

IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG SALVIA E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 32,12 MWp - COMUNE DI COLLESALVETTI (LI)

Proponente

EG SALVIA S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI, 22 - 20122 MILANO (MI) P.IVA: 12084560965 PEC: egsalvia@pec.it

Progettazione

META STUDIO S.R.L.

VIA SETTEMBRINI, 1 - 65123 PESCARA (PE) P.IVA: 02164240687 PEC: metastudiosrl@pec.it TEL: +39/0854315000



Coordinamento e Responsabile della Progettazione

ING. DOMENICO MEMME

VIA L. SETTEMBRINI, 1 - 65123 PESCARA (PE) PEC: metastudiosrl@pec.it MAIL: d.memme@studiomemme.it
TEL: +39/0854315000 DIRECT: +39/3356390349

Collaboratori

ING. LUIGI NARDELLA

Progettazione Generale e Strutturale

ING. MAURIZIO ELISIO

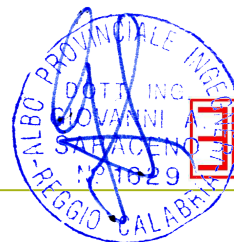
Progettazione Ambientale e Paesaggistica

DOTT. FIORAVENTE VERI

Progettazione Elettrica

3E INGEGNERIA s.r.l.

Progettazione Alta Tensione



ENERGY
ENVIRONMENT
ENGINEERING

Titolo Elaborato

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	DATA	SCALA
Progetto Definitivo					

Revisioni

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

REGIONE
TOSCANA



Regione TOSCANA
Provincia di LIVORNO
Comune di COLLESALVETTI



INDICE

1	PREMESSA	4
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE	5
2.1	GENERALITÀ	5
2.2	CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO	5
2.3	CONSISTENZA DELLA SEZIONE IN ALTA TENSIONE A 132 kV	5
2.4	CONSISTENZA DELLA SEZIONE IN MEDIA TENSIONE A 30 kV	6
2.5	SISTEMA DI PROTEZIONE, MONITORAGGIO, COMANDO E CONTROLLO	6
2.6	SERVIZI AUSILIARI IN C.A. E C.C.	6
2.7	TRASFORMATORE	7
2.8	COLLEGAMENTO ALLA STAZIONE RTN	7
2.9	DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DELLA RETE DI TERRA	8
2.9.1	Dimensionamento termico del dispersore	8
2.9.2	Tensioni di contatto e di passo	9
3	RUMORE.....	10
4	OPERE CIVILI	11
4.1	FABBRICATI	11
4.2	STRADE E PIAZZOLE	11
4.3	FONDAZIONI E CUNICOLI CAVI.....	11
4.4	INGRESSI E RECINZIONI.....	11
4.5	SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE E FOGNARIE.....	12
4.6	ILLUMINAZIONE.....	12
5	MOVIMENTI DI TERRA.....	13
6	CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DELL’IMPIANTO.	14
A.I.	PREMESSA	23
A.II.	AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO	23
A.III.	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	24
A.III.I	PROVINCIA E COMUNE INTERESSATO.....	24
A.III.II	VINCOLI	24
A.III.III	OPERE ATTRAVERSATE	24
A.IV.	PROGETTO DELL’ELETTRODOTTO	25
A.IV.I	PREMESSA	25
A.IV.II	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	25
A.IV.III	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL COLLEGAMENTO IN CAVO.....	25
A.IV.IV	COMPOSIZIONE DEL COLLEGAMENTO	26
A.IV.V	MODALITÀ DI POSA E DI ATTRAVERSAMENTO	26
A.IV.VI	CARATTERISTICHE ELETTRICHE/MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA.....	27
A.IV.VII	GIUNTI DI TRANSIZIONE XLPE/XLPE	29
A.IV.VIII	SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI	29



A.IV.IX	DISEGNI ALLEGATI	29
A.V.	RUMORE.....	30
A.VI.	REALIZZAZIONE DELL’OPERA	30
A.VI.I	FASI DI COSTRUZIONE	30
A.VI.II	REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE TEMPORANEE DI CANTIERE PER LA POSA DEL CAVO	30
A.VI.III	APERTURA DELLA FASCIA DI LAVORO E SCAVO DELLA TRINCEA.....	30
A.VI.IV	POSA DEL CAVO	31
A.VI.V	RICOPERTURA E RIPRISTINI.....	31
A.VI.VI	PERFORAZIONE TELEGUIDATA.....	32
A.VII.	SICUREZZA NEI CANTIERI	34
A.VIII.	TAVOLE ALLEGATE.....	35
A.VIII.I.I	SEZIONE TIPICA DI POSA.....	35
A.VIII.I.II	SCHEMA DI CONNESSIONE DELLE GUAINI METALLICHE.....	36



1 PREMESSA

Il presente documento fornisce la descrizione generale del progetto definitivo della Stazione di Utenza ed il collegamento in Cavo AT, tra l'impianto fotovoltaico "EG Salvia" di potenza pari a 32,12 MWp, con la relativa stazione di Rete AT.

Infatti, il collegamento alla RTN necessita della realizzazione di una stazione MT/AT di utenza che serve ad elevare la tensione di impianto da 30 kV al livello di 132 kV, per il successivo collegamento alla costruenda Stazione di rete RTN a 132 kV "Collesalvetti", mediante linea interrata AT 132 kV per una lunghezza di circa 200 m.

Il presente documento fornisce la descrizione generale del progetto definitivo della Stazione d'utenza, a servizio dell'impianto fotovoltaico, che sarà ubicata nel comune di Collesalvetti, Provincia di Livorno, ed occuperà un'area effettiva di circa 3700m², oltre viabilità perimetrale.

La Stazione di Utenza sarà posizionata in agro del Comune di Collesalvetti, nei pressi dell'Interporto A. Vespucci e a Sud dello stesso, ad Ovest della costruenda SE RTN "Collesalvetti", a circa 7,0 km in direzione Nord-Ovest dal centro abitato di Collesalvetti e a circa 8,5 km in direzione Nord-Est dal centro abitato di Livorno.

L'accesso alla stazione d'utenza è previsto per mezzo di un ingresso situato sul lato Est della stazione stessa, collegato mediante un breve tratto di nuova viabilità a quella esistente.

La stazione sarà costituita da una sezione in MT a 30 KV e da una sezione a 132 kV con isolamento in aria. Schema unifilare, planimetria e sezioni dell'impianto sono riportati nella relativa tavola progettuale.

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

2.1 GENERALITÀ

L'area individuata per la realizzazione dell'opera di utenza, è situata in prossimità della Stazione di rete.

L'accesso alla stazione di utenza avverrà tramite una nuova strada di modesta lunghezza, che si staccherà direttamente dalla viabilità esistente già a servizio della costruenda SE RTN 132 "Collesalvetti", che si diparte dalla SP n.555 delle Colline.

2.2 CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO

Valore minimo temperatura ambiente all'interno: -5°C

Valore minimo temperatura ambiente all'esterno: -25°C

Temperatura ambiente di riferimento per la portata delle condutture: 30°C

Grado di inquinamento: III

Irraggiamento: 1000 W/m²

Altitudine e pressione dell'aria: poiché l'altitudine è inferiore ai 1000 m s.l.m. non si considerano variazioni della pressione dell'aria

Umidità all'interno: 95%

Umidità all'esterno: fino al 100% per periodi limitati

Classificazione sismica (OPCM 3274 del 2003): zona 3

Accelerazione orizzontale massima: $0.05 < a_g \leq 0.15$.

2.3 CONSISTENZA DELLA SEZIONE IN ALTA TENSIONE A 132 KV

La Stazione di Utenza è stata progettata per collegare l'impianto fotovoltaico "EG SALVIA", mediante il collegamento in cavo con partenza da un sistema sbarre a 132 kV, al quale è possibile una futura condivisione con altro produttore, in quanto l'area della SEU è composta da due stalli produttori.

La sezione in Alta Tensione a 132 kV, posizionata nell'area a comune, è composta dal sistema di sbarre a 132 kV con apparati di misura e protezioni (TV e TA), sezionatore, interruttore e terminale cavo da cui parte il collegamento allo stallo dedicato nella SE RTN, mediante cavo AT interrato.

Lo stallo nella SSEU del produttore proponente EG Salvia, così come per l'altro produttore, è comprensivo di trasformatore, scaricatore di sovratensione, interruttore, sezionatore e trasformatori TA e TV per le protezioni e per le misure, secondo quanto previsto dagli standard e dalle prescrizioni Terna.

2.4 CONSISTENZA DELLA SEZIONE IN MEDIA TENSIONE A 30 KV

La sezione in media tensione è composta dal quadro MT a 30 kV, sotteso al trasformatore MT/AT, che prevede:

- un sistema di sbarre;
- montanti arrivo linea da impianto fotovoltaico;
- montante partenza trasformatore;
- montante alimentazione trasformatore ausiliari;
- montante linea di riserva;
- montante banco rifasamento (eventuali).

2.5 SISTEMA DI PROTEZIONE, MONITORAGGIO, COMANDO E CONTROLLO

La stazione può essere controllata da un sistema centralizzato di controllo in sala quadri e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

I sistemi di controllo, di protezione e di misura centralizzati sono installati nell'edificio di stazione ed interconnessi tra loro e con le apparecchiature installate tramite cavi a fibre ottiche e hanno la funzione di connettere l'impianto con i sistemi remoti di telecontrollo, di provvedere al controllo e all'automazione a livello di impianto di tutta la stazione, di restituire le informazioni dell'oscillografia e della registrazione cronologica degli eventi.

Dalla sala quadri centralizzata è possibile il controllo della stazione qualora venga a mancare il sistema di teletrasmissione o quando questo è messo fuori servizio per manutenzione. In sala quadri la situazione dell'impianto (posizione degli organi di manovra), le misure e le segnalazioni sono rese disponibili su un display video dal quale è possibile effettuare le manovre di esercizio.

2.6 SERVIZI AUSILIARI IN C.A. E C.C.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.a. è costituito da:

- quadro MT;
- trasformatore MT/BT;
- quadro BT centralizzato di distribuzione (costituito da due semiquadri).

Il sistema dei servizi ausiliari in c.a. è inoltre ridondato con l'installazione di un gruppo elettrogeno di potenza <25kW, posizionato esternamente e che permette di garantire la continuità di servizio dei carichi della SSEU in caso di interruzioni dell'energia elettrica.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.c. è costituito da: batteria, raddrizzatori, quadro di distribuzione centralizzato e quadri di distribuzione nei chioschi (comuni per c.a. e c.c.).

I servizi ausiliari in c.c. a 110 V sono alimentati da due raddrizzatori carica-batteria in tampone con una batteria prevista per un'autonomia di 4 ore. Ciascuno dei due raddrizzatori è in grado di alimentare i carichi di tutto l'impianto e contemporaneamente di fornire la corrente di carica della batteria; in caso di anomalia su un raddrizzatore i carichi vengono commutati automaticamente sull'altro.

2.7 TRASFORMATORE

Il trasformatore trifase in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 132 KV e secondaria 30 kV, è costruito secondo le norme IEC 60076 (CEI 14-4), con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore.

Gli avvolgimenti vengono tutti realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore è corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione.

Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nel trasformatore per effetto delle perdite nel circuito magnetico e negli avvolgimenti elettrici sarà del tipo ONAN/ONAF (circolazione naturale dell'olio e dell'aria/ circolazione naturale dell'olio e forzata dell'aria).

Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori. Isolatori passanti in porcellana. Riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile. Il trasformatore è dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovrappressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili.

2.8 COLLEGAMENTO ALLA STAZIONE RTN

Il collegamento alla SE RTN Collesalveti permetterà di convogliare l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico alla rete ad alta tensione.

A tal fine, l'energia prodotta alla tensione di 30 kV, dall'impianto fotovoltaico sarà inviata allo stallo di trasformazione della costruenda Stazione di utenza. Qui verrà trasferita, previo innalzamento della tensione a 132 kV tramite trasformatore 30/132 kV, alle sbarre della sezione 132 kV della stazione di Rete della RTN mediante un collegamento in linea interrata AT tra i terminali della stazione d'utenza ed il relativo stallo in stazione di rete.

2.9 DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DELLA RETE DI TERRA

La rete di terra è stata dimensionata in accordo alla Norma CEI 99-3.

In particolare, nel seguito si descrivono:

il dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato C della Norma CEI 99-3;

le caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui all'allegato B della Norma CEI 99-3.

2.9.1 Dimensionamento termico del dispersore

Il dispersore sarà realizzato con corda nuda in rame, la cui sezione può essere determinata con la seguente formula:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

dove:

A = sezione minima del conduttore di terra, in mm²

I = corrente del conduttore, in A

t = durata della corrente di guasto, in s

$$K = 226 \frac{A \cdot \sqrt{s}}{mm^2} \text{ (rame)}$$

$$\beta = 234,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Θ_i = temperatura iniziale in °C (20 °C)

Θ_f = temperatura finale in °C (300 °C)

Assumendo un tempo t = 0,5 s si ottengono i seguenti valori di sezione minima, in funzione del valore di corrente di guasto a terra:



I_g [kA]	S teorica [mm ²]	S scelta [mm ²]
40	145	150

In alternativa, tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 120 mm².

2.9.2 *Tensioni di contatto e di passo*

La definizione della geometria del dispersore al fine di garantire il rispetto dei limiti di tensione di contatto e di passo sarà effettuata in fase di progetto esecutivo, quando saranno noti i valori di resistività del terreno, da determinare con apposita campagna di misure. In via preliminare, sulla base degli standard normalmente adottati e di precedenti esperienze, può essere ipotizzato un dispersore orizzontale a maglia, con lato di maglia di 5 m. In caso di terreno non omogeneo con strati superiori ad elevata resistività si potrà procedere all'installazione di dispersori verticali (picchetti) di lunghezza sufficiente a penetrare negli strati di terreno a resistività più bassa, in modo da ridurre la resistenza di terra dell'intero dispersore. In ogni caso, qualora risultasse la presenza di zone periferiche con tensioni di contatto superiori ai limiti, si procederà all'adozione di uno o più dei cosiddetti provvedimenti "M" di cui all'Allegato E della Norma CEI 99-3.

3 RUMORE

Nella stazione d'utenza la sola apparecchiatura che rappresenta una sorgente di rumore permanente è il trasformatore AT/MT, per il quali si può considerare un livello di pressione sonora $L_p(A)$ a vuoto alla tensione nominale non superiore a 72 dB(A) a 0.3 metri in funzionamento ONAN e 78 dB(A) a 2 metri in funzionamento ONAF: esso però non viene percepito all'esterno del perimetro di recinzione.

Inoltre, gli interruttori, durante le manovre (di brevissima durata e pochissimo frequenti), possono provocare un rumore trasmissibile all'esterno. In ogni caso il rumore sarà contenuto nei limiti previsti dal DPCM 01-03-1991 e la legge quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n. 447, D.Lgs. 42/2017 e s.m.i..

4 Opere civili

4.1 FABBRICATI

I fabbricati sono costituiti da un edificio quadri comando e controllo, composto da un locale comando e controllo e telecomunicazioni; un locale per i trasformatori MT/BT, un locale quadri MT ed un locale misure e rifasamento. Il pavimento potrà essere realizzato di tipo flottante con area sottostante adibita al passaggio cavi.

4.2 STRADE E PIAZZOLE

Le piazzole per l'installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; tali finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive in caso di guasto a terra sul sistema AT. E' prevista una viabilità perimetrale di servizio alla stazione di utenza e di eventuale manutenzione.

4.3 FONDAZIONI E CUNICOLI CAVI

Le fondazioni dei sostegni sbarre, delle apparecchiature e degli ingressi di linea in stazione sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera; per le sbarre e per le apparecchiature, con l'esclusione degli interruttori, potranno essere realizzate anche fondazioni di tipo prefabbricato, con caratteristiche comunque uguali o superiori a quelle delle fondazioni gettate in opera. Le caratteristiche delle fondazioni sono riportate nei disegni allegati. Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV con resistenza di 2000 daN.

I cunicoli per cavetteria saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati; le coperture in PRFV saranno carrabili con resistenza di 5000 daN.

4.4 INGRESSI E RECINZIONI

Il collegamento dell'impianto alla viabilità sarà garantito dal nuovo breve tratto di viabilità di collegamento con la viabilità esistente limitrofa.

È previsto un cancello carrabile largo m 7,00 ed un cancello pedonale per ciascuno degli ingressi previsti, inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato.

La recinzione perimetrale sarà conforme alla norma CEI 99-2.

4.5 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE E FOGNARIE

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.).

Lo smaltimento delle acque, meteoriche, è regolamentato dagli enti locali e pertanto, a seconda delle norme vigenti, sarà realizzato il sistema di smaltimento più idoneo.

4.6 ILLUMINAZIONE

L'illuminazione della stazione sarà realizzata pali tradizionali di tipo stradale, con proiettori orientabili.

5 MOVIMENTI DI TERRA

Da esami visivi in fase di sopralluogo, l'area in oggetto presenta un andamento pressoché pianeggiante con dislivelli minimi. Nella fase di progettazione esecutiva o in quella di realizzazione, sarà previsto un rilievo per definire sia il dislivello che la quota massima e idonea per la costruzione della stazione stessa. E' comunque prevedibile una movimentazione terra nulla o di trascurabile entità.

6 CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DELL'IMPIANTO.

Tutto l'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (99-2 e 99-3) e specifiche. Le caratteristiche principali sono le seguenti:

Caratteristiche tecniche:

- tensione massima per componente: 145 kV,
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale sul sezionamento: 275 kV,
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico sul sezionamento: 650 kV.

Interruttori tripolari in SF6:

- corrente nominale: 2000 A,
- potere di interruzione nominale in cto cto: 31,5 kA.

Sezionatori tripolari verticali di sbarra, orizzontali con lame di messa a terra sulle partenze di linea:

- corrente nominale: 2000 A (con lame di terra),
- corrente nominale di breve durata: 31,5 kA.

Trasformatori di corrente:

- rapporto di trasformazione nominale: 400-1600/5 A/A
- corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale,
- corrente nominale termica di cto cto: 31,5 kA.

Trasformatori di tensione:

- rapporto di trasformazione nominale: 132000/100 V/V,

Le prestazioni verranno definite in sede di progetto esecutivo.

I trasformatori di tensione saranno di tipo capacitivo, eccetto quelli dedicati alle misure contrattuali che potranno essere di tipo induttivo.

Sbarre:

- corrente nominale: 2000 A.

Trasformatore trifase in olio minerale

- | | |
|---|-----------|
| • Tensione massima | 145 kV |
| • Frequenza | 50 Hz |
| • Rapporto di trasformazione | 132/30 kV |
| • Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico | 650 kV |
| • Livello d'isolamento a frequenza industriale | 275 kV |

- | | |
|---|-----------|
| • Tensione di corto circuito | 13,5 % |
| • Collegamento avvolgimento Primario (AT) | Stella |
| • Collegamento avvolgimento Secondario (MT) | Triangolo |
| • Potenza in servizio continuo (ONAN/ONAF) | 40/50 MVA |
| • Peso del trasformatore completo | 70 t |

Caratteristiche di massima dei componenti MT

- | | |
|---|-------------|
| • tensione di esercizio nominale Vn | 30 kV |
| • tensione di isolamento nominale | 36 kV |
| • tensione di prova a 50 Hz | 1 min 70 kV |
| • tensione di tenuta ad impulso | 170 kV |
| • frequenza nominale | 50 Hz |
| • corrente nominale in servizio continuo In | 1250 A |
| • corrente ammissibile di breve durata IK | 20 kA |
| • corrente di cresta IP | 2,5 · IK |
| • temperatura di esercizio | -5 ÷ +40 °C |

Interruttore a tensione nominale 132 kV

Tipo TERNA	Corrente di interruzione (kA)	
Y4/4-C	31,5	
Y4/4-P	31,5	
Y4/6-C	40	
Y4/6-P	40	
GRANDEZZE NOMINALI		
Tipo	Y4/4	Y4/6
Tensione nominale (kV)	145	
Livello di isolamento nominale:		
- tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico (kV):	650	
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale (kV):	275	
Frequenza nominale (Hz)	50	
Corrente nominale (A)	2000	
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Tensioni nominali di alimentazione dei circuiti ausiliari:		
- corrente continua (V)	110	
- corrente alternata monofase/trifase a quattro fili (V)	230/400	
Potenza massima assorbita da ogni singolo circuito indipendente (CH, AP1, AP2, AP3, motore/i, climatizzazione):		
- corrente continua (W)	1500	
- corrente alternata monofase/trifase (VA)	850/2500	
Corrente di stabilimento nominale di corto circuito (kA)	80	100
Sequenza di manovra nominale	O-0,3 s-CO-1 min-CO	
Corrente di interruzione nominale di linee a vuoto (A)	50	
Corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto (A)	160	
Corrente di interruzione nominale di batteria singola di condensatori (A)	400	
Corrente di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	10
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a lancio)	80	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a mancanza)	120	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Forze statiche ai morsetti:		
- orizzontale longitudinale (N)	1250	
- orizzontale trasversale (N)	750	
- verticale (N)	1000	
Livello di qualificazione sismica	AF5	

Sezionatori orizzontali a tensione nominale 132 kV con lame di messa a terra

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	800
- orizzontale trasversale (N)	270
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15
Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV,A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

Sezionatore di terra sbarre a tensione nominale di 132 kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale trasversale (N)	600
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Trasformatore di corrente a tensione nominale di 132 kV

GRANDEZZE NOMINALI		
Corrente termica di breve durata (I_{th})	(kA)	40
Tensione nominale (U_m)	(kV)	145
Frequenza nominale	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione nominale:		
T36	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
T35	(A/A)	200/5 400/5
Numero di nuclei	(n)	3
Corrente termica nominale permanente	(A)	1,2 I_p
Corrente termica nominale di emergenza 1 h	(A)	1,5 I_p
Corrente dinamica nominale (I_{dyn})	(p.u.)	2,5 I_{th}
Resistenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	$\leq 0,4$
Prestazioni e classi di precisione:		
I nucleo	(VA/Cl.)	30/0,2 50/0,5
II e III nucleo	(VA/Cl.)	30/5P30
Fattore di sicurezza (I nucleo)	-	≤ 10
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Tensione di tenuta a frequenza industriale	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso di manovra	(kV)	-

Trasformatore di tensione capacitivo a tensione nominale di 132 kV

GRANDEZZE NOMINALI				
Codice TERNA	Y41/1	Y43/1	Y46/1	Y44/1
Tensione primaria nominale [kV]	380 / $\sqrt{3}$	220 / $\sqrt{3}$	150 / $\sqrt{3}$	132 / $\sqrt{3}$
Tensione secondaria nominale [V]	100 / $\sqrt{3}$			
Frequenza nominale [Hz]	50			
Prestazione nominale e classe di precisione [VA/Cl.]	50/0,2 – 75/0,5 – 100/3P			
Capacità nominale [pF]	4000+10000			
Tensione massima per l'apparecchiatura [kV]	420	245	170	145
Tensione di tenuta a frequenza industriale [kV]	630	460	325	275
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico [kV]	1425	1050	750	650
Tensione di tenuta ad impulso di manovra [kV]	1050	-	-	-
Carico di tenuta meccanica sui terminali AT [N]	3000	2500	2000	2000
Carico di tenuta meccanica sulla flangia [N]	-	-	4000	4000

Trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 132 kV

GRANDEZZE NOMINALI					
Codice TERNA		Y41/2	Y43/2	Y46/2	Y44/2
Tensione primaria nominale	[kV]	380/√3	220/√3	150/√3	132/√3
Tensione secondaria nominale	[V]	100/√3			
Numero avvolgimenti secondari	[n]	1			
Frequenza nominale	[Hz]	50			
Prestazione nominale e classe di precisione [VA/Cl.]		50/0,2			
Tensione massima per l'apparecchiatura [kV]		420	245	170	145
Tensione di tenuta a frequenza industriale	[kV]	630	460	325	275
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico	[kV]	1425	1050	750	650
Tensione di tenuta ad impulso di manovra	[kV]	1050	-	-	-
Carico di tenuta meccanica sui terminali AT	[N]	3000	2500	2000	2000

Scaricatori per tensione nominale a 132 kV

Tipo Terna	Y56	Y57	Y58	Y59
Tensione della rete 50Hz (max tensione)	380 kV (420 kV)	220 kV (245 kV)	132 kV (145 kV)	150 kV (170 kV)
Tensione servizio continuo U _c	265 kV	156 kV	94 kV	108 kV
Max tensione temporanea 1 s	366 kV	219 kV	132 kV	156 kV
Max tensione residua con impulsi atmosferici (20 kA - 8/20 μs)	830 kV	520 kV	-	-
Max tensione residua con impulsi atmosferici (10 kA - 8/20 μs)	-	-	336 kV	396 kV
Max tensione residua con impulsi fronte ripido (20 kA - 1 μs)	955 kV	600 kV	-	-
Max tensione residua con impulsi fronte ripido (10 kA - 1 μs)	-	-	386 kV	455 kV
Max tensione residua con impulsi manovra (30/60 μs)	2000 A: 720 kV	2000 A: 440 kV	1000 A: 270 kV	1000 A: 318 kV
Classe di scarica della linea (IEC)	4	4	3	3
Corrente nominale scarica	20 kA	20 kA	10 kA	10 kA
Valore di cresta impulsi forte corrente	100 kA	100 kA	100 kA	100 kA
Corrente nominale di corto circuito	63 kA	50 kA	40 kA	40 kA

APPENDICE A: Collegamento AT alla RTN

A.I. PREMESSA

La presente appendice fornisce la descrizione generale del progetto definitivo del nuovo cavidotto a 132 kV che collega la costruenda SE RTN 132 kV "COLLESALVETTI" con la Sezione a comune della Stazione Utente EG Salvia asservita all'impianto fotovoltaico "EG SALVIA" da 32,12 MWp, nel Comune di Collesalveti.

A.II. AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO

Le aree interessate dall'elettrodotto interrato sono individuate, dal Testo Unico sugli espropri, come Aree Impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto; nel caso specifico esse hanno un'ampiezza di 1.5 m dall'asse linea per parte per il tratto in cavo interrato.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate", che equivalgano alle zone di rispetto di cui all'art. 52 quater, comma 6, del Testo Unico sugli espropri n. 327 del 08/06/2001 e successive modificazioni, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'ampiezza delle zone di rispetto (ovvero aree potenzialmente impegnate) sarà di circa **3 m** dall'asse linea per parte per il tratto in cavo interrato (ma corrispondente a quella impegnata nei tratti su sede stradale), come meglio indicato nella planimetria catastale allegata.

Pertanto, ai fini dell'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, le "aree potenzialmente impegnate" coincidono con le "zone di rispetto"; di conseguenza i terreni ricadenti all'interno di dette zone risulteranno soggetti al suddetto vincolo. In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù.

Le "fasce di rispetto" sono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza

superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003, emanata con Decreto MATT del 29 Maggio 2008.

Le simulazioni di campo magnetico riportate nell'elaborato specifico contengono le informazioni circa l'estensione di tali fasce.

A.III. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato, quale risulta dalle tavole allegate, è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n° 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Esso consiste in un tratto interrato della lunghezza di circa 200 m che dopo aver lasciato la parte a comune della Stazione di Utenza, prosegue in direzione Est, interessando solamente campi agricoli fino al raggiungimento dello stallo AT dedicato all'interno della Stazione di Rete in costruzione "COLLESALVETTI", previo tratto in TOC per sottopassare le varie interferenze presenti, come da capitolo successivo.

Per il tracciato del Cavo AT interrato saranno interessate le particelle 161, 162, 693, 694, 696 e 699 del Fg 29 di Collesalvetti.

A.III.I PROVINCIA E COMUNE INTERESSATO

Come già in precedenza detto, il cavo interrato a 132 kV si estende interamente nel comune di Collesalvetti, in provincia di Livorno, interessando prevalentemente campi agricoli.

A.III.II VINCOLI

Il tracciato dell'elettrodotto AT in cavo interrato in oggetto non interferisce con aree soggette a vincolo.

A.III.III OPERE ATTRAVERSATE

L'elenco delle opere attraversate è rappresentato nella planimetria su base CTR allegata, dove è riportato sia il percorso del Cavo AT che la tabella riportante la tipologia dell'interferenza con l'Ente gestore interessato.

A.IV. PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO

A.IV.I PREMESSA

L'elettrodotto sarà costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di circa 1600 mm².

A.IV.II NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto dei cavi e le modalità per la loro messa in opera rispondono alle norme contenute nel D.M. 21.03.1988, regolamento di attuazione della Legge n. 339 del 28.06.1986, per quanto applicabile, ed alle Norme CEI 11-17.

A.IV.III CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL COLLEGAMENTO IN CAVO

Il collegamento dovrà essere in grado di trasportare la sommatoria delle potenze nominali dell'impianto "EG Salvia", pari a 32,12 MWp, nonché di eventuali futuri impianti aggiuntivi.

Attualmente la potenza nominale dell'impianto collegato è di 32,12 MWp, che per un funzionamento a $\cos \varphi$ pari a 0,9, avremo una corrente pari a:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \varphi} = 156 \text{ A}$$

Poiché per il cavo di sezione pari a 1600 mm² e per le condizioni standard di posa si ha un valore di corrente massima pari a circa 1000 A, ciò consente di mantenere un margine più che adeguato al trasporto della potenza dell'impianto del proponente, nonché di quelle di altri futuri impianti.

Le caratteristiche elettriche principali del collegamento sono le seguenti:

Frequenza nominale	50	Hz
Tensione nominale	132	kV
Potenza nominale complessiva degli impianti	32,12	MW
Intensità di corrente nominale (per fase)	156	A
Intensità di corrente massima nelle condizioni di posa	1000	A

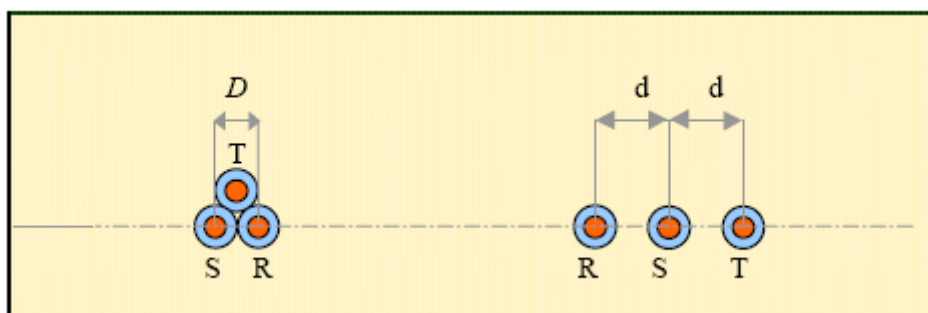
A.IV.IV COMPOSIZIONE DEL COLLEGAMENTO

Per l'elettrodotto in oggetto sono previsti i seguenti componenti:

- n. 3 conduttori di energia;
- n. 6 terminali cavo per esterno;
- n. 1 sistema di telecomunicazioni.

A.IV.V MODALITÀ DI POSA E DI ATTRAVERSAMENTO

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1.6 m, con disposizione delle fasi a trifoglio o in piano.



Schema tipico di posa

Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

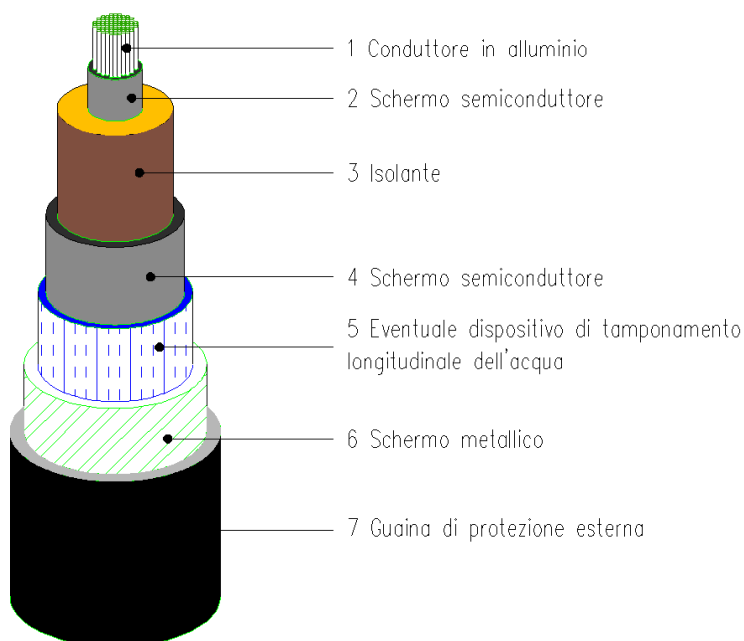
Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'. Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da lastre di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Gli attraversamenti di eventuali opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

A.IV.VI CARATTERISTICHE ELETTRICHE/MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA

Ciascun cavo d'energia a 132 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1600 mm² tamponato (1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolante in polietere reticolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull'isolamento (4), nastri in materiale igroespandente (5), guaina in alluminio longitudinalmente saldata (6), rivestimento in politene con grafitatura esterna (7).



Schema tipico del cavo

Legenda	
1	Conduttore in rame o alluminio
2	Schermo sul conduttore
3	Isolante
4	Schermo semiconduttore
5	Barriera contro la penetrazione di acqua
6	Schermo metallico
7	Guaina esterna


DATI TECNICI DEL CAVO

Tipo di conduttore	Unipolare in XLPE (polietilene reticolato)
Sezione	1600 mm ²
Materiale del conduttore	Corde di alluminio compatta
Schermo semiconduttore interno	A base di polietilene drogato
Materiale isolamento	Polietilene reticolato
Schermo semiconduttore esterno (sull'isolante)	A base di polietilene drogato
Materiale della guaina metallica	Rame corrugato
Materiale della blindatura in guaina anticorrosiva	Polietilene, con grafite refrigerante (opzionale)
Materiale della guaina esterna	Polietilene
Tensione di isolamento	170 kV

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.

DATI CONDIZIONI DI POSA E DI INSTALLAZIONE

Posa	Interrata in letto di sabbia a bassa resistività termica
Messa a terra degli schermi	“cross bonding” o “single point-bonding”
Profondità di posa del cavo	Minimo 1,60 m
Formazione	Una terna a Trifoglio
Tipologia di riempimento	Con sabbia a bassa resistività termica o letto di cemento magro h 0,50 m
Profondità del riempimento	> 1,10 m
Copertura con piastre di protezione in C.A. (solo per riempimento con sabbia)	spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimento fino a piano terra	Terra di riporto adeguatamente selezionata
Posa di Nastro Monitore in PVC – profondità	1,00 m circa

A.IV.VII GIUNTI DI TRANSIZIONE XLPE/XLPE

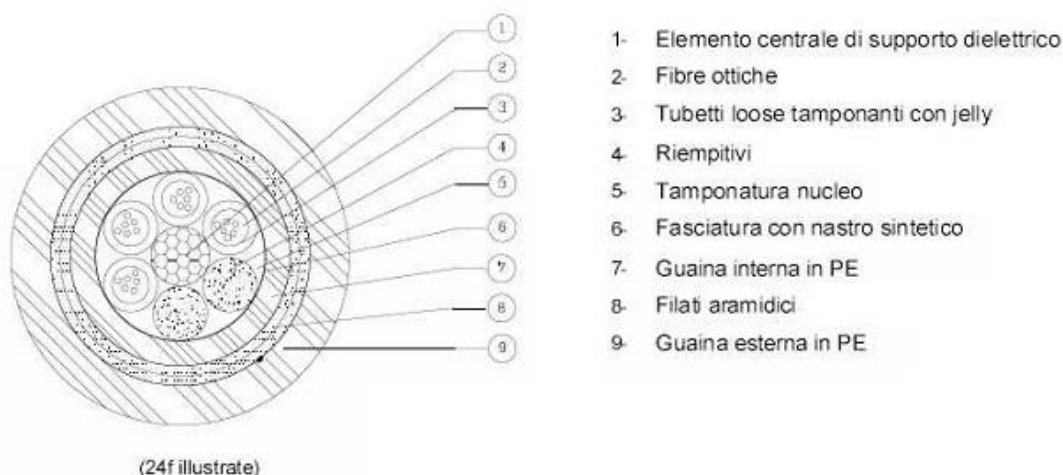
Data la lunghezza del collegamento (circa 200m), non si prevede l'installazione di giunti.

A.IV.VIII SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI

Il sistema di telecomunicazioni sarà realizzato per la trasmissione dati dalla SE RTN all'Impianto Utente Comune.

Sarà costituito da un cavo con 12 o 24 fibre ottiche.

Nella figura seguente è riportato lo schema del cavo f.o. che potrà essere utilizzato per il sistema di telecomunicazioni.



Schema cavo fibra ottica (F.O.)

A.IV.IX DISEGNI ALLEGATI

I disegni allegati (v. successivo § A.VIII) riportano la sezione tipica di scavo e di posa e lo schema di connessione delle guaine metalliche.

A.V. RUMORE

L'elettrodotto in cavo non costituisce fonte di rumore.

A.VI. REALIZZAZIONE DELL'OPERA

A.VI.I FASI DI COSTRUZIONE

La realizzazione dell'opera, vista la brevità del tracciato, avverrà in una singola fase di lavoro. Le operazioni si articoleranno secondo le fasi elencate nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi;
- ricopertura della linea e ripristini;

Al termine dei lavori civili ed elettromeccanici sarà effettuato il collaudo della linea.

A.VI.II REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE TEMPORANEE DI CANTIERE PER LA POSA DEL CAVO

Nel presente caso si prevede la predisposizione di una unica piazzola, in prossimità di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle bobine e contigue alla fascia di lavoro, al fine di minimizzare le interferenze con il territorio e ridurre la conseguente necessità di opere di ripristino.

A.VI.III APERTURA DELLA FASCIA DI LAVORO E SCAVO DELLA TRINCEA

Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l'apertura di un'area di passaggio, denominata "fascia di lavoro". Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori e l'eventuale transito e manovra dei mezzi di servizio.

A.VI.IV POSA DEL CAVO

In accordo alla normativa vigente, l'elettrodotto interrato sarà realizzato in modo da escludere, o rendere estremamente improbabile, la possibilità che avvenga un danneggiamento dei cavi in tensione provocato dalle opere sovrastanti (ad esempio, per rottura del sistema di protezione dei conduttori).

Una volta realizzata la trincea si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno. Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi saranno adottate le seguenti precauzioni:

- si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sia inferiore a 0°C;
- i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non devono essere mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.

A.VI.V RICOPERTURA E RIPRISTINI

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino. La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera.

Le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti due tipologie principali:

- ripristini geomorfologici ed idraulici;
- ripristini della vegetazione.

Preliminarmente si procederà alle sistemazioni generali di linea, che consistono nella ri-profilatura dell'area interessata dai lavori e nella ri-configurazione delle pendenze preesistenti, ricostruendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo alla riattivazione di fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti.

La funzione principale del ripristino idraulico è essenzialmente il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso.

Successivamente si passerà al ripristino vegetale, avente lo scopo di ricostituire, nel più breve tempo possibile, il manto vegetale preesistente nelle zone con vegetazione naturale.

Il ripristino avverrà mediante:

- ricollocazione dello strato superficiale del terreno se precedentemente accantonato;
- inerbimento;
- messa a dimora, ove opportuno, di arbusti e alberi di basso fusto.

Per gli inerbimenti verranno utilizzate specie erbacee adatte all'ambiente pedoclimatico, in modo da garantire il migliore attecchimento e sviluppo vegetativo possibile. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

A.VI.VI PERFORAZIONE TELEGUIDATA

La perforazione teleguidata, detta anche Trivellazione Orizzontale Controllata “T.O.C.”, consiste nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo ottenuto mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico.

Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata sulla sommità della punta di perforazione, questa sonda dialoga con l'unità operativa esterna, permette di controllare e correggere in tempo reale l'andamento della perforazione.

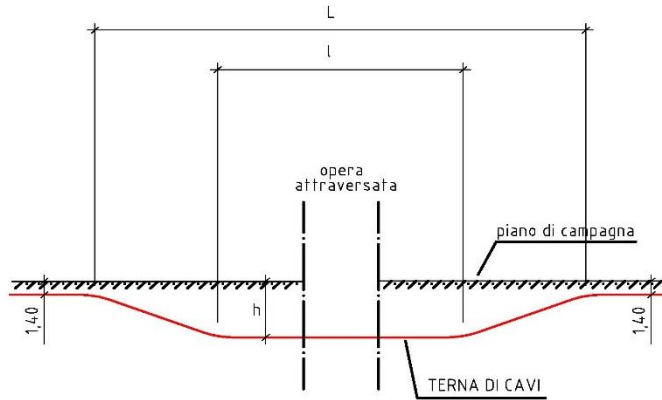
La tecnica di posa si articola nelle seguenti fasi operative:

- Posizionamento della macchina perforatrice
- Realizzazione del foro pilota
- Alesaggio del foro
- Posa in opera dei tubi camicia PEAD
- Installazione dei cavi
- Riempimento delle tubazioni con bentonite

Il tracciato realizzato mediante tale tecnica consente in genere inclinazioni massime dell'ordine dei 12÷15 gradi, salvo casi particolari.

Eventuali criticità di questa tecnica di posa dei cavi potrebbero presentarsi qualora nel terreno siano presenti dei trovanti che rendono impossibile la perforazione del sottosuolo, inoltre sono necessari spazi adeguati per il corretto posizionamento ed

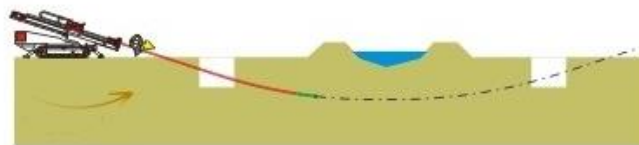
orientamento della macchina perforatrice, nonché per la posa in opera dei tubi camicia.



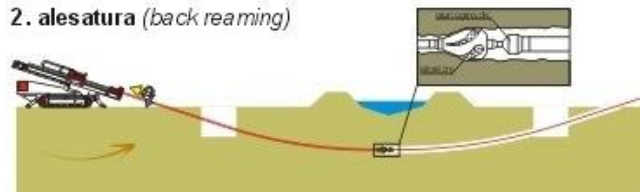
l = Lunghezza opera attraversata
h = profondità posa flow-mole
L = lunghezza tratto di posa in flow-mole

$$L \sim 4 \times h + l$$

1. foro pilota (pilot bore)



2. alesatura (back reaming)



3. tiro (pullback)



4. assetto finale della tubazione



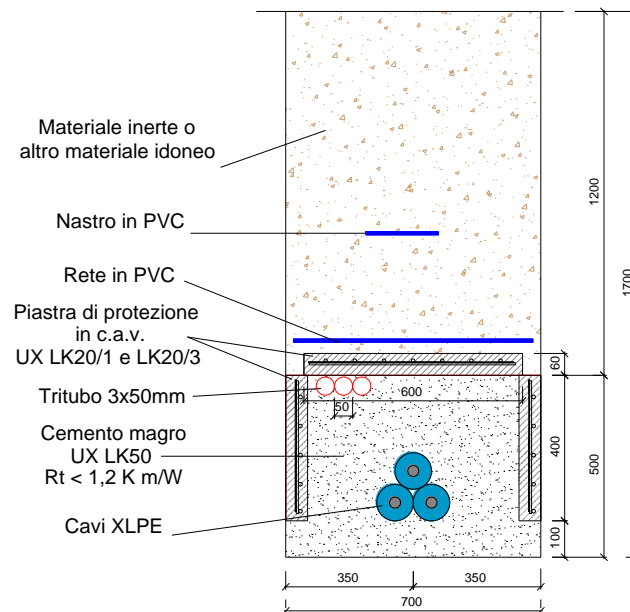
A.VII. SICUREZZA NEI CANTIERI

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

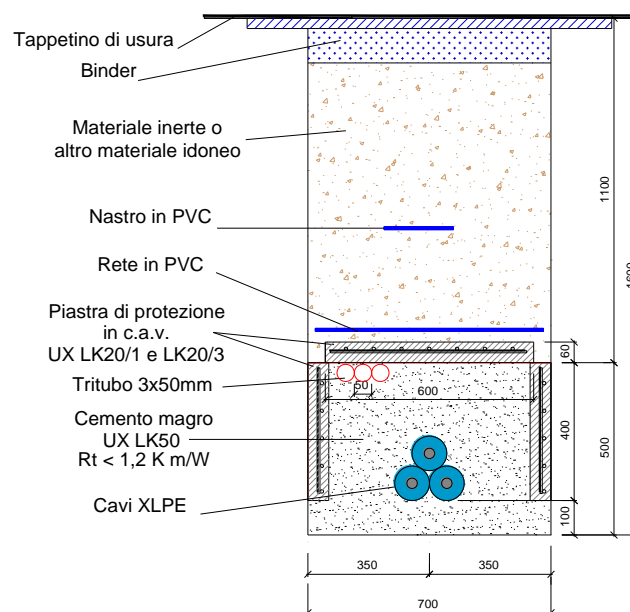
A.VIII. TAVOLE ALLEGATE

A.VIII.I.I SEZIONE TIPICA DI POSA

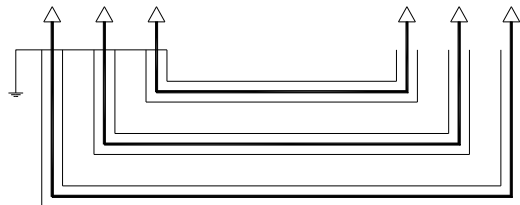
POSA A TRIFOGLIO IN TERRENO AGRICOLA



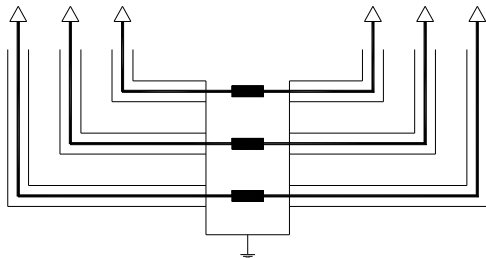
POSA A TRIFOGLIO SU SEDE STRADALE



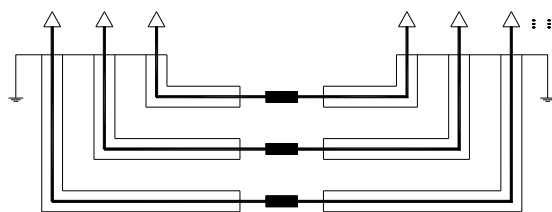
A.VIII.I.I. SCHEMA DI CONNESSIONE DELLE GUAINE METALLICHE



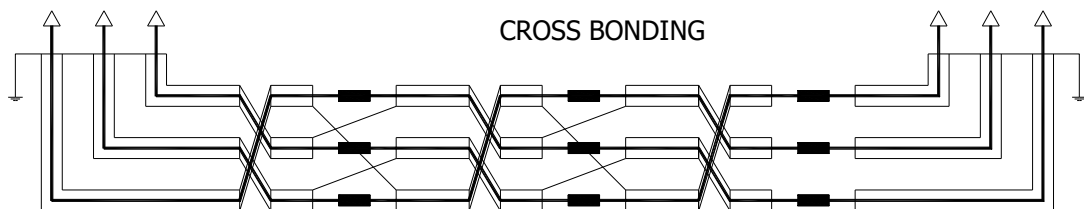
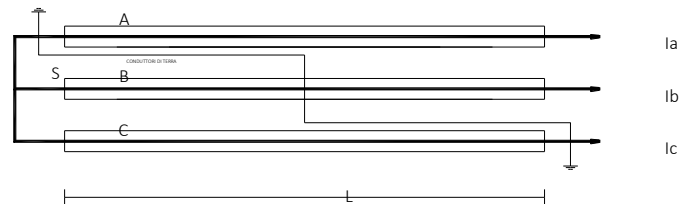
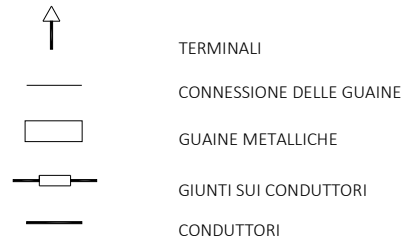
SINGLE POINT BONDING



SINGLE POINT BONDING



BOTH ENDS BONDING



CROSS BONDING