



BIO soc. Agricola Srl

Viale Camillo Benso Conte di Cavour, 136 - Siena - 53100

P.IVA 01483240527 pec biosrlsocagr@pec.it

amministratore FAUSTO Francesco cf: FSTFNC95E31C309K

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CONNESSO
ALLA R.T.N. DELLA POTENZA DI 45,594 MWp
DENOMINATO "MAREMMA"
COMUNI DI CAMPAGNATICO E ROCCALBEGNA
PROVINCIA DI GROSSETO**

PROCEDIMENTO UNICO IN MATERIA AMBIENTALE
(Art. 27 del D. Lgs. 152/2006)



Codice Elaborato BIO-MAR-DOCTEC005	RELAZIONE CONNESSIONE	scala A4
Revisione 00		consegna 30.09.2023

Sviluppatore:

UNICABLE SRL

Viale Camillo Benso Conte di Cavour 136 Siena 53100

p.IVA 00944150523 pec unicablesrl@pec.it

amministratore FAUSTO Americo cf: FSTMRC57T31E330P

Progettista:

Ing. Fernando FAUSTO

C.F:FSTFNN57T31E330F

presso UNICABLE srl via delle Genziane 12 Cast.ne del lago (PG)

tel 0756976354 cell 3382721657

mail: fernando@unicableimpianti.it

pec: unicablesrl@pec.it

iscrizione ordine ingegneri Provincia di Perugia A859

Tecnico incaricato per gli aspetti autorizzativi e per il coordinamento delle prestazioni specialistiche:

Ing. Alessandra UGOLINI

C.F:GLNLSN85H54E202V

presso EWS Engineering srl via Oberdan 33/b Grosseto (GR)

tel 05641793952 cell 3388111674

mail: a.ugolini@ewsenengineering.it

pec: ewsenengineering@pec.it

iscrizione ordine ingegneri Provincia di Grosseto A844



Sommario

DESCRIZIONE DELLE OPERE	3
1.1 GENERALITÀ	3
1.2 CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO	3
1.3 CONSISTENZA DELLA SEZIONE IN ALTA TENSIONE A 132 KV	3
1.4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
2. TECNOLOGIA ELETTRODOTTO	5
2.1 CABINA DI CONSEGNA E ELEVAZIONE	5
2.2 SISTEMA DI PROTEZIONE, MONITORAGGIO, COMANDO E CONTROLLO	5
2.3 SISTEMA DI PROTEZIONE, MONITORAGGIO, COMANDO E CONTROLLO	7
2.4 SERVIZI AUSILIARI IN C.A. E C.C.	7
2.5 TRASFORMATORE	7
2.6 COLLEGAMENTO ALLA STAZIONE RTN DI NUOVA COSTRUZIONE DI UNICABLE	8
2.7 DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DELLA RETE DI TERRA	9
3. OPERE CIVILI	10
3.1 FABBRICATI	10
3.2 STRADE E PIAZZOLE	10
3.3 FONDAZIONI E CUNICOLI CAVI	10
3.4 INGRESSI E RECINZIONI	10
3.5 CAVIDOTTI	10
3.6 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE E FOGNARIE	11
3.7 ILLUMINAZIONE	11
3.8 MAGLIA DI TERRA	11
3.9 CAVIDOTTI	11
3.10 FONDAZIONI	11
3.11 MOVIMENTI TERRA	11
4. COLLEGAMENTO AT ALLA RTN	12
4.1 PREMessa	12
4.2 AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO	12
4.3 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	12
4.4 VINCOLI	12
4.5 OPERE ATTRAVERSATE	12
5. PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO	13
5.1 PREMessa	13
5.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	13
5.3 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL COLLEGAMENTO IN CAVO	13

BIO Soc. Agricola srl

V.le Cavour, 136 - Siena (SI)

P.I 01483240527

IMPIANTO AGRIVOLTAICO 45,594 MWp

Regione Toscana– Provincia Grosseto

Comune Campagnatico-Roccalbegna

5.4	COMPOSIZIONE DEL COLLEGAMENTO	13
5.5	MODALITÀ DI POSA E ATTRAVERSAMENTO	13
5.6	CARATTERISTICHE ELETTRICHE E MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA	13
5.7	GIUNZIONI, TERMINAZIONI E ATTESTAZIONI DEI CAVI MT	15
5.8	SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI	16
5.9	CONNESSIONE STALLO 132 KV	16
5.10	SCARICATORI	16
5.11	SEZIONATORI	16
5.12	FONDAZIONI PER INTERRUTTORI, SEZIONATORI, TA, TV, SCARICATORI, ISOLATORI	16
5.13	RUMORE	18
5.14	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	18
5.15	CONFIGURAZIONI DI CARICO	18
5.16	FASCE DI RISPETTO	19
6.	REALIZZAZIONE DELL'OPERA	20
6.1	FASI DI COSTRUZIONE	20
6.2	REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE TEMPORANEE DI CANTIERE PER LA POSA DEL CAVO	20
6.3	APERTURA DELLA FASCIA DI LAVORO E SCAVO DELLA TRINCEA	20
6.4	POSA DEL CAVO	20
6.5	RINTERRI E RIPRISTINI	20
6.6	SICUREZZA NEI CANTIERI	22

DESCRIZIONE DELLE OPERE

1.1 GENERALITÀ

La stazione elettrica di utenza sarà realizzata allo scopo di collegare alla stazione di rete di nuova costruzione denominata UNICABLE , l'impianto fotovoltaico in progetto.

La stazione è ubicata nel foglio 99, mappale 46, nel Comune di Campagnatico.

1.2 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
- 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: zona 3 - sismicità media

1.3 CONSISTENZA DELLA SEZIONE IN ALTA TENSIONE A 132 KV

La sezione in alta tensione a 132 kV è composta da uno stallo di trasformazione con apparati di misura e protezione (TV e TA), interruttore, scaricatore di sovratensione, sezionatori e trasformatori di misura (TA e TV) per le protezioni, secondo quanto previsto dagli standard e dalle prescrizioni Terna.

1.4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'elettrodotto di connessione dell'impianto fotovoltaico MAREMMA, si estende dalla cabina generale o di raccolta posizionata su porzione del mappale 103 del foglio 28 Campagnatico, posizione polare: 42.828134°, 11.366292° fino alla SSUteute in prossimità della SE Terna, da costruire, entrambe posizionate in porzione foglio 99 mappale 46 Campagnatico

La posizione in catastale-ortofoto, con percorso, su strada comunale per 1610 metri e circa 40 metri su terreno vegetale, e' come stralcio qui di seguito riportato



2. TECNOLOGIA ELETTRODOTTO

L'elettrodotto e' costituito da cavo tripolare cordato da 500 mmq alluminio isolato a 52 kV o superiore del tipo come da tabella seguente ed è disposto sotterraneo sotto strada comunale pubblica.

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics U max: 52 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria In air		interrato* buried*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 70	9,7	10,3	41,9	2150,0	280,0	315,0	255,0	260,0
1 x 95	11,4	10,3	43,8	2490,0	340,0	380,0	300,0	310,0
1 x 120	12,9	10,0	44,8	2735,0	395,0	440,0	355,0	365,0
1 x 150	14,3	9,5	45,1	3020,0	445,0	495,0	385,0	395,0
1 x 185	16,0	9,3	47,1	3395,0	510,0	570,0	440,0	450,0
1 x 240	18,3	9,3	49,2	4025,0	600,0	665,0	510,0	520,0
1 x 300	21,0	9,0	52,2	4725,0	695,0	760,0	570,0	580,0
1 x 400	23,2	9,0	54,8	5635,0	800,0	875,0	650,0	655,0
1 x 500	26,1	9,0	58,6	6825,0	930,0	1010,0	735,0	740,0
1 x 630	30,3	9,0	62,7	8260,0	1070,0	1180,0	835,0	845,0

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W
* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Il corrugato PP doppia parete per installazioni elettriche color nero D160.

Il cavo può essere equipaggiato con fibra ottica interna. Se non fosse viene depositato un secondo corrugato stesse dimensioni per l'alloggiamento della fibra ottica

2.1 CABINA DI CONSEGNA E ELEVAZIONE

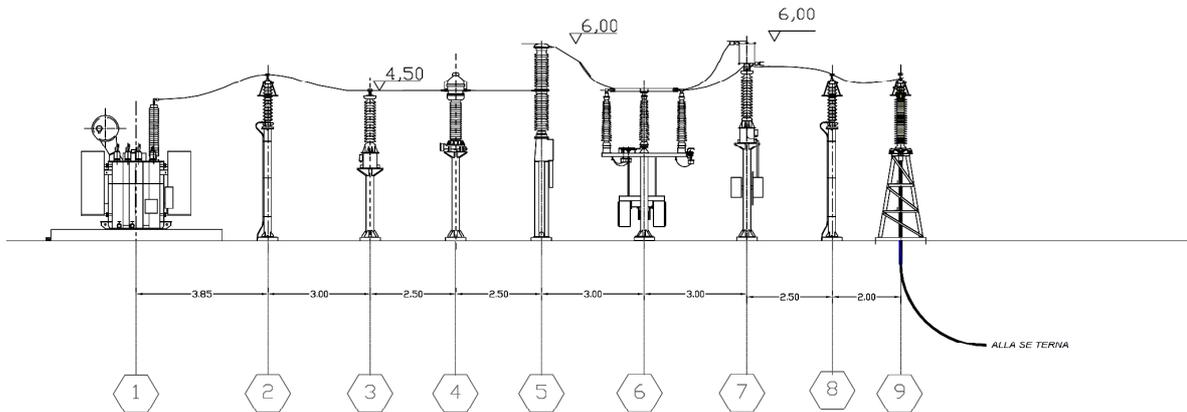
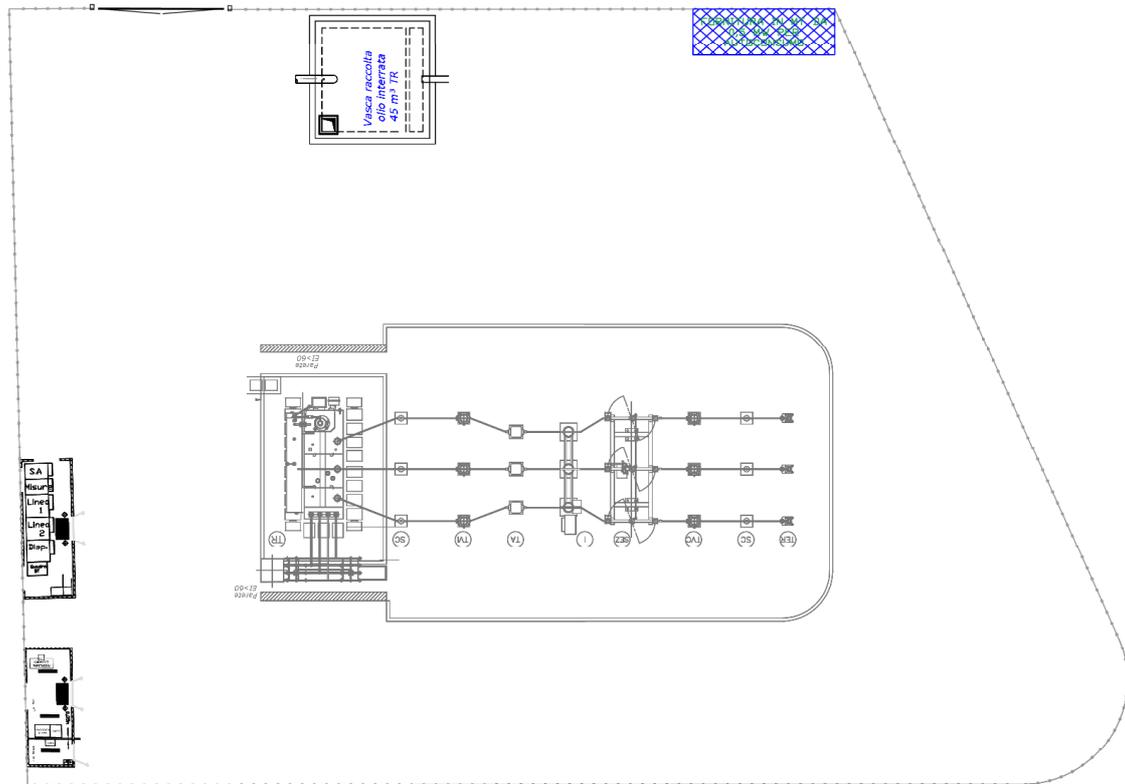
La SEUutente si estende su una superficie di 250 mq.

2.2 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, alla restituzione dell'oscillografia e alla 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



POSIZIONE	LEGENDA
①	TRASFORMATORI 30/132 KV/KV 60MVA ONAN-ONAF
②	SCARICATORE DI SOVRATENSIONI
③	TRASFORMATORI DI CORRENTE PER PROTEZIONE
④	TRASFORMATORI DI CORRENTE PER MISURE FISCALI
⑤	INTERRUTTORE TRIPOLARE 150 kV
⑥	SEZIONATORE TRIPOLARE ORIZ. 150 kV CON LAME DI MESSA A TERRA
⑦	TRASFORMATORE DI TENSIONE CAPACITIVO A DOPPIA USCITA PER MISURE FISCALI E PROTEZIONE+ BOBINA PER ONDE CONVOGLIATE
⑧	SCARICATORE - TERMINALE ARIA-CAVO 150 kV

2.3 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, alla restituzione dell'oscillografia e alla 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.

2.4 SERVIZI AUSILIARI IN C.A. E C.C.

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

- quadro MT (costituito da due semiquadri)
- trasformatori AT/MT
- trasformatori MT/BT
- quadro BT centralizzato di distribuzione (costituito da due semiquadri)

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.

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.).

2.5 TRASFORMATORE

Il trasformatore trifase in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 30 KV e secondaria 132 kV, è costruito secondo le norme 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. Il peso complessivo del trasformatore è stimabile attorno alle 40 t.

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. Il peso complessivo del trasformatore è stimabile attorno alle 40 t.

La taglia sarà 60 MVA o superiore .

2.6 COLLEGAMENTO ALLA STAZIONE RTN DI NUOVA COSTRUZIONE DI UNICABLE

Il collegamento alla nuova stazione RTN permetterà di convogliare l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico in progetto alla rete ad alta tensione. A tal fine, l'energia prodotta alla tensione di 30 kV dall'impianto fotovoltaico, sarà elevata a 132kV nella stazione utente e quindi inviata allo stallo di della costruenda stazione AT 132kV mediante un collegamento in cavo AT, interrato.

L'impianto risulta equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su tre livelli: dispositivo generale; dispositivo di interfaccia; dispositivo del generatore. Al dispositivo generale + interfaccia non può essere infatti associata anche la funzione di dispositivo di generatore (in pratica fra la generazione e la rete TERNA saranno sempre presenti interruttori in serie tra loro).

Dispositivo Generale

Il dispositivo generale sarà costituito da un interruttore in esecuzione estraibile con sganciatore di apertura oppure interruttore con sganciatore di apertura e sezionatore da installare a valle del trasformatore di utenza.

Dispositivi di Interfaccia e Collegamento alla Rete

Il dispositivo di interfaccia (DI) determina la sconnessione dell'impianto di generazione in caso di mancanza di tensione sulla rete di trasmissione nazionale.

La protezione di interfaccia, agendo sull'omonimo dispositivo, sconnette l'impianto di produzione dalla rete TERNA evitando che:

- in caso di mancanza dell'alimentazione TERNA, il Cliente Produttore possa alimentare la rete TERNA stessa;
- in caso di guasto sulla rete TERNA, il Cliente Produttore possa continuare ad alimentare il guasto stesso inficiando l'efficacia delle richiuse automatiche, ovvero che l'impianto di produzione possa alimentare i guasti sulla rete TERNA prolungandone il tempo di estinzione e pregiudicando l'eliminazione del guasto stesso con possibili conseguenze sulla sicurezza;

- in caso di richiusure automatiche o manuali di interruttori TERNA, il generatore possa trovarsi in discordanza di fase con la rete TERNA con possibilità di rotture meccaniche. Le protezioni di interfaccia sono costituite essenzialmente da relé di frequenza, di tensione ed, eventualmente, di massima tensione omopolare.

Per la sicurezza dell'esercizio della rete di Trasmissione Nazionale è prevista la realizzazione di un rinalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia. Il rinalzo consiste nel riportare il comando di scatto, emesso dalla protezione di interfaccia, ad un altro organo di manovra. Esso è costituito da un circuito a lancio di tensione, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, con temporizzazione ritardata a 0.5 s, che agirà sul dispositivo di protezione lato AT del trasformatore di utenza. Il temporizzatore sarà attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia. In caso di mancata apertura di uno degli stalli di produzione il Dispositivo di Interfaccia comanda l'apertura del Dispositivo Generale che distacca l'impianto fotovoltaico dalla rete di TERNA, contestualmente a questa situazione tutti i Servizi Ausiliari rimangono alimentati dall'UPS.

Gruppi di misura

In un impianto fotovoltaico collegato in parallelo con la rete è necessario misurare:

- L'energia prelevata/immessa in rete;
- L'energia fotovoltaica prodotta.

Il gruppo di misura, ad inserzione indiretta con TA e TV, dell'energia prelevata/immessa in rete sarà ubicato nel locale misure della cabina di consegna a valle del Dispositivo Generale.

I sistemi di misura dell'energia elettrica saranno in grado di rilevare, registrare e trasmettere dati di lettura, per ciascuna ora, dell'energia elettrica immessa/prelevata o prodotta in rete nel punto di installazione del contatore stesso.

I sistemi di misura saranno conformi alle disposizioni dell'Autorità dell'energia elettrica e il gas e alle norme CEI, in particolare saranno dotati di sistemi meccanici di sigillatura che garantiranno manomissioni o alterazioni dei dati di misura.

2.7 DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DELLA RETE DI TERRA

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI 11-1. In particolare si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato B della Norma CEI 11-1;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui alla Fig.C-2 della Norma CEI 11-1.

Dimensionamento termico del dispersore

Il dispersore sarà realizzato con corda nuda in rame, la cui sezione dovrà essere calcolata.

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 dall'allegato D della Norma CEI 11-1.

3. OPERE CIVILI

3.1 FABBRICATI

Il fabbricato è costituito da un edificio in pannelli prefabbricati con i seguenti locali:

- locale quadri comando e controllo,
- locale quadri AT
- locale misure e rifasamento.
- locale RTN.

Il pavimento potrà essere realizzato di tipo flottante con area sottostante adibita al passaggio cavi.

3.2 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.

3.3 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 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.

3.4 INGRESSI E RECINZIONI

Il collegamento dell'impianto alla viabilità sarà garantito da una vicina strada vicinale, che sarà eventualmente adeguata al transito dei mezzi pesanti e d'opera. Per l'ingresso alla stazione, è previsto un cancello carrabile largo m 7,00 ed un cancello pedonale, ambedue, sul lato ovest della stazione, inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio. La recinzione perimetrale sarà essere conforme alla norma CEI 11-1.

La stazione di trasformazione sarà delimitata all'esterno da una recinzione di altezza pari a 2500 mm realizzata con pannelli metallici tipo Orsogril su cordolo o muretto di base. Nel documento di progetto potranno essere indicate altre tipologie di recinzione in funzione di eventuali diverse richieste da parte degli enti autorizzanti.

L'impianto di terra di stazione è costituito essenzialmente da un dispersore intenzionale interrato ad una profondità di circa 800 mm ed immerso in terreno vegetale, a cui saranno collegate le armature di tutte le opere civili (dispersori di fatto), le strutture metalliche e le apparecchiature di impianto. La posa in opera del dispersore intenzionale ed i collegamenti con i dispersori di fatto sarà realizzata durante i lavori delle opere civili, mentre i collegamenti fra la maglia interrata e tutte le apparecchiature e strutture metalliche emergenti saranno realizzate durante i montaggi elettromeccanici.

3.5 CAVIDOTTI

Saranno realizzati i cavidotti dedicati ai cavi AT e MT in modo da garantire l'interconnessione delle apparecchiature AT, del trasformatore AT/MT e dei loro ausiliari con il fabbricato servizi.

3.6 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; pertanto, a seconda delle norme vigenti, si dovrà realizzare il sistema di smaltimento più idoneo, che potrà essere costituito da un semplice tubo drenante, da un pozzo disperdente o da un sistema di subirrigazione.

3.7 ILLUMINAZIONE

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

3.8 MAGLIA DI TERRA

L'impianto di terra di stazione è costituito essenzialmente da un dispersore intenzionale interrato ad una profondità di circa 800 mm ed immerso in terreno vegetale, a cui saranno collegate le armature di tutte le opere civili (dispersori di fatto), le strutture metalliche e le apparecchiature di impianto. La posa in opera del dispersore intenzionale ed i collegamenti con i dispersori di fatto sarà realizzata durante i lavori delle opere civili, mentre i collegamenti fra la maglia interrata e tutte le apparecchiature e strutture metalliche emergenti saranno realizzate durante i montaggi elettromeccanici.

3.9 CAVIDOTTI

Saranno realizzati i cavidotti dedicati ai cavi AT e MT in modo da garantire l'interconnessione delle apparecchiature AT, del trasformatore AT/MT e dei loro ausiliari con il fabbricato servizi. I vari livelli di tensione dovranno seguire percorsi fisicamente separati. I cavidotti saranno costituiti essenzialmente da:

- cunicoli in cemento armato dotati di lastre di copertura;
- tubi in PVC serie pesante interrati e rinfiacati con calcestruzzo;
- pozzetti che potranno essere gettati in opera oppure di tipo prefabbricato;
- cunicoli gettati in opera in esecuzione carrabile.

3.10 FONDAZIONI

I basamenti saranno realizzati mediante getto in opera di piastre in calcestruzzo armato comprensivo di casseforme, armature metalliche, previo magrone di sottofondazione in calcestruzzo.

La fondazione dei trasformatori dovrà essere unica per tutte le tipologie di trasformatori in modo da consentire, senza opere civili aggiuntive, l'installazione di qualsiasi taglia di trasformatore fra quelli previsti.

Al fine di realizzare la raccolta dell'olio che può eventualmente fuoriuscire dal trasformatore dovrà essere prevista o una base in c.a. con vasca di raccolta incorporata o una cisterna interrata separate dalla base del trasformatore e collegata a questa tramite una idonea tubazione; in entrambi i casi la capacità dovrà essere adeguata al volume dell'olio presente all'interno di ogni trasformatore; per tale dimensionamento si considererà la massima taglia prevista per i trasformatori e l'eventuale presenza di più di un trasformatore in olio.

Sul lato AT del trasformatore AT/MT dovrà essere predisposta anche la fondazione per il cavalletto di ammarro dei cavi AT che interconetteranno lo stesso trasformatore con la SE Terna.

3.11 MOVIMENTI TERRA

I rilievi effettuati sull'area in oggetto, evidenziano che il terreno, dove dovrà sorgere la nuova stazione, è solo parzialmente inclinato ; per cui non sono da prevedere movimenti di terra, se non di trascurabile entità e costituiti essenzialmente dalla pulizia della coltre superficiale e da scavi superficiali per la posa della piastra di fondazione del fabbricato.

4. COLLEGAMENTO AT ALLA RTN

4.1 PREMESSA

La presente appendice fornisce la descrizione generale del progetto definitivo del nuovo cavidotto a 30 kV che collega la cabina di raccolta interna all'impianto alla SE Utente, in prossimità della SE Terna e del collegamento tra la SE Utente e la SE Terna.

4.2 AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto che sono di norma pari a circa:

6 m dall'asse linea per parte per elettrodotti in cavo a 30 kV in semplice terna.

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.

4.3 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico sarà inviata, alla tensione di 30kV, alla SE utente mediante cavo interrato sotto strada pubblica comunale. La scelta di realizzare il collegamento attraverso un cavo MT interrato è scaturita da due esigenze:

la prima di tipo ambientale, per evitare l'installazione di ulteriori tralicci in aggiunta a quelli esistenti a seconda di tipo tecnico in quanto l'utilizzo della viabilità pubblica permette un agevole manutenzione in caso di guasto.

4.4 VINCOLI

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

4.5 OPERE ATTRAVERSADE

Il tracciato interessa una strada comunale su area agricola. Dall'analisi dei dati a disposizione non vi sono attraversamenti di linee elettriche interrate.

5. PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO

5.1 PREMESSA

L'elettrodotto sarà costituito da 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 400 mm².

5.2 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.

5.3 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL COLLEGAMENTO IN CAVO

Il collegamento dovrà essere in grado di trasportare la potenza massima dell'impianto fotovoltaico che sarà connesso alla stazione di utenza da cui il presente collegamento trova la sua origine.

Riassumendo, si riportano, di seguito, le caratteristiche elettriche principali del collegamento:

- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione nominale: 30 kV
- Potenza nominale dell'impianto fotovoltaico da collegare: 42 MW

5.4 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.

5.5 MODALITÀ DI POSA E ATTRAVERSAMENTO

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità minima di 1,60 m.

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 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.

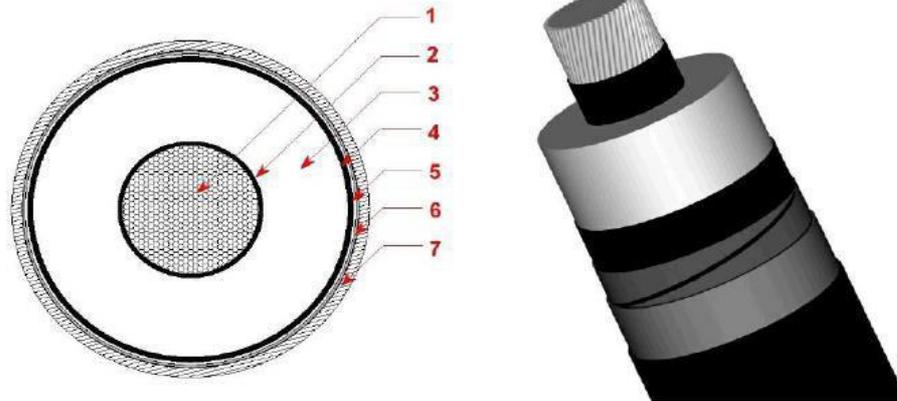
Si rimanda al paragrafo successivo, la schematizzazione delle sezioni trasversali di posa.

5.6 CARATTERISTICHE ELETTRICHE E MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA

Ciascun cavo d'energia a 30 kV sarà costituito da:

- un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 400 mm² tamponato(1),
- schermo semiconduttivo sul conduttore (2)
- isolamento in polietilene 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).



1	Conduttore compatto di Alluminio
2	Schermo del conduttore (Strato semiconduttivo interno)
3	Isolante
4	Schermo dell'isolante (Strato semiconduttivo esterno)
5	Barriera igroscopica
6	Schermo metallico
7	Guaina esterna termoplastica

Schema tipico del cavo

DATI TECNICI DEL CAVO

Unipolare in XLPE isolietilene

DATI CONDIZIONI DI POSA E DI INSTALLAZIONE

Posa bassa resistività termica	Interrata in letto di sabbia a
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 termica o letto di cemento magro h 0,50 m	Con sabbia a bassa resistività
Profondità del riempimento	Minimo 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

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.

5.7 GIUNZIONI, TERMINAZIONI E ATTESTAZIONI DEI CAVI MT

Data la brevità del collegamento, si prevede l'esecuzione di giunzioni dei cavi MT. Tutti i cavi MT posati in impianto dovranno essere terminati da entrambe le estremità. I terminali adatti ai tipi di cavi adottati verranno forniti in conto lavorazione dalla ditta appaltatrice incaricata dei lavori.

L'esecuzione delle terminazioni deve essere eseguita esclusivamente da personale specializzato seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dalle ditte costruttrici in merito sia alle modalità sia alle attrezzature necessarie.

Convenzionalmente si definiscono “terminazioni” e “attestazioni” la terminazione ed attestazione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo.

Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, l'Appaltatore deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione completo di relativa bulloneria per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto.

Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta ad identificare:

Appaltatore, Esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (R, S o T).

Il cavidotto di collegamento sarà realizzato mediante cavi in alluminio di tipo unipolare schermati armati quindi oltre alla messa a terra dello schermo sopra detta, si dovrà prevedere anche la messa a terra dell'armatura del cavo. Tale armatura, che rimane esterna rispetto al terminale, sarà messa a terra in uno dei seguenti modi:

- tramite la saldatura delle due bande di alluminio della codetta del cavo di rame;
- tramite una fascetta (di acciaio inossidabile o di rame) che stringa all'armatura la codetta di un cavo di rame;
- tramite morsetti a compressione in rame (previo attorcigliamento delle bande di alluminio componenti l'armatura ed unione alla codetta del cavo di rame).

La messa a terra dovrà essere effettuata da entrambe le parti del cavo. Tale messa a terra sarà connessa insieme alla messa a terra dello schermo. Il cavo di rame per la messa a terra sia dell'armatura che dello schermo deve avere una sezione di 50 mmq.

5.8 SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI

Il sistema di telecomunicazioni sarà realizzato per la trasmissione dati dalla stazione di Tuscania alla stazione di utenza.

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

5.9 CONNESSIONE STALLO 132 KV

La nuova SE TERNA, da costruire in entra-esci sulla MURCI PAGANICO in prossimità del sostegno 130 linea T23.028A

E' posizionata lungo la strada comunale , lato destro verso nord leggermente nell'entro terra rispetto al fronte strada. Realizzata con con 3 stalli DS, smistamento DS a doppia sbarra,

Le apparecchiature AT saranno del tipo AIS per esterno conformi alle prescrizioni tecniche di TERNA con le seguenti integrazioni tecniche nel seguito elencate per ciascuno dei componenti AT.

5.10 SCARICATORI

Gli scaricatori, di tipo ad ossido metallico senza spinterometri, per installazione all'esterno, saranno conformi alla Specifica Tecnica Terna. Gli scaricatori saranno dotati di contascariche. Gli scaricatori, i contascariche ed il relativo cavo di collegamento alla terra di stazione saranno isolati dal sostegno metallico dello scaricatore stesso. Inoltre sarà prevista, alla base del cavo, la possibilità di inserimento di apposita strumentazione di prova (normalmente dotata di pinza amperometrica con diametro interno pari 50 mm), per la misura del valore di cresta della corrente di conduzione totale e del valore efficace della sua componente di terza armonica, con scaricatore in servizio.

5.11 SEZIONATORI

I sezionatori dovranno essere conformi alla Specifica Tecnica Terna.

Gli stessi saranno provvisti sia di meccanismi di manovra a motore che manuali. I sezionatori per sistemi a 132-150 kV dovranno essere corredati di un armadio unico per i tre poli (tripolare), predisposto per l'interfacciamento con il Sistema di Protezione e Controllo della stazione (comandi, segnali e alimentazioni).

5.12 FONDAZIONI PER INTERRUTTORI, SEZIONATORI, TA, TV, SCARICATORI, ISOLATORI

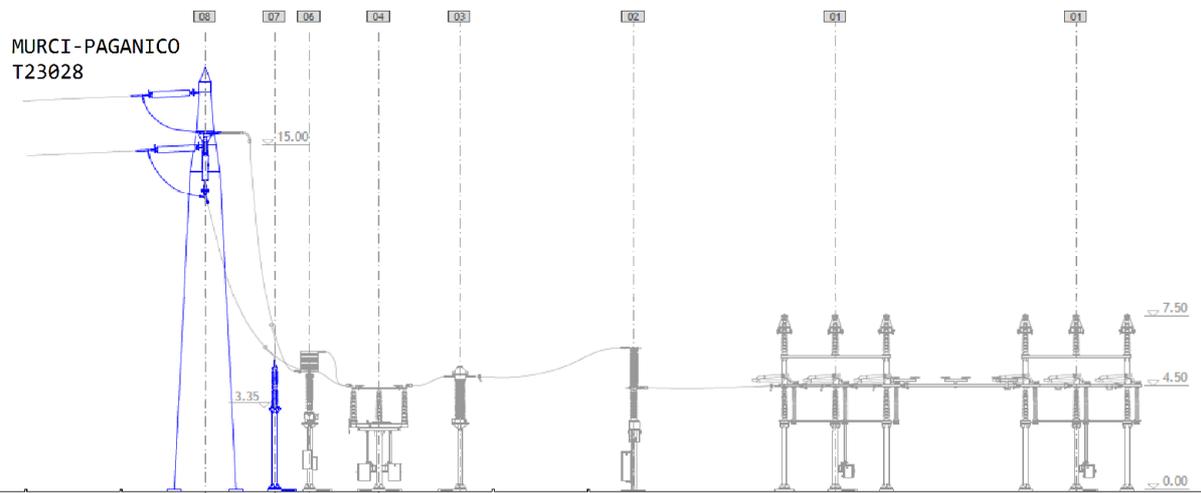
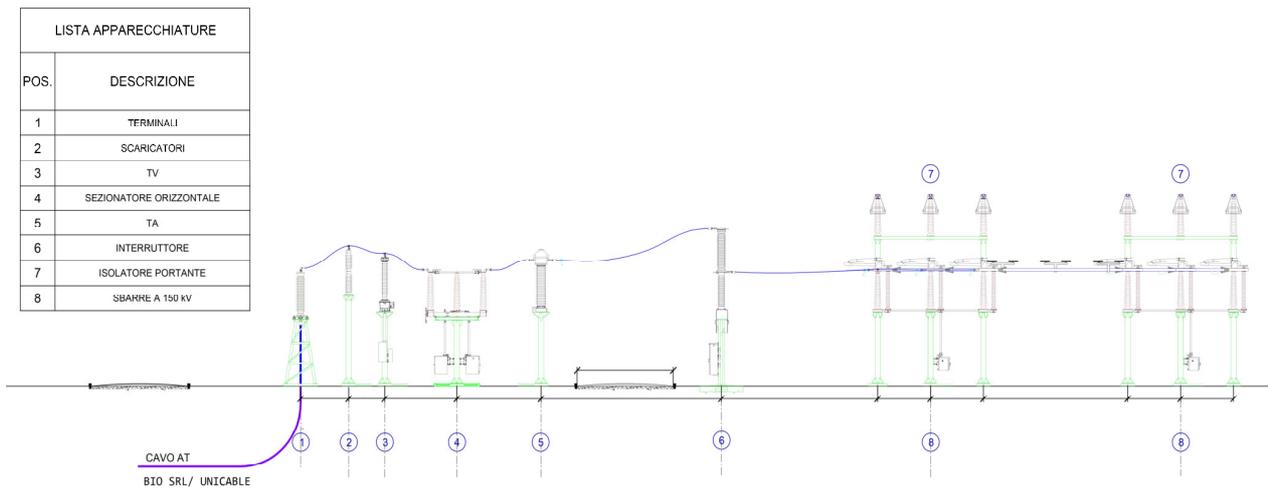
Le fondazioni per le apparecchiature AT i portali sbarre e di amarro linea saranno realizzate nel rispetto del "Progetto Unificato" Terna ed essere, di norma, realizzate in c.a. gettato in opera; possono essere accettate fondazioni prefabbricate con caratteristiche, comunque, uguali o superiori a quelle delle fondazioni gettate in opera. Per la loro progettazione si deve tener conto dell'effettiva configurazione risultante dai disegni costruttivi (forniti da Terna) e delle modalità di ancoraggio delle carpenterie di sostegno delle apparecchiature. Le piastre di base non saranno a contatto diretto con la fondazione ma regolabili in altezza tramite i dadi dei tirafondi; non sarà ammessa l'imbonitura del volume compreso tra la piastra e la fondazione per cui, in caso di necessità, si dovrà ricorrere a tirafondi di sezione adeguata modificando conseguentemente la piastra di base.

Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli facenti parte delle suddette fondazioni, dovranno essere in PRFV con resistenza di 2000 daN. Tali coperture dovranno essere dimensionate per garantire le seguenti prestazioni:

- carico di rottura a flessione a 20°C con carico in mezzeria e distanza tra gli appoggi di 500 mm \geq a 11.000 daN;
- freccia massima \leq 5 mm con carico concentrato di 2000 daN in mezzeria e distanza tra gli appoggi di 500 mm.

di seguito

stallo TERNA tipo a 132-150 kV



5.13 RUMORE

L'elettrodotto in cavo non costituisce fonte di rumore.

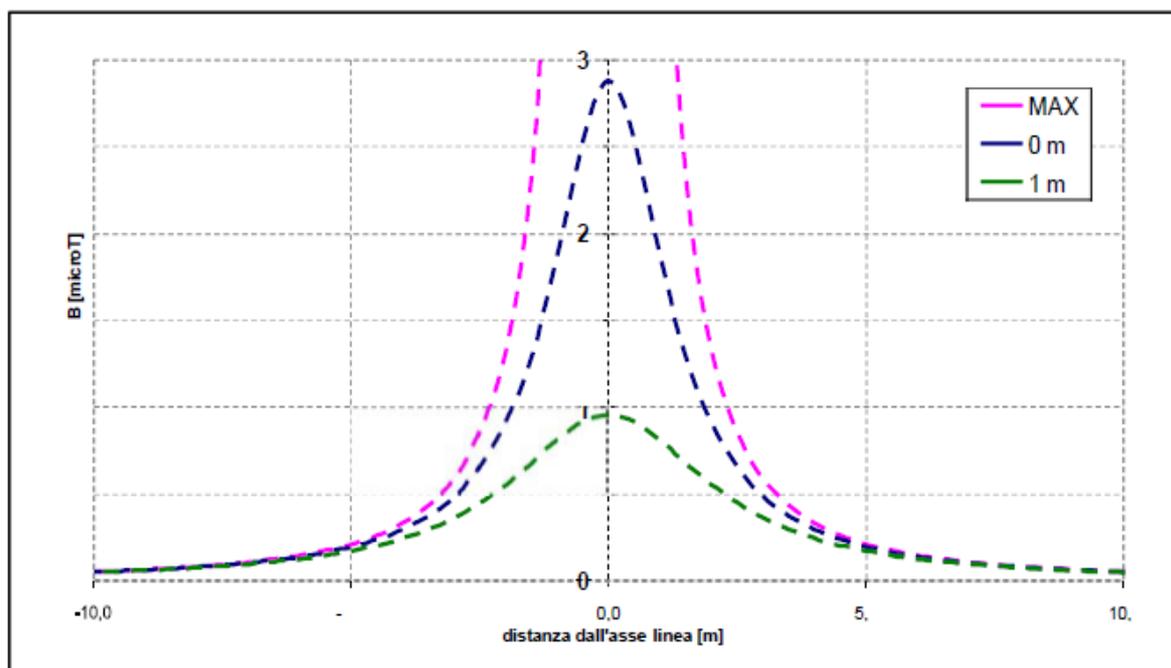
5.14 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza come mostrato dai grafici riportati nel seguito. Tuttavia nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto. Per quanto riguarda invece il campo magnetico si rileva che la maggiore vicinanza dei conduttori delle tre fasi tra di loro rispetto alla soluzione aerea rende il campo trascurabile già a pochi metri dall'asse dell'elettrodotto. Di seguito è esposto l'andamento del campo magnetico lungo il tracciato della linea interrata a 30 kV. Il calcolo è stato effettuato in aderenza alla Norma CEI 211-4.

5.15 CONFIGURAZIONI DI CARICO

Di seguito viene esposto il grafico dell'andamento dell'induzione magnetica rispetto all'asse dell'elettrodotto.

Nell'esempio di calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1,5 m, con un valore di corrente pari a 820 A, dove la configurazione dell'elettrodotto è quella in assenza di schermature, distanza dal piano viario e posa a trifoglio dei conduttori.



Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo

Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

5.16 FASCE DI RISPETTO

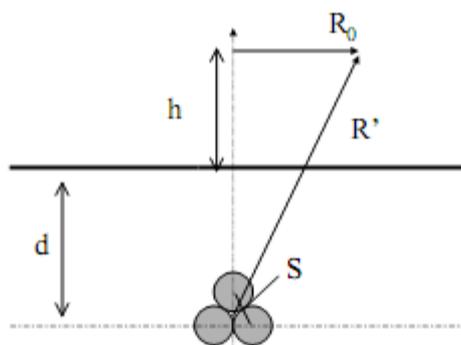
Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a $3 \mu\text{T}$.

La formula da applicare è la seguente

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [\text{m}]$$

Con il significato dei simboli di figura seguente:



Pertanto, ponendo: $S=91 \text{ mm}^2$

$I = 820 \text{ A}$

Si ottiene:

$R'' = 0,94 \text{ m}$

Che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 1 m per parte, rispetto all'asse del cavidotto.

Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

6. REALIZZAZIONE DELL'OPERA

6.1 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.

6.2 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.

6.3 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.

6.4 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 intensione 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.

6.5 RINTERRI 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 tre tipologie principali:

- ripristini geomorfologici ed idraulici;
- ripristini della vegetazione;

- ripristini della pavimentazione stradale.

Preliminarmente si procederà alle sistemazioni generali di linea, che consistono nella riprofilatura dell'area interessata dai lavori e nella riconfigurazione 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. Tale sistemazione non prevede particolari interventi in quanto la zona interessata dall'intervento risulta piuttosto pianeggiante.

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.

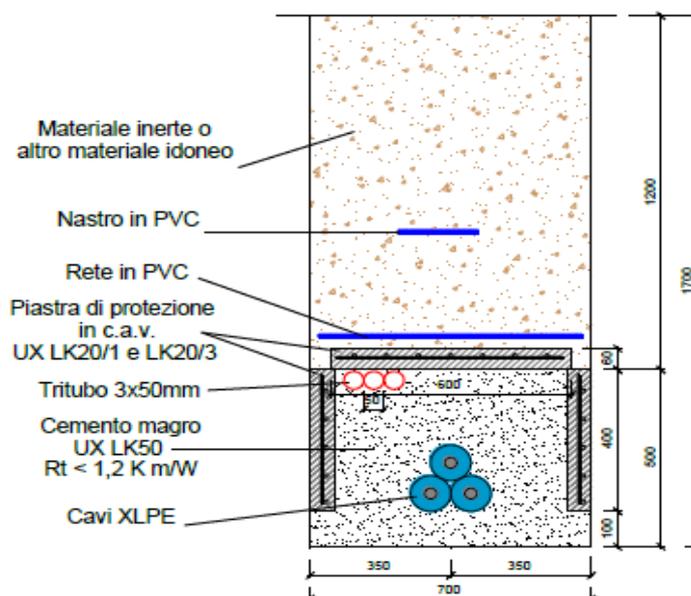
Successivamente si passerà al ripristino vegetale, avente lo scopo di ricostituire, nel più breve tempo possibile, il manto vegetale preesistente nelle zone con vegetazione naturale.

Il ripristino avverrà mediante:

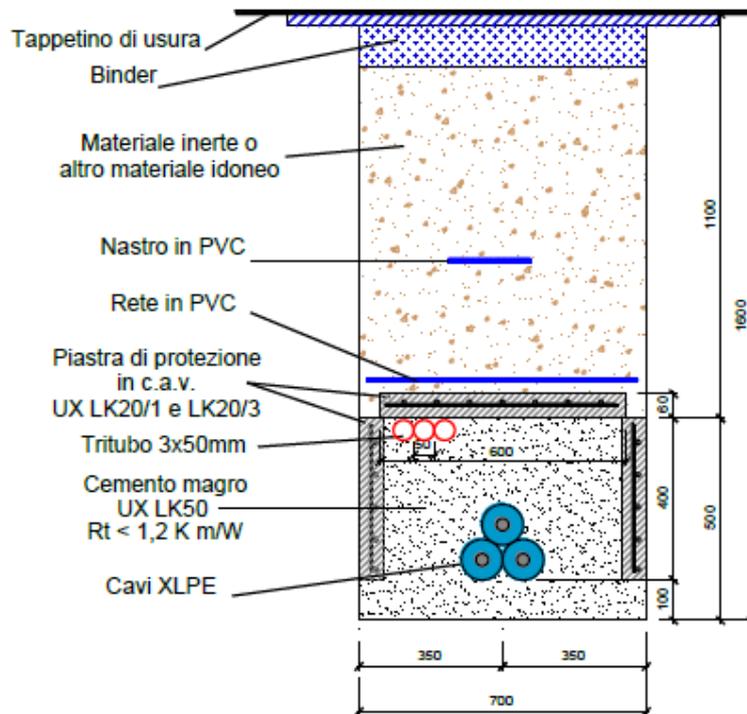
- ricollocazione dello strato superficiale del terreno se precedentemente accantonato;
- inerbimento.

Il ripristino della pavimentazione stradale esistente avverrà attraverso la realizzazione di una nuova pavimentazione stradale nei tratti interessati dalle opere di scavo e posa cavi. Tale pavimentazione stradale sarà costituita dalle opere di fondazione stradale, strato di collegamento (binder) e tappetino di usura superficiale in conglomerato bituminoso. Le aree agricole saranno successivamente ripristinate per consentire la lavorazione delle stesse.

ESEMPIO DI POSA A TRIFOGLIO IN TERRENO AGRICOLA



ESEMPIO DI POSA A TRIFOGLIO SU SEDE STRADALE



6.6 SICUREZZA NEI CANTIERI

Verranno seguite tutte le indicazioni del D.Lgs 81/08 relative alla tipologia specifica di lavorazione.

FAUSTO Fernando

ordine ingg Perugia A859