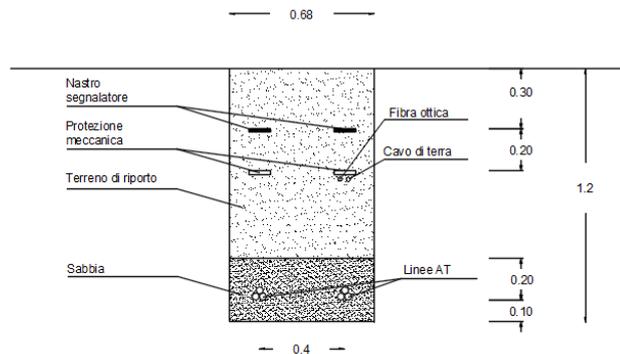
SEZ.A-A - CAVIDOTTO AT INTERRATO - 1 TERNA DI CAVI AT

**NOTE:**

Misure espresse in metri;

Figura 2 – Tipologico di posa per una terna di cavi nello stesso scavo su terreno

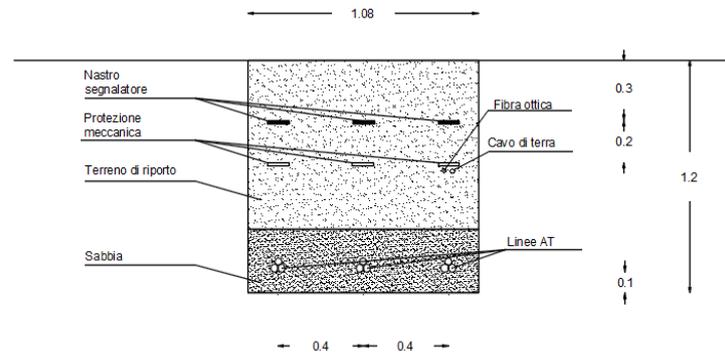
SEZ.B-B - CAVIDOTTO AT INTERRATO - 2 TERNE DI CAVI AT

**NOTE:**

Misure espresse in metri;

Figura 3 - Tipologico di posa per due terne di cavi nello stesso scavo su terreno

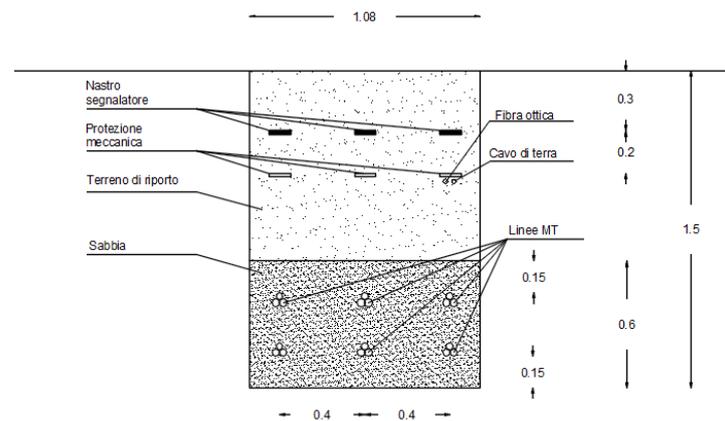
SEZ.C-C - CAVIDOTTO AT INTERRATO - 3 TERNE DI CAVI AT

**NOTE:**

Misure espresse in metri;

Figura 4 – Tipologico di posa per tre terne di cavi nello stesso scavo su terreno

SEZ.D-D - CAVIDOTTO AT INTERRATO - 6 TERNE DI CAVI AT

**NOTE:**

Misure espresse in metri;

Figura 5 - Tipologico di posa per sei terne di cavi nello stesso scavo su terreno

SEZ.E-E - CAVIDOTTO AT INTERRATO SU ASFALTO - 1 TERNA DI CAVI AT

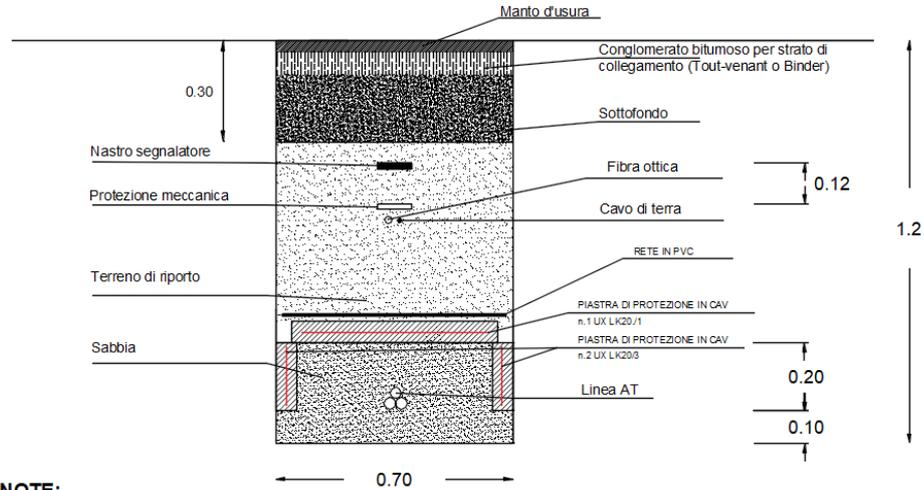


Figura 6 - Tipologico di posa per una terna di cavi nello stesso scavo su asfalto

SEZ.F-F - CAVIDOTTO AT INTERRATO SU ASFALTO - 2 TERNE DI CAVI AT

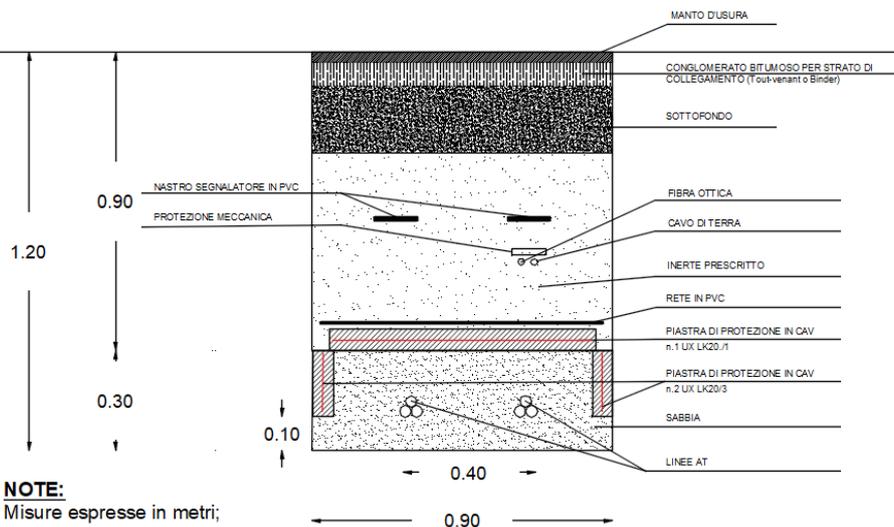


Figura 7 - Tipologico di posa per due terne di cavi AT nello stesso scavo su asfalto

SEZ.G-G - CAVIDOTTO AT INTERRATO SU ASFALTO - 4 TERNE DI CAVI AT

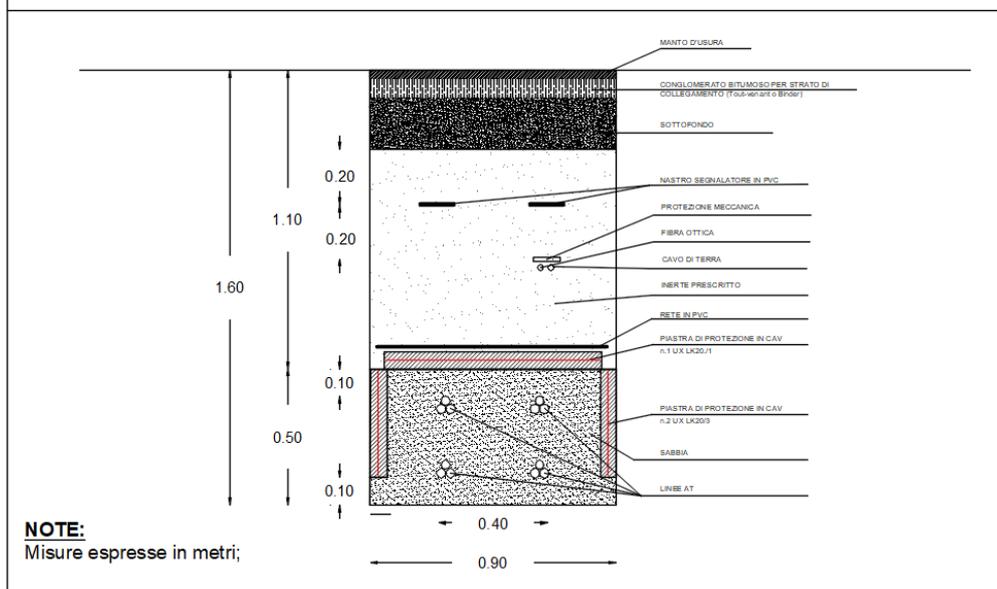


Figura 8 - Tipologico di posa per quattro terne di cavi AT nello stesso scavo su asfalto

Nel medesimo scavo sarà posto il cavidotto in fibra ottica per la trasmissione dei dati. In particolare sarà prevista la posa di minicavi ottici inseriti all'interno di minitubi in PEAD.

Il percorso del cavidotto di impianto e di connessione è stato scelto tenendo conto di molteplici fattori, quali:

- contenere per quanto possibile i tracciati dei cavidotti sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico-economica;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse ed isolate, rispettando le distanze prescritte dalla normativa vigente;
- evitare interferenze con zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- transitare su aree di minor pregio interessando aree prevalentemente agricole e sfruttando la viabilità esistente per quanto possibile.

Per quanto attiene il materiale di riempimento, questo dipende dal terreno su cui viene effettuato lo scavo, ovvero:

- terreno vegetale;
- strade non asfaltate;
- strade asfaltate.

Indipendentemente dal tipo di terreno, lo scavo sarà realizzato in modo tale che i cavi siano circondati da uno strato di sabbia vagliata. Inoltre verrà inserita una protezione meccanica per il cavo della fibra ottica e un nastro monitor per la segnalazione dei cavi elettrici interrati.

4.3.1 Scavo su terreno vegetale

Nel caso di terreno vegetale questo verrà momentaneamente separato dal resto del materiale scavato, accantonato e riutilizzato per il rinterro nella parte finale, allo scopo di ristabilire le condizioni ante operam. Il rinterro verrà effettuato in parte con materiale di recupero dello scavo, ritenuto idoneo, per tutto lo spessore

mancante per terminare il riempimento, interponendo il nastro segnalatore ad una distanza non inferiore a 30 cm dal piano campagna.

4.3.2 Scavo su strade non asfaltate

Nel caso di strade non asfaltate la parte superficiale finisce per essere indistinta da quella degli strati più profondi e comunque riutilizzata per il rinterro. Anche in questo caso sarà interposto il nastro segnalatore ad una distanza non inferiore a 30 cm dal piano campagna.

4.3.3 Scavo su strade asfaltate

Nel caso di strade asfaltate sarà previsto parte del rinterro con materiale di recupero dello scavo ritenuto idoneo, interponendo il nastro segnalatore ad una distanza non inferiore a 30 cm dal piano campagna. Una volta posati i cavi, tra lo strato di sabbia e quello di terreno di riporto saranno inserite le seguenti protezioni meccaniche:

- lastre di protezione in cemento armato realizzate in conformità a quanto riportato nella scheda tecnica TERNA UX LK20;
- rete in PVC installata immediatamente sopra la lastra in cemento armato.

Al di sopra del terreno di riporto sarà effettuata la posa dei seguenti strati:

- misto granulare stabilizzato con aggregati naturali, artificiali o con aggregati riciclati rispondenti alle norme vigenti, provenienti da cave di prestito o centri di riciclaggio, opportunamente compattato per uno spessore di 20 cm;
- conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder) costituito da miscelati aggregati e bitume e costipato con appositi rulli fino ad ottenere le caratteristiche volute, per uno spessore di almeno 7 cm;
- Infine, si procede alla posa del conglomerato bituminoso per tappeto di usura realizzato con inerti selezionati e con aggregati derivanti interamente da frantumazione per uno spessore pari a 3 cm.

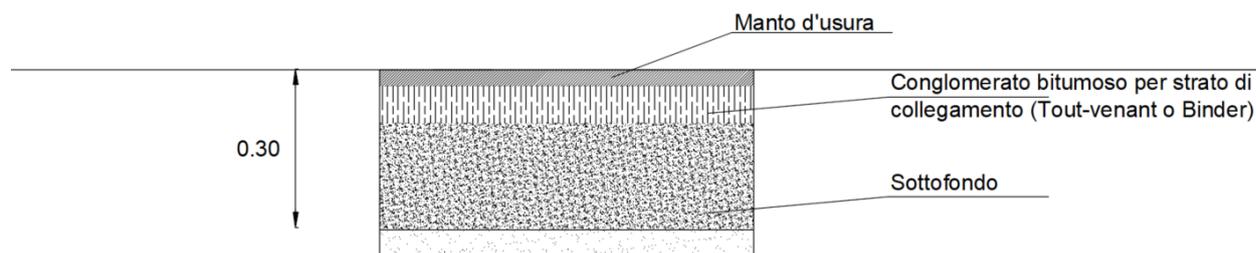


Figura 9 - Dettaglio strati sopra il terreno di riporto

4.4 PERCORSO CAVIDOTTI

4.4.1 Cavidotto di impianto

Il cavidotto di impianto si compone di sette linee che si snodano prevalentemente su strade sterrate, ma in parte anche su strade pubbliche asfaltate e all'interno dei lotti di impianto.

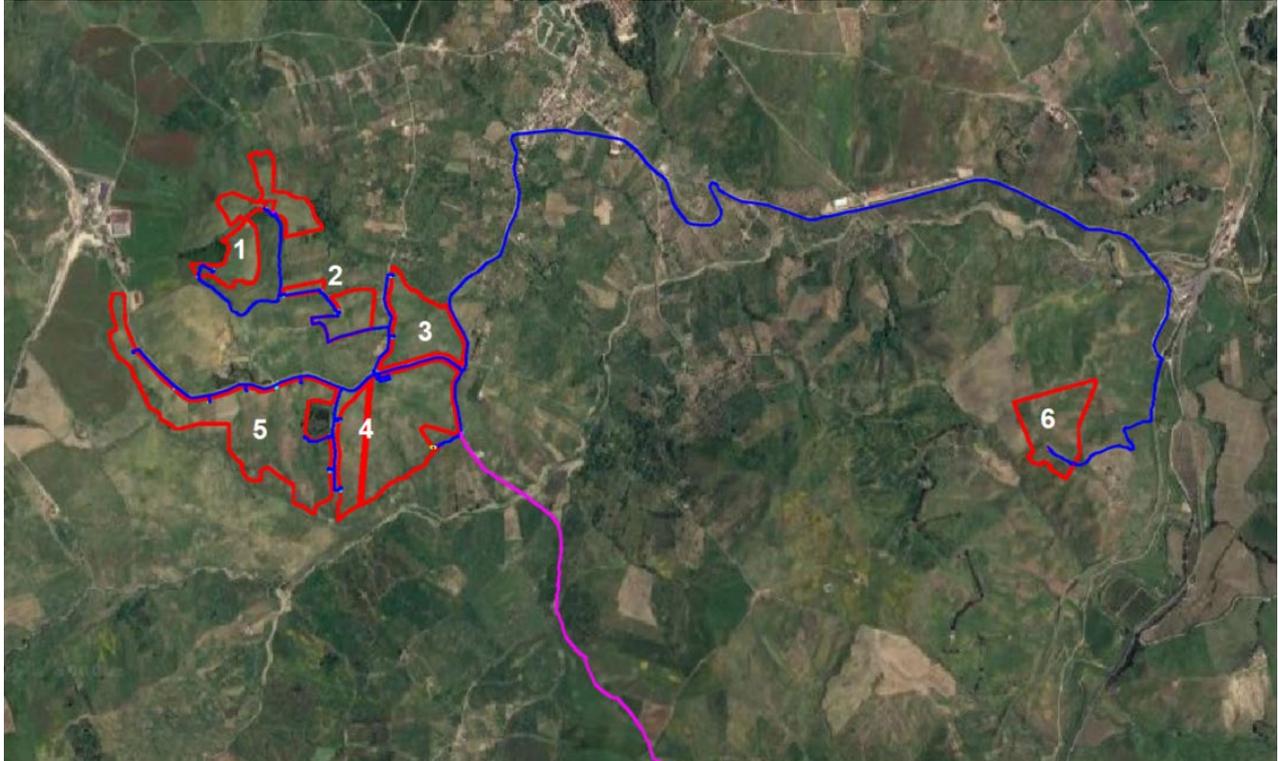


Figura 10 - Inquadramento dell'area di impianto su ortofoto con indicazione dei lotti (in rosso), del cavidotto di impianto (in blu) e parte del cavidotto di connessione (in magenta).

4.4.1.1 Linea 1

La Linea 1 consente il collegamento del Lotto 1 e 2 con la cabina di raccolta, e per essa è prevista la posa fino ad un massimo di sei terne in corrispondenza del tratto finale di ingresso alla cabina.

Tale linea presenta una lunghezza complessiva di circa 3.250 m e si sviluppa unicamente su terreno vegetale, nei tratti in ingresso alle Transformation Unit, e su strada non asfaltata. In questo caso verranno realizzate trincee profonde 1,2 m, per la posa di una o due terne con sezione di 120 mmq, e 1,5 m, in quanto nel tratto finale di collegamento con la cabina di raccolta è prevista la posa di sei terne e l'impiego di un cavo da 185 mmq.

Lungo questa linea non si rileva la presenza di interferenze.



Figura 11 - Inquadramento su ortofoto dell'area di impianto con indicazione della Linea 1 (in blu)

4.4.1.2 Linea 2

La Linea 2 collega il Lotto 3 con la cabina di raccolta, e lungo di essa si arriva alla posa di un massimo di sei terne all'ingresso della cabina.

La linea si svolge per una lunghezza di circa 732 m e, analogamente a quanto riportato sopra, anche in questo caso la posa dei cavi avverrà solo su terreno vegetale e strada non asfaltata in trincee profonde 1,2 m, per la posa di una o due terne con sezione di 120 mmq, e 1,5 m per il tratto finale di collegamento con la cabina di raccolta, dove è prevista la posa di sei terne e l'impiego di un cavo da 120 mmq.

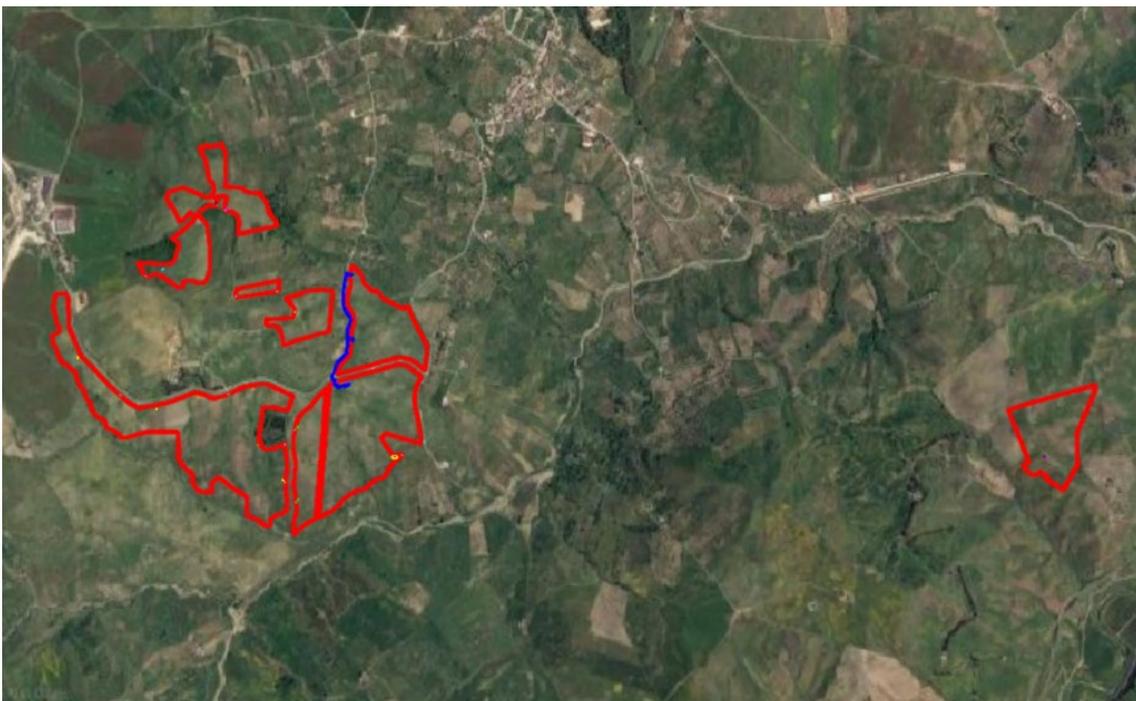


Figura 12 - Inquadramento su ortofoto dell'area di impianto con indicazione della Linea 2 (in blu)

Dall'analisi dei sottoservizi si riscontra la presenza di un incrocio con un canale di scolo delle acque meteoriche: infatti il cavidotto interferisce con una tubazione di scarico sottostrada posta ad una profondità di circa 1,5 m dal piano stradale. Al fine di superare tale interferenza, il cavidotto sarà posato ad una distanza di almeno 30 cm dalla tubazione interferente.

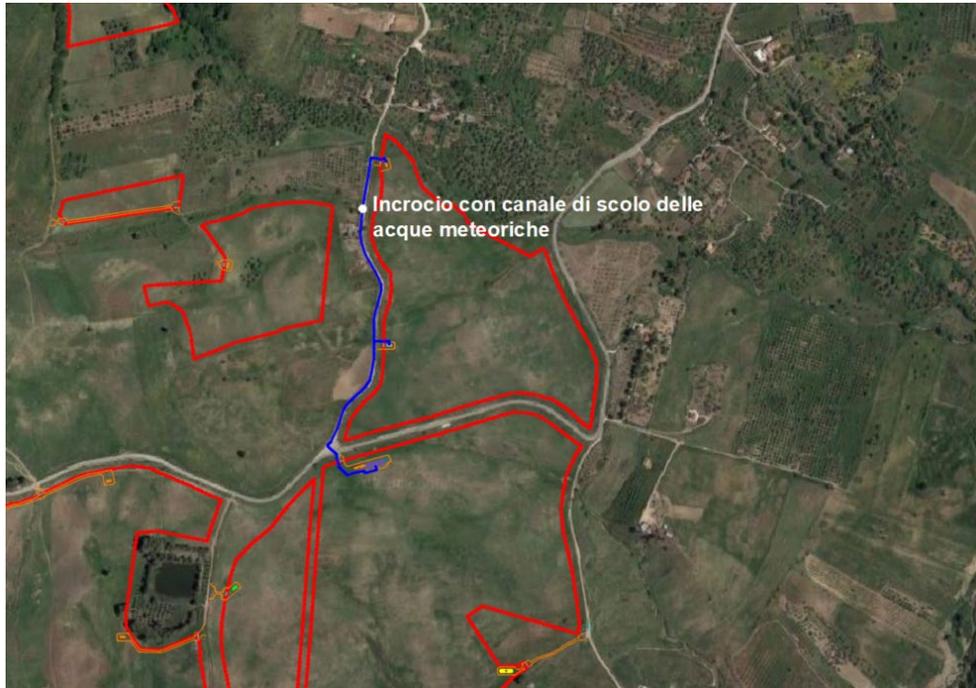


Figura 13 - Inquadramento su ortofoto dell'area di impianto con indicazione della Linea 2 (in blu) e dell'interferenza

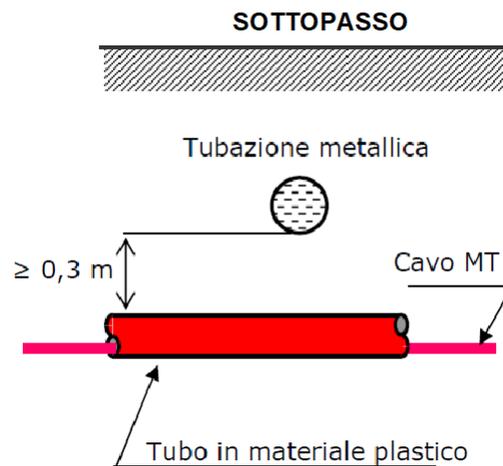


Figura 14 - Tipologico di posa nel caso di interferenza con canale di scolo delle acque meteoriche

4.4.1.3 Linea 3

La Linea 3 collega le Trasformation Unit 9 e 10 del Lotto 4 con la cabina di raccolta, e per essa è prevista la posa fino ad un massimo di sei terne in corrispondenza del tratto finale di ingresso alla cabina di raccolta.

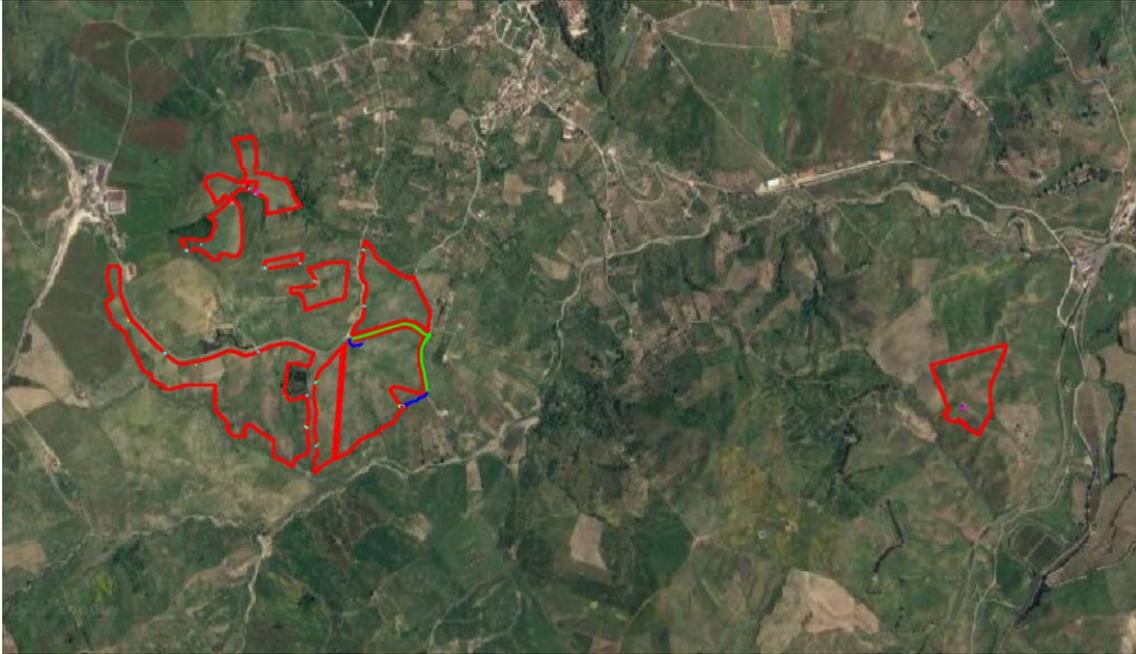


Figura 15 - Inquadramento su ortofoto dell'area di impianto con indicazione della Linea 3 (in blu e verde). In verde il tratto della Linea 3 in comune con il cavidotto di connessione

Tale linea presenta una lunghezza complessiva di circa 1.073 m e si sviluppa sia su terreno vegetale, nei tratti interni all'area di impianto, che su strada asfaltata e non asfaltata. Per essa parte del percorso risulta essere in comune con quello della Linea 7 e del cavidotto di connessione, in particolare il tratto che costeggia il lato nord-est del Lotto 4 fino alla cabina di raccolta. Per la posa dei cavi saranno realizzate delle trincee profonde 1,2 m, nel caso di una, due (asfalto) e tre terne nello stesso scavo, 1,5 m, nel tratto in ingresso alla cabina di raccolta. Per il tratto in comune con il cavidotto di connessione e la Linea 7, sarà prevista la posa di quattro terne nello stesso scavo in asfalto, in quanto il passaggio dei cavi avviene lungo la Strada Statale SS121, e soltanto una di queste, con sezione da 120 mmq, farà parte della Linea 3.

Lungo il tracciato la linea incrocia un canale di scolo sottostrada, per superare il quale è prevista la posa del cavidotto sottostrada a profondità ribassata all'interno di un bauletto in cls.

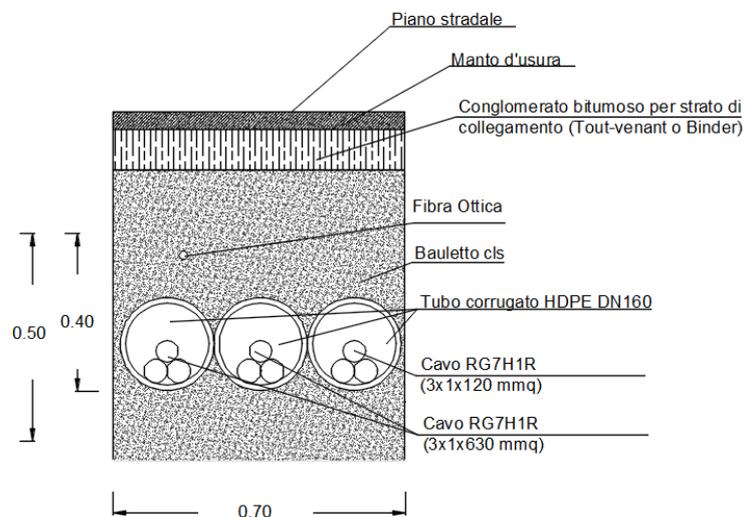


Figura 16 - Tipologico di posa nel caso di interferenza con canale di scolo sottostrada

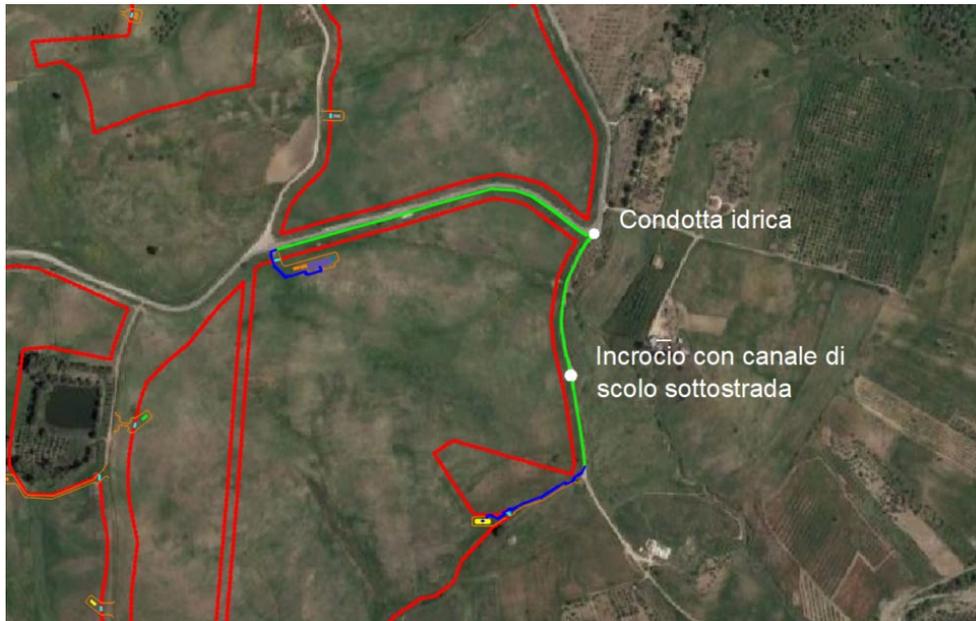


Figura 17 - Inquadratura su ortofoto dell'area di impianto con indicazione della Linea 3 (in blu e in verde) e delle interferenze

In prossimità del punto in cui le terre provenienti dalla Linea 3 e dal Lotto 6 confluiscono nello stesso scavo del cavidotto di connessione è stata individuata un'interferenza con una condotta idrica per la cui risoluzione si rimanda alla fase esecutiva, in quanto, durante la site visit, non è stato possibile accertare il tracciato della condotta né se questa fosse dismessa o meno.

4.4.1.4 Linea 4

La Linea 4 collega le Transformation Unit sul lato ovest del Lotto 4 e quelle sul lato est del Lotto 5 con la cabina di raccolta, e per essa è prevista la posa fino ad un massimo di sei terre in corrispondenza del tratto finale di ingresso alla cabina.

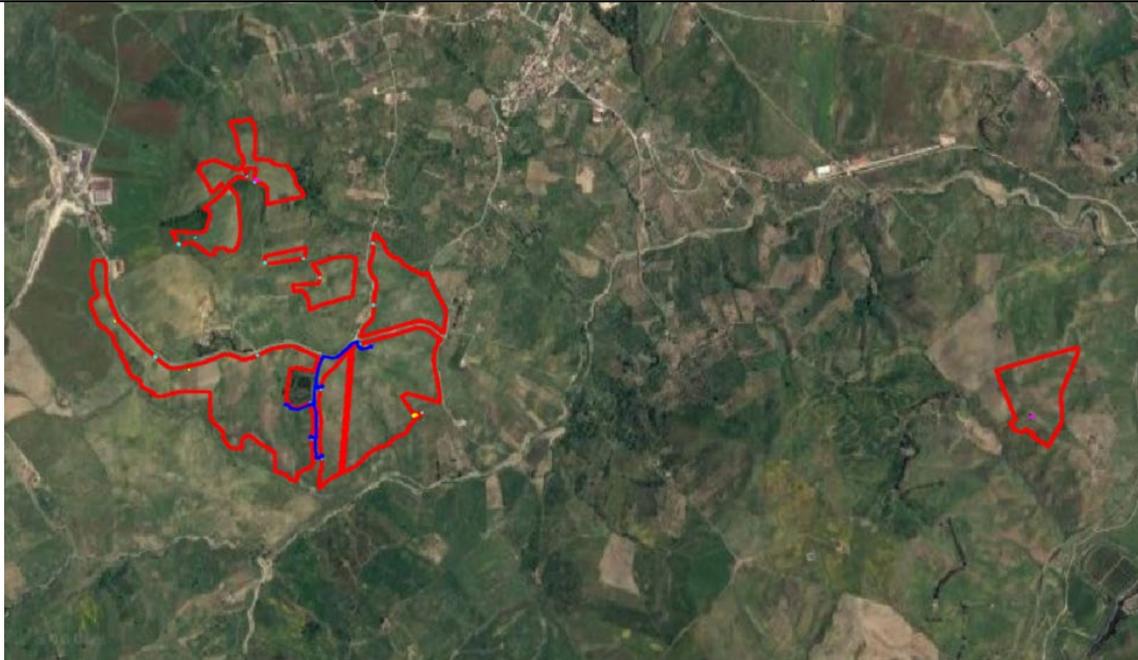


Figura 18 - Inquadratura su ortofoto dell'area di impianto con indicazione della Linea 4 (in blu)

La lunghezza complessiva della linea risulta essere pari a circa 1.366 m e si articola prevalentemente su terreno vegetale e strada non asfaltata, eccetto per un breve tratto su strada asfaltata prima della cabina di raccolta.

Gli scavi su terreno vegetale e strada non asfaltata saranno analoghi a quelli per la Linea 1 e 2, con la posa di cavi con sezione di 120 mmq, mentre per il tratto su strada asfaltata verrà realizzata una trincea profonda 1,2 m per l'alloggiamento di due terne, una sola appartenente alla linea in esame, con sezione di 120 mmq, e l'altra facente parte della Linea 6.

Lungo questa linea non si rileva la presenza di interferenze.

4.4.1.5 Linea 5

La Linea 5 completa il collegamento del Lotto 4 alla cabina di raccolta, tramite la connessione ad essa delle due Transformation Unit ubicate nelle immediate vicinanze.

Questa linea risulta essere la più breve, con una lunghezza di circa 4 m che si sviluppa esclusivamente nell'area di impianto, al di sotto della viabilità interna, ed è l'unica che non ha in comune con le altre il tratto in ingresso alla cabina di raccolta, in quanto presenta un collegamento separato. Per l'alloggiamento dei cavi è prevista la realizzazione di uno scavo profondo 1,2 m dove verrà alloggiata un'unica terna con sezione di 120 mmq.

Lungo questa linea non si rileva la presenza di interferenze.

4.4.1.6 Linea 6

La Linea 6 consente il collegamento tra le Trasformation Unit posizionate lungo il lato nord del Lotto 5 e la

cabina di raccolta, per una lunghezza totale di circa 1.703 m e la posa fino ad un massimo di sei terne in corrispondenza dell'ingresso alla cabina di raccolta.



Figura 19 - Inquadramento su ortofoto dell'area di impianto con indicazione della Linea 5 (in blu)

Il cavidotto si compone di un tratto principale, costituito da una terna con sezione di 120 mmq posata in uno scavo profondo 1,2 m su strada asfaltata, che si snoda lungo la Strada Statale SS121 e a partire dal quale si sviluppa il collegamento in entra-esce sulle cabine BT/36 kV, attraverso la realizzazione di scavi su terreno vegetale alloggianti due terne da 120 mmq e profondi 1,2 m. L'ultimo tratto sulla strada fino alla cabina di raccolta sarà in comune con la Linea 4.

Lungo la Strada Statale SS121 il cavidotto interferisce con due canali di scolo delle acque meteoriche. Entrambe le interferenze verranno risolte prevedendo la posa dei cavi sottostrada a profondità ribassata all'interno di un bauletto in cls.

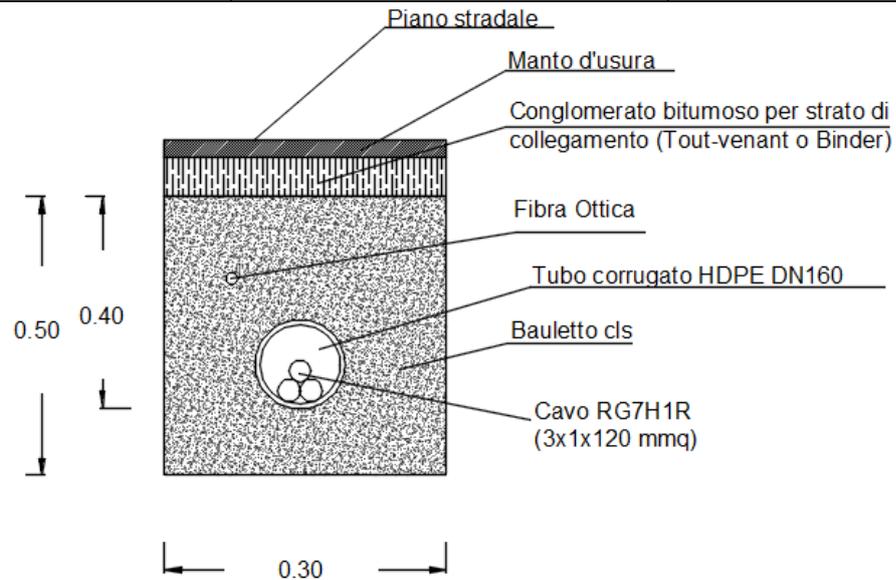


Figura 20 - Tipologico di posa nel caso di interferenza con canale di scolo sottostrada

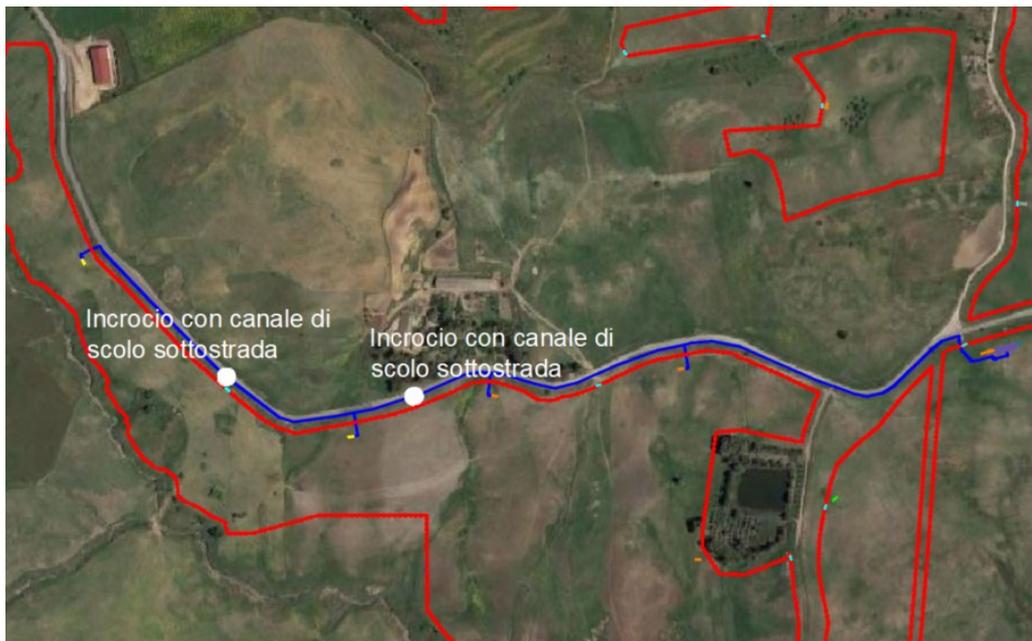


Figura 21 - Inquadramento su ortofoto dell'area di impianto con indicazione della Linea 6 (in blu) e delle interferenze

4.4.1.7 Linea 7

La Linea 7 collega il Lotto 6 alla cabina di raccolta ed è la linea di impianto più lunga, in quanto si snoda per circa 7.338 m. Il percorso del cavidotto si sviluppa sia su terreno vegetale che su strada asfaltata (SS121) e non asfaltata, prevalentemente con una sola terna di cavi da 120 mmq posta in uno scavo profondo 1,2 m.

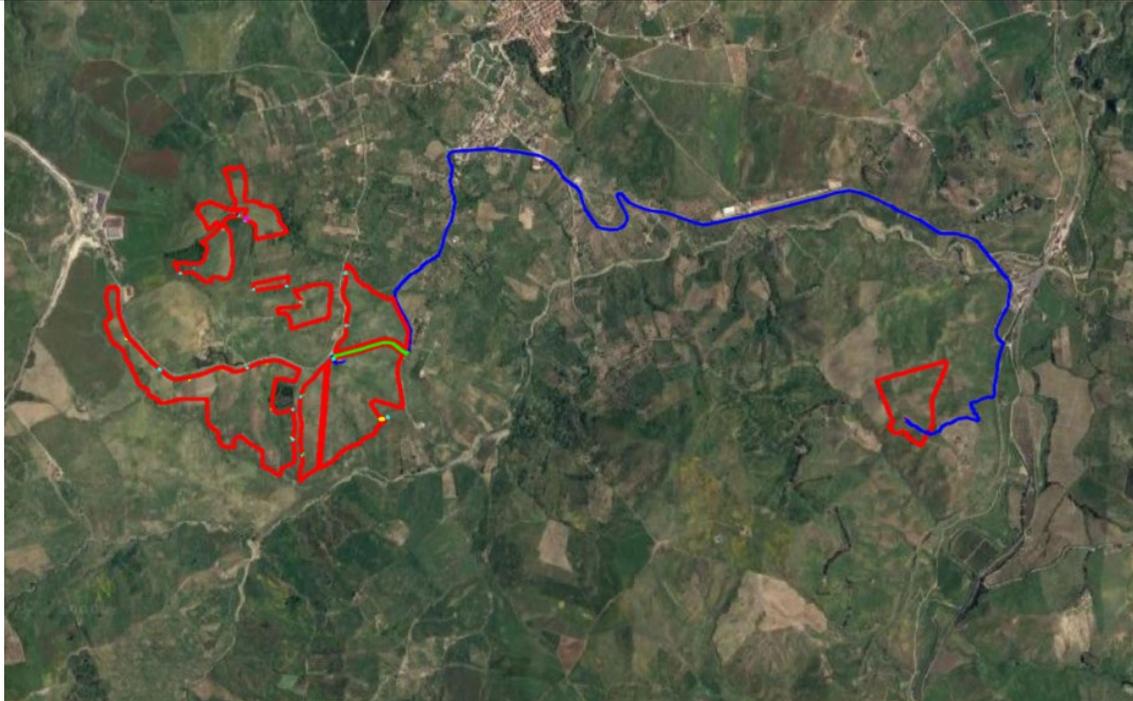


Figura 22 - Inquadramento su ortofoto dell'area di impianto con indicazione della Linea 7 (in blu e verde). In verde il tratto della Linea 7 in comune con il cavidotto di connessione

Nel tratto che lambisce il lato nord del Lotto 4 sarà prevista la posa su strada di una terna da 120 mmq in uno scavo condiviso con una terna appartenente alla Linea 3 e con le due del cavidotto di connessione e profondo 1,6 m, per poi procedere con la sola Linea 3 fino alla cabina di consegna.

Lungo il tratto che collega il Lotto 6 al punto in cui la Linea 7 confluisce nello stesso scavo della Linea 3 e del cavidotto di connessione si riscontra la presenza delle seguenti interferenze:

- Attraversamento di un ponte su un corso idrico sulla SS121. Tale interferenza verrà risolta prevedendo il passaggio dei cavi attraverso uno staffaggio al ponte;

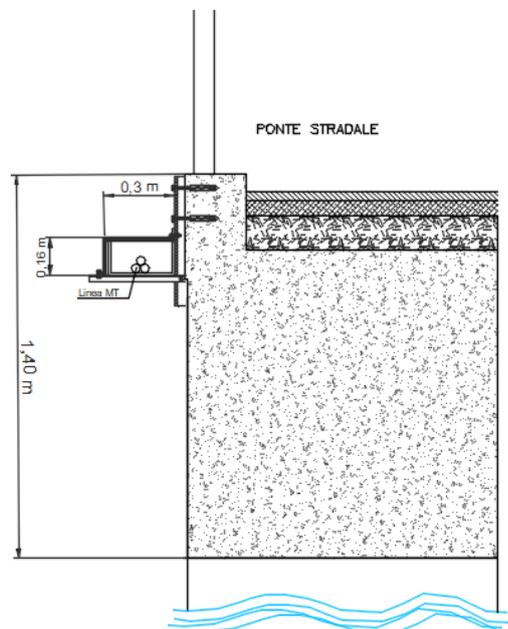


Figura 23 - Tipologico di posa nel caso di staffaggio su ponte esistente

- Incrocio con due canali di scolo delle acque meteoriche per superare i quali sarà prevista la posa dei cavi sottostrada a profondità ribassata all'interno di un bauletto in cls;
- Presenza di una condotta idrica (cfr. Par. 4.4.1.3).



Figura 24 - Inquadramento su ortofoto dell'area di impianto con indicazione della Linea 7 (in blu e in verde) e delle interferenze

Tabella 1 - Tabella riassuntiva linee del cavidotto di impianto

TRATTO	TIPOLOGIA DI TERRENO	AREE DI PASSAGGIO	LUNGHEZZA (m)	INTERFERENZE
Linea 1	<ul style="list-style-type: none"> • Terreno vegetale • Strada non asfaltata 	<ul style="list-style-type: none"> • Area di impianto • Terreni privati • Strada accatastata 	3.250	<ul style="list-style-type: none"> • Nessuna
Linea 2	<ul style="list-style-type: none"> • Terreno vegetale • Strada non asfaltata 	<ul style="list-style-type: none"> • Area di impianto • Strada accatastata 	732	<ul style="list-style-type: none"> • Incrocio con canale di scolo delle acque meteoriche
Linea 3	<ul style="list-style-type: none"> • Terreno vegetale • Strada non asfaltata • Strada asfaltata 	<ul style="list-style-type: none"> • Area di impianto • Terreni privati • Strada accatastata 	1.073	<ul style="list-style-type: none"> • Presenza di una condotta idrica • Incrocio con canale di scolo sottostrada
Linea 4	<ul style="list-style-type: none"> • Terreno vegetale • Strada non asfaltata • Strada asfaltata 	<ul style="list-style-type: none"> • Area di impianto • Terreni privati • Strada accatastata 	1.366	<ul style="list-style-type: none"> • Nessuna
Linea 5	<ul style="list-style-type: none"> • Strada non asfaltata 	<ul style="list-style-type: none"> • Area di impianto 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Nessuna
Linea 6	<ul style="list-style-type: none"> • Terreno vegetale 	<ul style="list-style-type: none"> • Area di impianto 	1.703	<ul style="list-style-type: none"> • Incrocio con canale di

TRATTO	TIPOLOGIA DI TERRENO	AREE DI PASSAGGIO	LUNGHEZZA (m)	INTERFERENZE
	<ul style="list-style-type: none"> Strada non asfaltata Strada asfaltata 	<ul style="list-style-type: none"> Strada accatastata 		scolo sottostrada
Linea 7	<ul style="list-style-type: none"> Terreno vegetale Strada non asfaltata Strada asfaltata 	<ul style="list-style-type: none"> Area di impianto Strada accatastata 	7.338	<ul style="list-style-type: none"> Incrocio con corso idrico Incrocio con canale di scolo sottostrada

4.4.2 Cavidotto di connessione

La connessione dell'impianto alla RTN è resa possibile da un cavidotto, che collega la cabina di raccolta alla futura Stazione Elettrica (SE) di Terna per una lunghezza complessiva di circa 7.928 m.

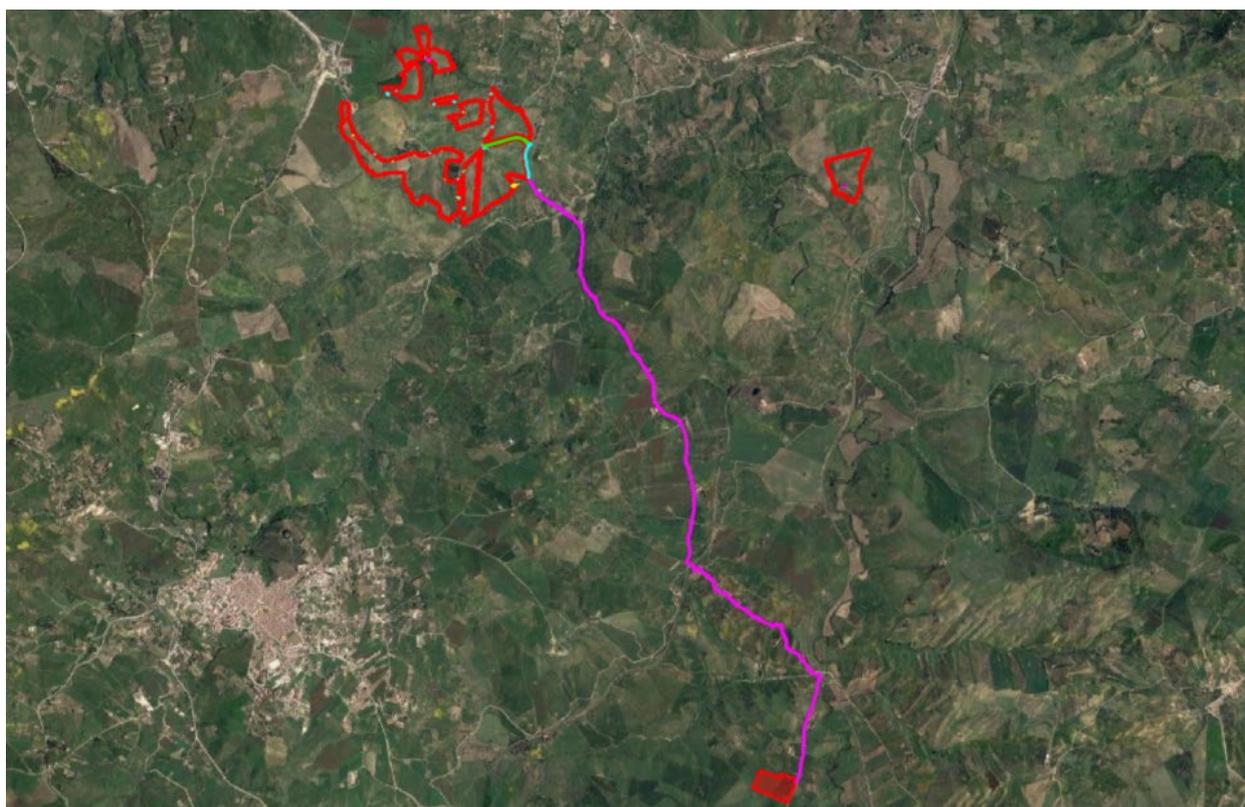


Figura 25 - Inquadramento su ortofoto dell'area di impianto con indicazione del cavidotto di connessione (in magenta, verde e ciano). In verde il tratto del cavidotto di connessione in comune con la Linea 3 e 7 e in ciano il tratto in comune con la sola Linea 3

Il cavidotto di connessione si compone di due linee da 630 mmq che si snodano prevalentemente lungo strade non asfaltate e terreni privati, ad eccezione del tratto su strada asfaltata in comune con la Linea 3 e 7. Questo condivide con la Linea 3 anche lo scavo che passa lungo il lato orientale del Lotto 4 oltre il quale procede con due terne alloggiare nel medesimo scavo profondo 1,2 m fino alla SE Terna.

Lungo il cavidotto di connessione si riscontra la presenza delle seguenti interferenze:

- Presenza di una condotta idrica (cfr. Par. 4.4.1.3);
- Presenza di un canale di scolo sottostrada (cfr. Par. 4.4.1.3);
- Attraversamento di un corso d'acqua;
- Presenza di un canale in terra;
- Presenza di un tombino stradale, per il superamento del quale è prevista la posa del cavidotto sottostrada a profondità ribassata all'interno di un bauletto in cls;

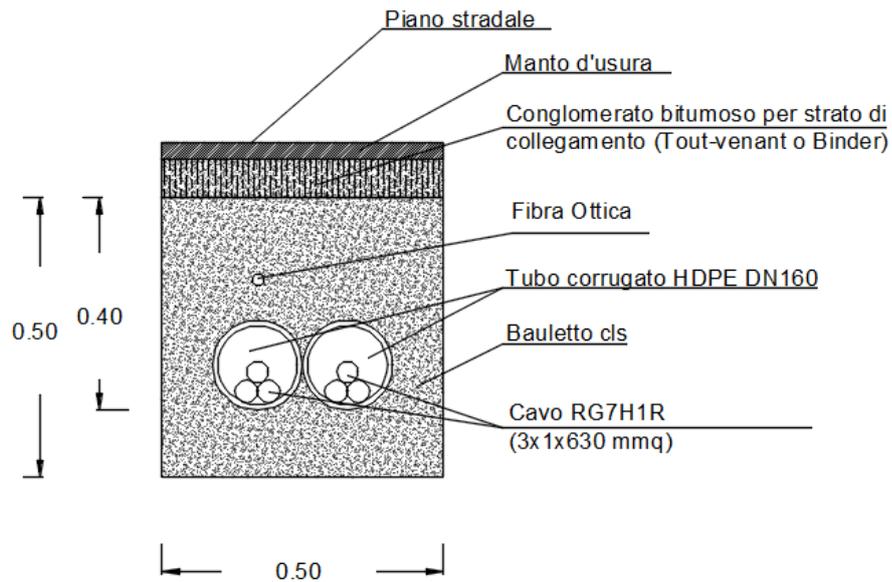


Figura 26 - Tipologico di posa nel caso di interferenza con tombino stradale

- Presenza di sottoservizi interrati. In fase di site visit non è stato possibile individuare la natura di tali sottoservizi e la loro profondità; pertanto, si rimanda la risoluzione di tale interferenza alla fase esecutiva.

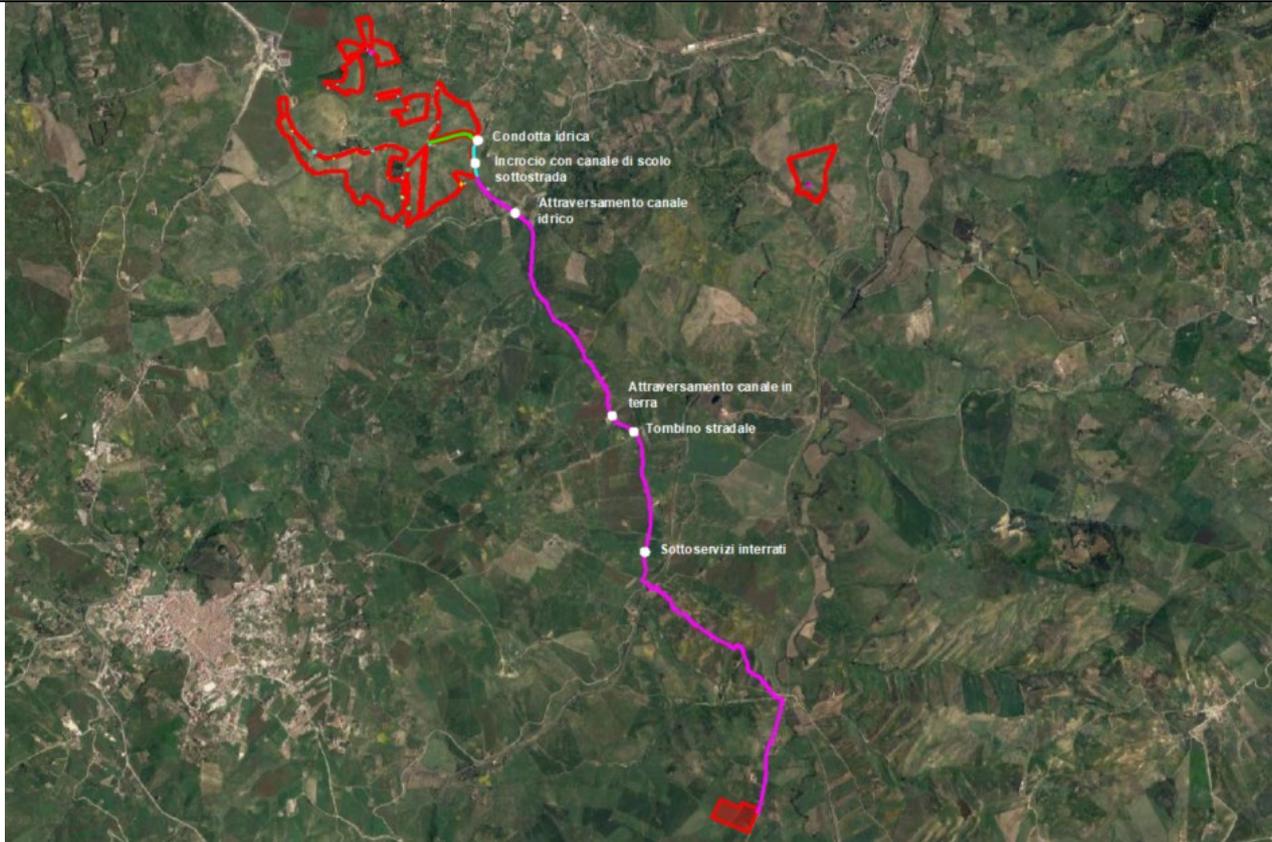


Figura 27 - Inquadramento su ortofoto dell'area di impianto con indicazione del cavidotto di connessione (in magenta, ciano e verde) e delle interferenze

Si precisa che per la verifica delle dimensioni dei tipologici previsti per il superamento delle interferenze riportati all'interno del presente documento si rimanda alla fase esecutiva.

Per maggiori dettagli in merito alla planimetria dei cavidotti di impianto e di connessione, e alle relative interferenze, si faccia riferimento agli elaborati "ROC.ENG.TAV.022._*Planimetria dei cavidotti di impianto con indicazione delle sezioni di posa*" e "ROC.ENG.TAV.023._*Planimetria delle interferenze*".

4.4.2.1 Posa dei cavi mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)

Per il superamento dell'interferenza con l'attraversamento della strada da parte del corso d'acqua e del canale in terra sarà eseguito l'interramento del cavidotto mediante l'impiego della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC). Questo tipo di perforazione consente di posare un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una punta di perforazione, al di sopra della quale è montata una sonda radio che permette di controllare e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

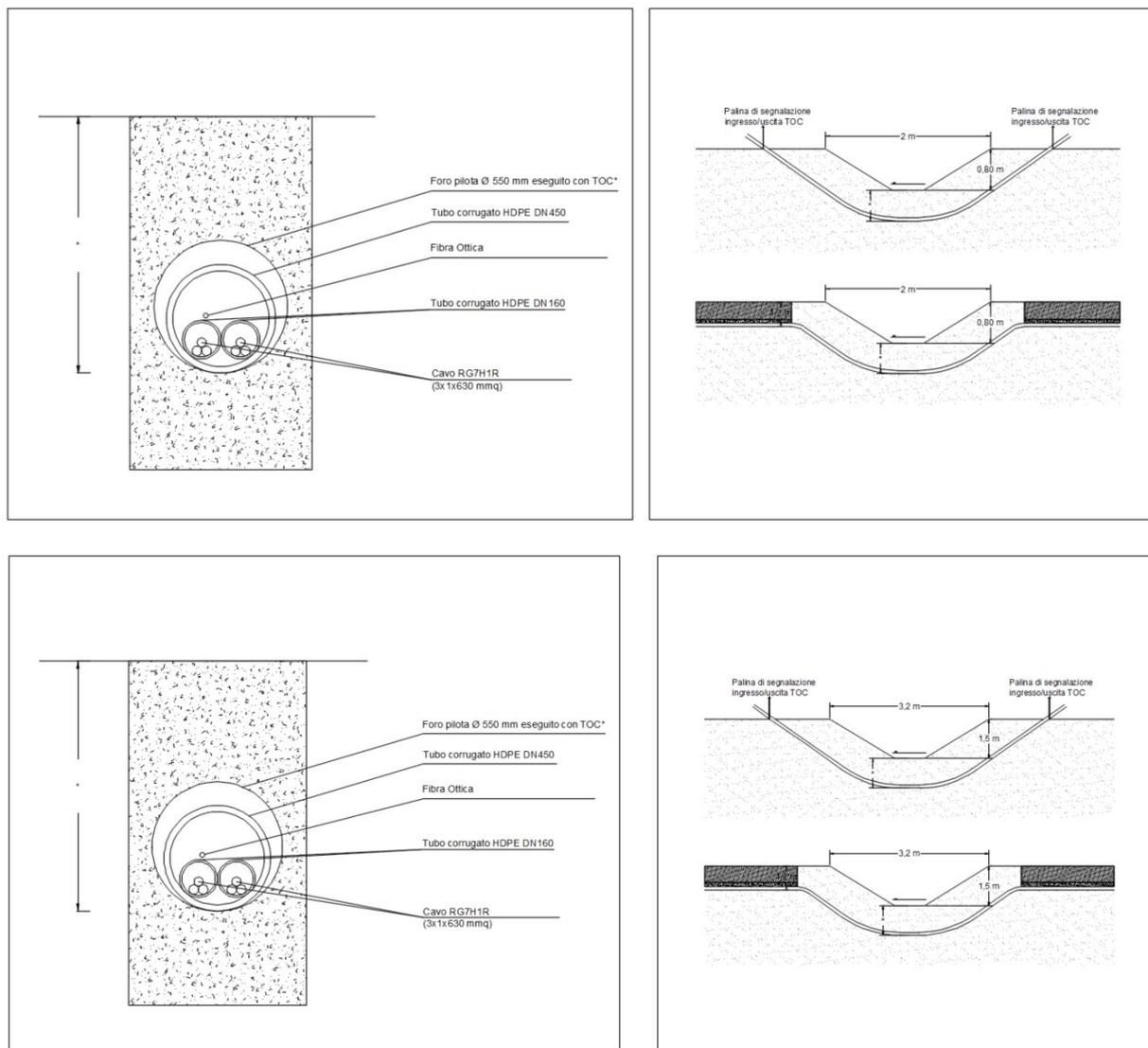


Figura 28 - Tipologico di TOC per attraversamento su corpo idrico (in alto) e su canale in terra (in basso)

Realizzazione del foro pilota

La prima fase della perforazione è la realizzazione del foro pilota, in cui il termine "pilota" sta ad indicare che la perforazione in questa fase è controllata. La sonda radio montata sulla punta di perforazione emette delle onde che indicano millimetricamente la posizione della punta stessa. I dati rilevabili e sui quali si può interagire sono:

- Altezza;
- Inclinazione;
- Direzione;
- Posizione della punta.

Il foro pilota viene realizzato lungo tutto il tracciato della perforazione da un lato all'altro dell'impedimento che si vuole attraversare (strada, ferrovia, canale, pista aeroportuale ecc.). La punta di perforazione viene spinta dentro il terreno attraverso delle aste cave metalliche, sufficientemente elastiche da consentire la realizzazione di curve altimetriche. L'asportazione del terreno in eccesso avviene per mezzo di fanghi

bentonitici e vari polimeri che, passando attraverso le aste di perforazione e fuoriuscendo dalla testa, asportano il terreno facendolo defluire a ritroso lungo il foro, fino alla buca di partenza sottoforma di fango.

Alesatura del foro

La seconda fase della perforazione teleguidata consiste nell'allargamento del foro pilota, che permette di posare all'interno dello stesso, debitamente aumentato, un tubo camicia o una composizione di tubi camicia generalmente in PEAD.

Una volta realizzato il foro pilota la punta di perforazione viene sostituita con particolari alesatori che vengono trascinati a ritroso all'interno del foro e che ruotando, grazie al moto trasmesso dalle aste, esercitano un'azione fresante, e quindi allargante sul foro, sempre coadiuvati da getti di fango per l'asportazione del terreno e la stabilizzazione delle pareti del foro (generalmente il diametro dell'alesatura deve essere del 20-30% più grande del tubo da posare).

Tiro e posa della tubazione

La terza ed ultima fase è rappresentata dalla posa della tubazione. Terminata la fase di alesatura, viene agganciato il tubo, o il fascio di tubi, dietro l'alesatore stesso per mezzo di un giunto rotante, in modo da evitare che il moto di rotazione sia trasmesso al tubo stesso, e poi trainato a ritroso fino al punto di partenza.

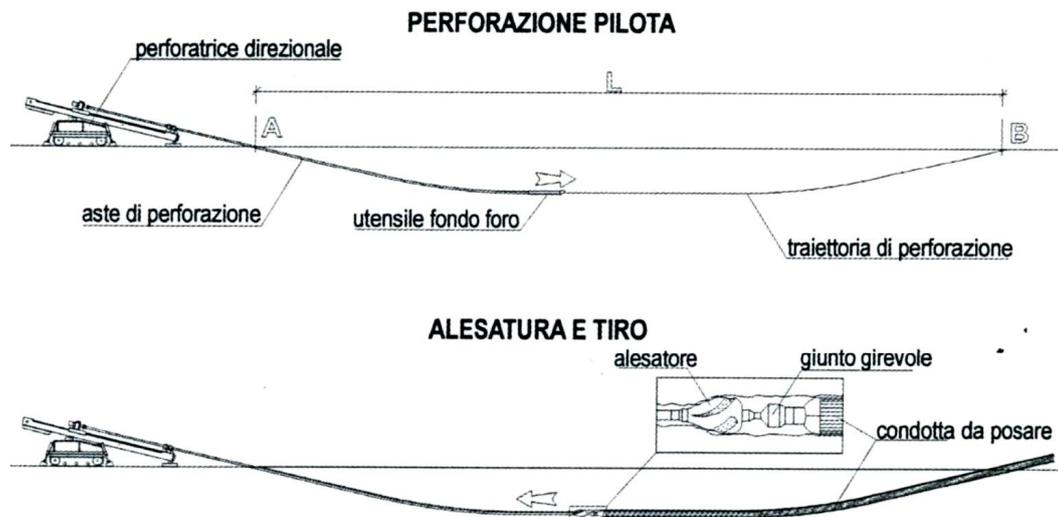


Figura 29 - Fasi principali della posa tramite Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)

4.5 IMPATTI ELETTROMAGNETICI

Relativamente agli impatti elettromagnetici associati al cavidotto di impianto e di connessione è stata effettuata una valutazione di tipo analitico, volta a determinare l'entità dei campi generati dai cavi e l'eventuale distanza di prima approssimazione. L'analisi è stata condotta mediante la costruzione di un modello di calcolo basato sulle norme CEI 106-11 e CEI 211-4 e che tiene conto del numero di terre alloggiato nello stesso scavo, della sezione dei cavi, della profondità di posa e della portata.

A seguito di tale analisi per il cavidotto di impianto e di connessione sono emersi i seguenti risultati:

- Scavo con una sola terna di cavi del tipo RG7H1R 26/45 kV: è necessaria l'apposizione di una DPA di 1m;
- Scavo con due terne di cavi del tipo RG7H1R 26/45 kV: è necessaria l'apposizione di una DPA di 3 m;
- Scavo con tre terne di cavi del tipo RG7H1R 26/45 kV: è necessaria l'apposizione di una DPA di 4 m;
- Scavo con quattro terne di cavi del tipo RG7H1R 26/45 kV: è necessaria l'apposizione di una DPA di 4 m;
- Scavo con sei terne di cavi del tipo RG7H1R 26/45 kV: è necessaria l'apposizione di una DPA di 3 m;

I risultati riportati riguardano esclusivamente le opere elettriche a servizio dell'impianto fotovoltaico in oggetto, escludendo quindi eventuali altre linee aeree o interrate esterne allo stesso. Inoltre, le opere previste verranno posizionate all'interno di un perimetro recintato e dunque con accesso al pubblico limitato.

Per l'approfondimento dell'analisi degli impatti elettromagnetici associati al cavo di impianto e di connessione si rimanda all'elaborato "ROC.ENG.REL.014._Relazione sui campi elettromagnetici".

Il Progettista

Vito Bretti

