



REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI CALTANISSETTA
COMUNE DI BUTERA

OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE E INFRASTRUTTURE CONNESSE, NEL COMUNE DI BUTERA (CL) DELLA POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 44,98 MW, DENOMINATO "VENTI BOCCHE".

PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE



TITOLO

RELAZIONE STAZIONE DI TRASFORMAZIONE
E CONNESSIONE

PROGETTISTI

Ing. Ignazio Sciortino

Dott. Ing. Girolamo Gorgone



CONSULENTE ELETTRICO

Per. Ind. Alessandro Tedeschi per conto di Tesi s.r.l.

CODICE ELABORATO

ERIN-BU_R_01_A_C

SCALA

n° Rev.	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

Rif. PROGETTO

N. _____

NOME FILE DI STAMPA

SCALA DI STAMPA DA FILE

Sommario

1. PREMESSA.....	2
1.1 Società proponente.....	2
1.2 Inquadramento territoriale dell'intervento	2
1.3 Breve descrizione del progetto.....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3. STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV	10
3.1 Ubicazione e viabilità d'accesso	10
3.2 Descrizione delle opere elettromeccaniche.....	10
3.3 Servizi ausiliari	12
3.4 Rete di terra.....	13
3.5 Edificio SSE.....	14
3.6 Opere civili.....	14
3.7 Principali apparecchiature in progetto.....	15
3.8 Collegamenti MT	16
3.9 Disposizioni particolari per la posa	20
3.10 Modalità di posa	22
3.12 Sistema di telecomunicazione	24
3.13 Criteri di dimensionamento e verifica dei cavi adottati	25
3.14 Verifica linee in cavo.....	28

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione stazione di trasformazione e connessione parte integrante del Progetto Definitivo per la realizzazione di un impianto di generazione di energia da fonte solare di tipo agro-fotovoltaico per una potenza nominale pari a 44,98 MW (44,98 MW in immissione), costituito da moduli fotovoltaici montati su strutture ad inseguimento monoassiale o *tracker*.

L'impianto interessa il comune di Butera facente parte del Libero consorzio comunale di Caltanissetta. Le opere di connessione alla Rete Elettrica Nazionale interessano il medesimo comune nel cui territorio si localizza anche il punto di connessione.

1.1 Società proponente

La società realizzatrice dell'impianto è Edison Rinnovabili S.p.A. In circa 130 anni di storia aziendale, Edison ha saputo consolidarsi in vari settori ampliando le attività in cui è presente, in particolare quello della produzione, distribuzione e vendita di energia elettrica; i parchi di produzione energetica di Edison sono altamente sostenibili, flessibili ed efficienti e sono composti da impianti termoelettrici a ciclo combinato a gas (CCGT), impianti idroelettrici, eolici, solari e a biomasse.

Oggi Edison è una delle maggiori aziende in Italia nel settore delle rinnovabili configurandosi come un operatore integrato lungo la filiera energetica con attività che vanno dalla produzione alla gestione e manutenzione degli impianti fino alla vendita dell'energia.

1.2 Inquadramento territoriale dell'intervento

L'area destinata ad accogliere l'impianto agro-fotovoltaico ricade interamente nel comune di Butera (CL), in Località "Venti Bocche" (al seguito definita area di impianto).

Il tracciato del cavidotto di connessione ricade, nella sua interezza, nel medesimo comune dell'area d'impianto, in C.da San Pietro; a circa 0,5 km in linea d'aria dall'impianto, è sita la futura stazione di connessione alla RTN.

Con riferimento alla cartografia della serie IGM 25V in scala 1:25000 l'area di impianto comprendente il tracciato del cavidotto e la futura stazione di connessione alla RTN ricadono nei Fogli n. 272-IV-SO e n. 272-III-NO. In relazione alla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000, il parco fotovoltaico ricade nel foglio 643010.

La superficie complessiva dell'Area disponibile per l'impianto è di circa 89,88 ettari, di cui soltanto una parte verrà effettivamente interessata dalla realizzazione del campo fotovoltaico.

L'area disponibile è adibita ad accogliere seminativo semplice, vigneto (da vino e da mensa) e oliveto. L'altimetria nel complesso varia da un minimo di 229 ed un massimo di 286 m s.l.m. All'interno dell'area non sono presenti singolarità morfologiche fuorché modeste linee di impluvio che verranno tutelate ed escluse da ogni intervento.

L'impianto è raggiungibile da Caltanissetta attraverso la SS 640dir Strada Statale Raccordo di Pietraperzia, successivamente imboccando la SS626 all' uscita verso Mazzarino, la SP 47 all'uscita verso Licata percorrendola per circa 13,5 km si raggiunge Località "Venti Bocche".

Di seguito si riporta uno schema di inquadramento territoriale dell'intervento ed una sintesi in forma tabellare di quanto sopra esposto, nonché le particelle del catasto del comune di Butera nella disponibilità della Società proponente.

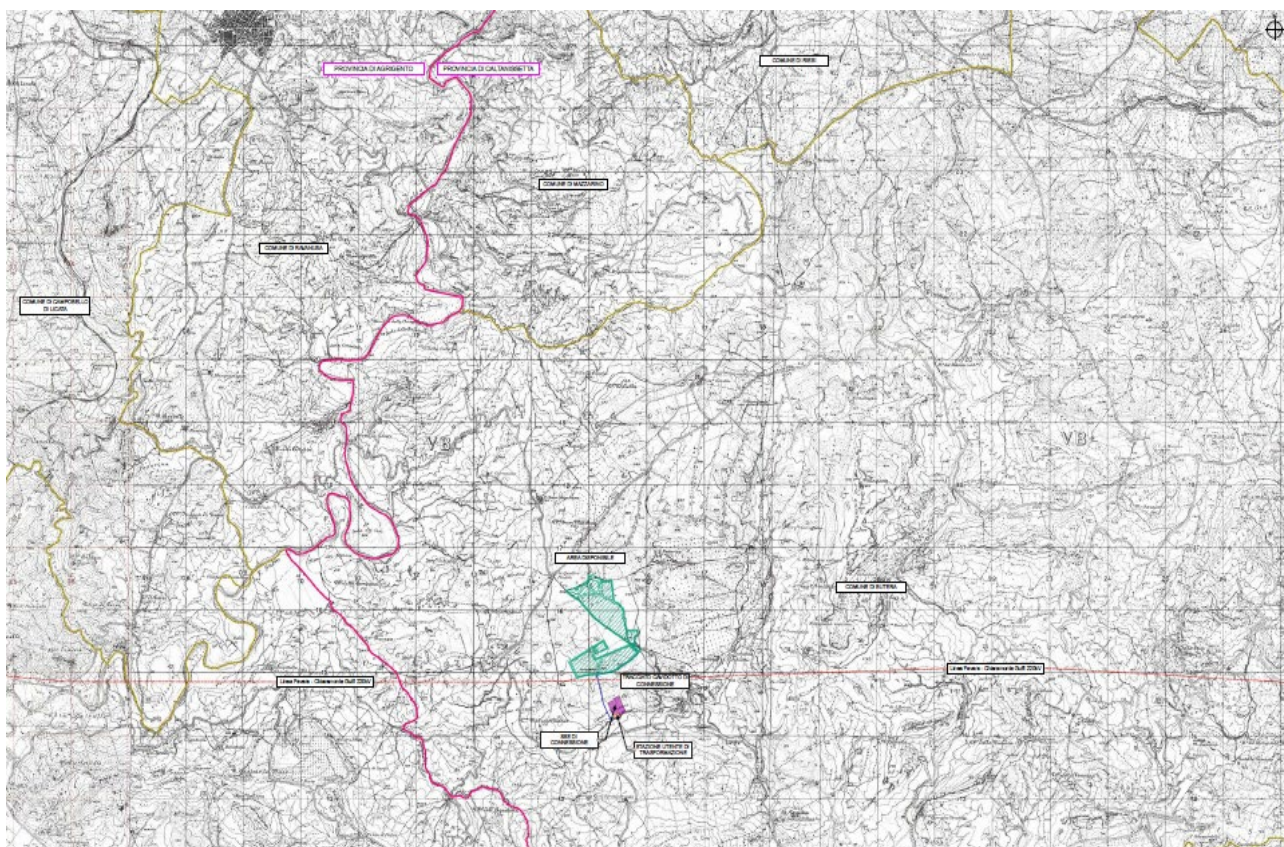


Figura 1 Inquadramento dell'intervento su IGM

IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "BALLERINA"				
CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO				
Potenza in immissione	44,98 MW			
Superficie area disponibile	89,88 ha			
INQUADRAMENTO TERRITORIALE				
	IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO		SSE UTENTE DI TRASFORMAZIONE	
Località impianto	Località "Venti Bocche"		Contrada San Pietro	
Comuni interessati	Butera (CL)			
Inquadramento CTR	643010			
Inquadramento IGM	272-IV-SO, 272-III-NO			
INQUADRAMENTO CATASTALE				
Comune	Foglio	Particelle		
Butera (CL)	129	8-12-42-44-45-47-49-255-256		
	124	90-102-169-170-178-180		
TRACCIATO DEL CAVIDOTTO DI CONNESSIONE				
Comune	Strada percorsa	Tipologia di sedime	Distanza [m]	Tipologia di cavidotto
Butera (CL)	Strada interpoderale	Strada Bianca	440m	MT
	Strada non presente	Terreno agricolo	600m	
Lunghezza totale del cavidotto			1,04 km circa	

1.3 Breve descrizione del progetto

La tecnologia fotovoltaica consente la trasformazione dell'energia associata alla radiazione solare in energia elettrica sfruttando la capacità di alcuni materiali semiconduttori (tra cui il silicio) di liberare elettroni a seguito dell'energia ceduta agli stessi da una radiazione elettromagnetica. L'effetto fotovoltaico è alla base della produzione di energia nelle *celle* che compongono i moduli fotovoltaici, comunemente chiamati *pannelli solari*.

I moduli o pannelli fotovoltaici sono montati in serie (stringhe) su telai ad inseguimento solare monoassiale che si sviluppano lungo l'asse Nord-Sud e permettono la rotazione dei moduli intorno a tale asse al fine di massimizzare la radiazione solare intercettata nel corso della giornata. I telai sono fissati al terreno per mezzo di pali infissi, evitando il ricorso a fondazioni in cemento armato.

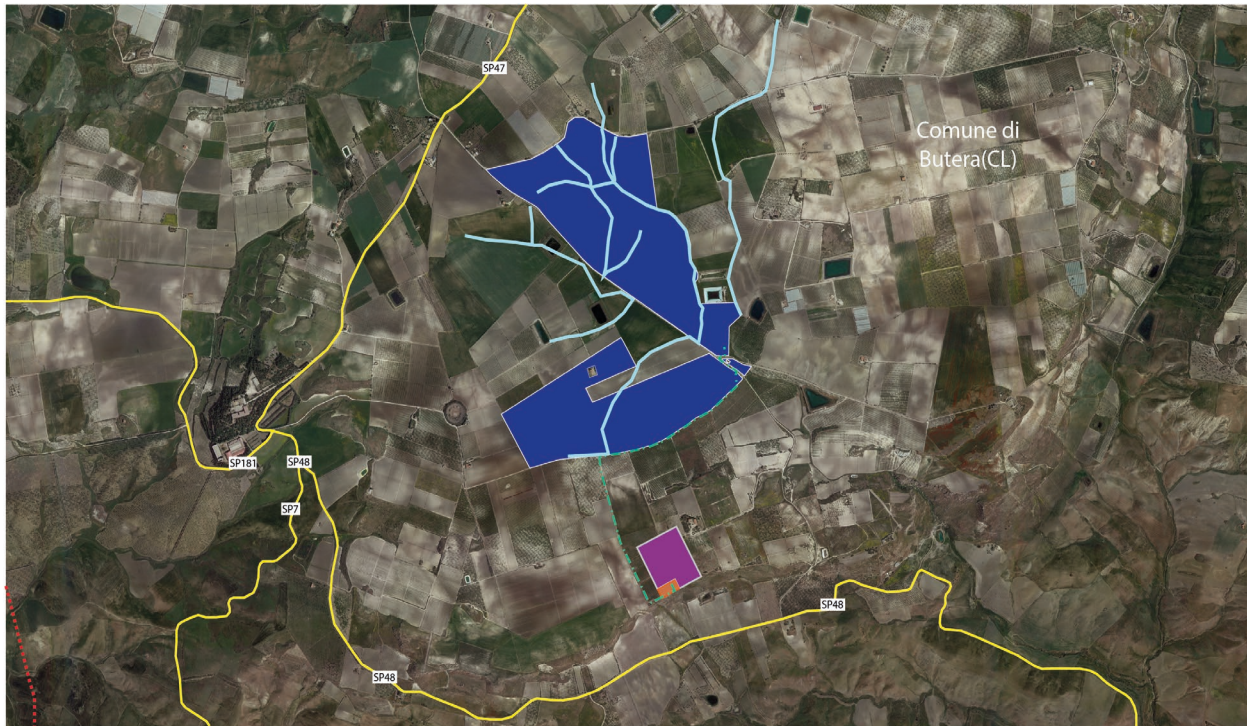
In linea generale, un impianto fotovoltaico si compone di stringhe di moduli collegate tra loro. Gruppi di stringhe compongono i campi fotovoltaici in cui l'impianto è suddiviso, ciascuno afferente a una Power Station (o Cabina di campo). La power station ha il compito di innalzare la tensione della corrente convertendola da continua in alternata. Tutte le linee elettriche in uscita dalle power stations vengono convogliate alla cabina principale di impianto (o Cabina MTR - *Main Technical Room*) dalla quale parte la connessione alla rete elettrica nazionale.

L'impianto dispone anche di una Control room, locale adibito ad ufficio in cui sono collocati i terminali che consentono di monitorare il funzionamento di tutte le sue componenti.

All'impianto di produzione energetica è associato un programma agronomico che prevede la coltivazione di foraggere per raccolta e/o pascolamento diretto. Una fascia arborata correrà lungo il perimetro dell'impianto; la scelta delle specie e del sesto di impianto rifletterà la vocazione dello specifico tratto di fascia: produttiva e/o di miglioramento ambientale del sito. Le specie utilizzate saranno comunque tipiche del paesaggio agrario locale e della regione fitogeografica.

A seguire si riportano il layout generale di progetto e una tabella riassuntiva delle componenti principali dell'intervento. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati di Progetto definitivo e dello Studio di impatto ambientale.

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO	
IMPIANTO AGRIVOLTAICO	<ul style="list-style-type: none"> • N. 65.190 moduli fotovoltaici montati su strutture ad inseguimento solare monoassiale (trackers); il terreno tra e sotto i trackers mantiene la capacità produttiva; • N. 10 cabine di campo o power stations; • N. 2 cabine principali di impianto (Main Technical Room – MTR); • N. 2 Control room per il personale con annesso magazzino; • N. 2 magazzini dedicati all'attività agricola; • N. 6 cisterne per irrigazione; • Viabilità interna di servizio (strade bianche); • Recinzione e sistemi di illuminazione di emergenza e di sorveglianza; • Fascia alberata di mitigazione.
OPERE DI CONNESSIONE	<ul style="list-style-type: none"> • Cavidotto interrato MT lungo viabilità esistente dall'impianto alla SSE Utente di Trasformazione; • SSE Utente di Trasformazione 30/150 kV; • Collegamento in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 150 kV della RTN, da inserire in entra - esce alla linea 220 kV RTN "Favara - Chiamonte Gulfi".



LEGENDA



Area di intervento		Sistema territoriale		Confini amministrativi	
	Area disponibile		Corso d'acqua		Limiti comunali
	Cavidotto interrato di connessione		Strada statale		
	Punto di connessione alla RTN		Strada provinciale		
	SSE Stazione di trasformazione				

Figura 2 - Schema territoriale dell'intervento

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione del presente progetto si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

- D.Lgs. 387/2003;
- D.Lgs. 28/2011;
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma 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;
- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- Norma CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Norma CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;

- Norma CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature;
- Norma CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione;
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI EN 62271-100 Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- Norma CEI EN 62271-102 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione;
- Norma CEI EN 61009-1 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari;
- Norma CEI EN 60898-1 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari;
- Norma CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi;
- Norma CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
- Norma CEI EN 60044-1 Trasformatori di corrente;
- Norma CEI EN 60044-2 Trasformatori di tensione induttivi;
- Norma CEI EN 60044-5 Trasformatori di tensione capacitivi;
- Norma CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate;
- Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza;
- Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;

- Norma CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60099-5 Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione;
- Norma CEI EN 60507 Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60694 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione;
- Norma CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- Norma CEI EN 60168 Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V;
- Norma CEI EN 60383-1 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata;
- Norma CEI EN 60383-2 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata;
- Norme CEI EN 61284 Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria;
- Norma CEI EN 61000-6-2 Immunità per gli ambienti industriali;
- Norma CEI EN 61000-6-4 Emissione per gli ambienti industriali;
- Norma CEI-UNEL 35027: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV;
- Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata;
- Codice di Rete TERNA, in particolare l'allegato A.3 ed A.4;
- Guida Terna. INSIX1016 Criteri di coordinamento dell'isolamento nelle reti AT;
- Guida Terna DRRPX04042 Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV;
- Guida Terna DRRPX02003 Criteri di automazione delle stazioni elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV;
- Guida Terna DRRPX03048 Specifica funzionale per sistema di monitoraggio delle reti elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV.

3. STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV

3.1 Ubicazione e viabilità d'accesso

A seguito di richiesta di connessione effettuata dal soggetto proponente Edison Rinnovabili S.p.A, è stata individuata da Terna S.p.A. la soluzione tecnica minima generale emessa in data 19/09/2023 e avente come oggetto:

“Codice Pratica: 202303802 – Comune di BUTERA (CL) – Preventivo di connessione Richiesta di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) per un impianto di generazione da fonte rinnovabile (fotovoltaica) con potenza nominale ed in immissione pari a 44,98 MW”.

La STMG prevede che l'impianto di produzione venga collegata in antenna a 150 kV con una nuova stazione di trasformazione 220/150/36 kV della RTN da inserire in entra - esce su entrambe le terne della linea RTN a 220 kV “Favara – Chiaramonte Gulfi”.

Il parco fotovoltaico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso una stazione utente di trasformazione 30/150 kV collegata in antenna a 150 kV con nuova stazione elettrica 220/150/36 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN 220 kV “Favara-Chiaramonte Gulfi” a circa 1,5 km in linea d'aria nel comune di Butera, in contrada San Pietro.

Comune	Foglio	Particella/e
BUTERA (CL)	127	253, 254, 255, 256, 257, 259

3.2 Descrizione delle opere elettromeccaniche

Presso la SSEU verrà realizzato un nuovo impianto AT di utente, così composto:

- Sezionatore rotativo in aria;
- Interruttore di protezione generale (DG);
- TA trasformatore di corrente 150 kV;

- TV trasformatore di tensione 150 kV;
- Terne di scaricatori AT;
- Un sistema di sbarre in aria per la alimentazione di linee a 150 kV;
- N.1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 45 MVA ONAN;

Seguono, a valle, i dispositivi a 30 kV:

Gruppo 1:

Scomparto di arrivo linea;

Scomparto interruttore con sezionatore e sezionatore di terra (DI1), con funzioni di DDI, con a valle:

Scomparto misure (TV);

Scomparto scaricatore di sovratensione;

Scomparto interruttore con sezionatore e sezionatore di terra (S1G1A): partenza A campo Nord;

Scomparto interruttore con sezionatore e sezionatore di terra (S1G1B): partenza B campo Nord.

Gruppo 2:

Scomparto di arrivo linea;

Scomparto interruttore con sezionatore e sezionatore di terra (DI2), con funzioni di DDI, con a valle:

Scomparto misure (TV);

Scomparto scaricatore di sovratensione;

Scomparto interruttore con sezionatore e sezionatore di terra (S1G2A): partenza A campo Sud;

Scomparto interruttore con sezionatore e sezionatore di terra (S1G2B): partenza B campo Sud;

Completa la cabina lo scomparto di protezione trafo ausiliari;

1. Trasformatore MT/BT servizi ausiliari da 100 kVA 30/0,4 Kv;
2. Quadri servizi ausiliari;

3. Quadri misuratori fiscali;
4. Sistema di monitoraggio e controllo.

3.3 Servizi ausiliari

I servizi ausiliari necessari presso la SSE saranno alimentati tramite trasformatori MT/BT 30/0,4 kV, in derivazione dai quadri generali MT.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature, è prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno ausiliario.

Da tali trasformatori/generatori verrà alimentato il quadro QSA, al quale saranno collegate tutte le utenze in c.a. in bassa tensione, quali:

- Ausiliari sezione MT;
- Ausiliari sezione AT;
- Illuminazione aree esterne;
- Circuiti prese e circuiti illuminazione edificio SSE;
- Motori e pompe;
- Raddrizzatore BT;
- Sistema di monitoraggio;
- Altre utenze minori.

Dal quadro QSA verrà derivata l'alimentazione dei circuiti di protezione e comando, alimentati a 110 Vcc mediante un banco di batterie, alimentate dal raddrizzatore.

3.4 Rete di terra

Presso la sottostazione verrà realizzato un sistema di terra dimensionato secondo le norme CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), nonché alle prescrizioni Terna, considerando una corrente di corto circuito monofase pari a 31,5 kA e un tempo di eliminazione del guasto a terra pari a 0,5 s.

L'impianto di terra consisterà in un dispersore di terra in corda di rame nudo della sezione di 63 mm², interrato alla profondità di circa 70 cm dal piano di calpestio, che seguirà l'intero perimetro della SSE, e da una maglia interna di lato massimo pari a 4,5 m.

Il sistema di terra sarà integrato dalla presenza di dispersori verticali lungo il perimetro della SSE, in prossimità dei trasformatori AT/MT.

Il sistema di terra verrà collegato con l'impianto di terra presso l'edificio SSE, nonché dovrà essere collegato anche con l'impianto di terra dei due sottocampi (Nord e Sud), attraverso collegamenti sconnettibili in pozzetti ispezionabili. In tal modo l'impianto di terra costituirà un sistema di terra unico, con i benefici che ne derivano in termini di capacità di dispersione e incremento del livello di sicurezza.

Il collegamento fra la rete di terra e le apparecchiature di AT saranno effettuati in corda di rame nudo da 125 mm².

Le connessioni fra i conduttori in rame avverranno mediante morsetti a compressione in rame, mentre il collegamento fra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature avverrà mediante capicorda e bulloni di fissaggio.

Al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite entro i valori individuati dalla norma, in sede di progettazione esecutiva verranno individuate le aree da integrare con sistemi di dispersione ausiliaria, o sulle quali adottare provvedimenti particolari.

A seguito della realizzazione dell'opera, i valori di tensione di contatto saranno comunque oggetto di verifica strumentale.

Al fine di migliorare la sicurezza contro le tensioni di contatto in caso di guasto a terra, in corrispondenza delle apparecchiature AT (ove si potrebbe avere la maggiore probabilità di presenza di personale) verrà realizzato un infittimento della maglia del dispersore, così pure verranno installati conduttori di terra suppletivi per il collegamento delle apparecchiature.

L'impianto di terra proteggerà sia il lato AT che il lato MT della SSE.

3.5 Edificio SSE

Presso la stazione di trasformazione verrà realizzato un edificio destinato a locali tecnici e uffici, avente un ingombro in pianta di 2,50 x 4,48 x 3,00 m, 7,80 x 4,48 x 3,70 m, 7,80 x 4,48 x 3,00 m, 2,50 x 4,48 x 3,00 m, 7,80 x 4,48 x 3,00 m, 2,50 x 4,48 x 3,00 m, presso il quale verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT, nonché i quadri ausiliari.

L'edificio è articolato in più locali interni, adibiti a:

- Locale magazzino
- Locale quadri MT;
- Locale gruppo elettrogeno;
- Locale quadri BT;
- Locale misure;
- Locale trasformatore ausiliario.

L'edificio sarà completo di tutti gli impianti elettrici civili interni (illuminazione e prese).

3.6 Opere civili

Di seguito le principali opere civili previste in progetto:

- Scavo di sbancamento per una profondità di 80 cm da piano di calpestio finale;
- Eventuali opere strutturali necessarie alle site *preparation* (palificate e/o gabbionate);
- Realizzazione della rete di terra;
- Realizzazione della rete idraulica di smaltimento acque bianche;
- Realizzazione fondazioni in c.a. per apparecchiature AT;
- Sistemazione delle aree sottostanti le apparecchiature AT con area inghiaata;
- Realizzazione di sottofondo stradale per lo spessore complessivo di 0,50 cm;
- Finitura aree con conglomerato bituminoso, con strato binder (7 cm) e strato usura (3 cm);

- Realizzazione dell'impianto di illuminazione esterna, con l'installazione di corpi illuminanti LED su pali tronco conici a stelo dritto lungo il perimetro;
- Realizzazione muro perimetrale, del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e paletti in calcestruzzo, infissi su fondazione in c.a., per una altezza complessiva fuori terra pari a 2,50 m;
- Realizzazione di un ingresso pedonale (larghezza 0,9 m) e di un carrabile (larghezza 6,00 m), lungo il muro perimetrale;
- Realizzazione rampa di accesso da pubblica viabilità sino al cancello di ingresso presso la SSE.

3.7 Principali apparecchiature in progetto

Nel seguito del paragrafo si elencano le caratteristiche delle principali apparecchiature AT costituenti la sezione 150 kV della SSE in progetto. Tutte le apparecchiature saranno rispondenti alle Norme tecniche CEI citate ed alle prescrizioni Terna (codice di Rete).

Le caratteristiche elettriche della sezione AT sono le seguenti:

Dati di impianto

Si riportano i dati relativi ai vari componenti dell'impianto.

RETE MT - AT

- | | |
|--|---------|
| • Sistema | Trifase |
| • Frequenza | 50 Hz |
| • Tensione nominale (lato MT) | 30 kV |
| • Tensione nominale (lato AT) | 150 kV |
| • Corrente massima di corto circuito trifase (lato AT-RTN) ¹ | 31.5 kA |
| • Corrente massima di corto circuito monofase (lato AT-RTN) ¹ | 40 kA |

Nota 1: dati da TERNA

TRASFORMATORE SA

- Potenza nominale 100 Kva
- Rapporto nominale $30 \pm 2 \times 2.5\%$ / 0.4 Kv
- Tensione di orto circuito 4%
- Collegamento Dyn11
- Isolamento Olio minerale
- Raffreddamento ONAN

3.8 Collegamenti MT

La progettazione dell'elettrodotto in cavo che collega la SSE Utente al Parco fotovoltaico lato Sud e Nord (cabine di raccolta Sud e Nord) con una lunghezza di circa 14,1 km 14,5 km rispettivamente, è stata eseguita in accordo ai parametri elettrici specificati nel seguito; in particolare la scelta del cavo è stata eseguita in relazione alla tensione di impiego ed alle condizioni di carico previste ed in relazione alla tipologia di posa ipotizzata. La rete MT è stata prevista con esercizio a neutro isolato.

In tale configurazione, in caso di guasto a terra, la corrente di guasto in media tensione è dell'ordine di $I_g = U \cdot 0,2 L$

Ove: U è la tensione di esercizio in kV;

L è la lunghezza complessiva dei cavi MT in km.

Nel caso in esame, ai fini della stima della corrente di guasto a terra I_g , essendo i due sottocampi alimentati da due trasformatori distinti occorre distinguere i due impianti.

Il sistema più esteso è rappresentato dal campo Nord (con 8 *power station*).

La lunghezza totale della rete MT è di 1,5 km, per la linea dalla SSE alle cabine di raccolta MTR Nord e Sud, ai quali occorre sommare l'estensione totale di tutte le derivazioni che dalla cabina di raccolta raggiungono tutte le *power station* alimentate, pari a 2,8 km circa.

Si ottiene $I_g = 30 \times 0,2 \times (2,8 + 1,5) = 26$ A. (da confermare in fase di realizzazione la effettiva estensione dell'impianto MT).

Per il sottocampo Sud si ha, invece: la lunghezza totale della rete MT è di 14,1 km, per la linea dalla SSE alla cabina di raccolta Sud, ai quali occorre sommare l'estensione totale di tutte le derivazioni che dalla cabina di raccolta raggiungono tutte le *power station* alimentate, pari a quasi 4 km.

Si ottiene $I_g = 30 \times 0,2 \times (4 + 1,5) = 33$ A. (da confermare in fase di realizzazione la effettiva estensione dell'impianto MT).

Le protezioni di terra devono essere in grado di rilevare tale guasto ed intervenire nei tempi previsti in accordo con la curva tempi-tensione di contatto massima di cui alle norme CEI 99-2 e 99-3.

Si prevede una taratura delle protezioni per guasto a terra di 2A e tempi di intervento non superiori a 1 sec.

Gli impianti di terra dei campi Nord e Sud devono essere dimensionati, ai fini delle protezioni contro i contatti indiretti in media tensione, prevedendo, per sicurezza, una corrente di guasto a terra di 50 A e tempo di eliminazione del guasto pari a 1 sec.

Di seguito sono riportate le caratteristiche tecniche del cavo di collegamento tra la SSE e le due cabine di raccolta (due terne, linea A (MTR NORD) da 3x2x630 mm² e linea B (MTR SUD), da 3x1x630 mm²):

Tipo di cavo ARE4H5E isolamento in XLPE 20,8/36 kV:

- 18/30 630 mm²;
- Tensione nominale U₀ 18 Kv;
- Tensione nominale U 30 Kv;
- Tensione di prova 40 Kv;
- Tensione massima U_m 36 Kv;
- Temperatura massima di esercizio +90°C;
- Temperatura massima di corto circuito +250°C;
- Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) -15°C;
- Temperatura minima di installazione e maneggio 0°C;
- Portata per posa interrata a trifoglio: 1x622 A.

I cavi MT che collegano le singole *power station* alle cabine di raccolta sono previsti del tipo (ARG7H1R) ma con sezione pari a 1x400 mm²).

- Tipo di cavo ARG7H1R 18/30 3x1x400 mm²;
- Tensione nominale U0 18 Kv;
- Tensione nominale U 30 Kv;
- Tensione di prova 40 Kv;
- Tensione massima Um 36 Kv;
- Temperatura massima di esercizio +90°C;
- Temperatura massima di corto circuito +250°C;
- Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) -15°C;
- Temperatura minima di installazione e maneggio 0°C;
- Portata per posa interrata a trifoglio: 1x543 A.

I cavi saranno interrati ed installati in una trincea della profondità di circa 1,10 metri, con disposizione delle fasi che potrà essere a trifoglio o in piano, come rappresentato nella tavola ERIN-BU_T_41_A_D_Particolari costruttivi - Sezione tipo cavidotti 30 kV.

Nello stesso scavo, sarà posata la fibra ottica e la treccia di terra di rame nudo da 50 mm².

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica potrà essere corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento "mortar", e saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, e, ove necessario, anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore non inferiore a 6 cm.

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

Qualora si rendesse necessario l'attraversamento di ponti e viadotti il cavo sarà alloggiato in apposite canalette ancorate alle stesse strutture o come meglio si riterrà opportuno, sempre in osservanza delle prescrizioni e norme vigenti.

In corrispondenza dell'attraversamento di acquedotti, eventuali canali o altre linee elettriche o di telecomunicazione, l'installazione potrà essere realizzata con il sistema dello spingitubo o della perforazione teleguidata o come si riterrà più opportuno.

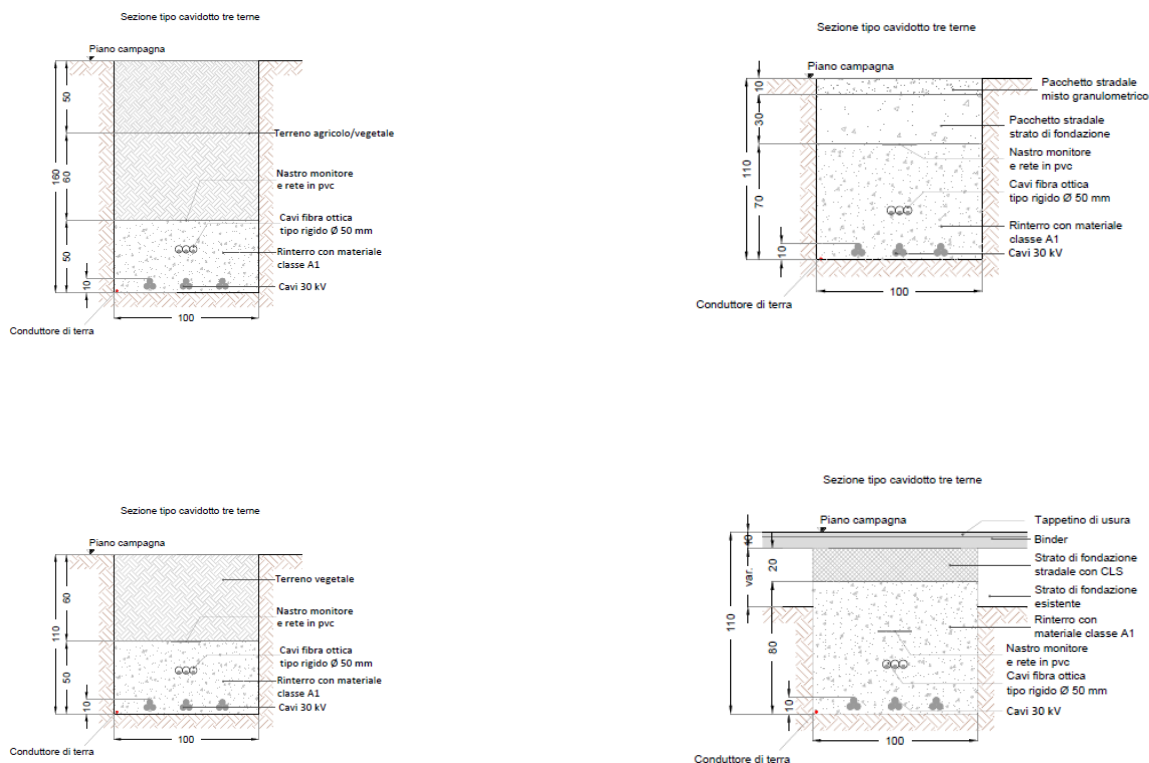
Il cavidotto sarà realizzato con scavo a sezione obbligata con mezzo meccanico.

Per quanto possibile si cercherà di utilizzare percorsi rettilinei o con cambiamenti di direzione di ampio raggio. Lo scavo avrà dimensioni medie di larghezza 90 cm per una profondità compresa tra 110 e 150 cm. Il fondo dello scavo sarà sistemato con sabbia fine dove sarà posato il cavo e protetto con coppone adatto a questo impiego. Il riempimento potrà riutilizzare il materiale di scavo. In ogni caso lo scavo riporterà in superficie le stesse condizioni esistenti prima dell'utilizzo: prato, terra compattata o asfalto.

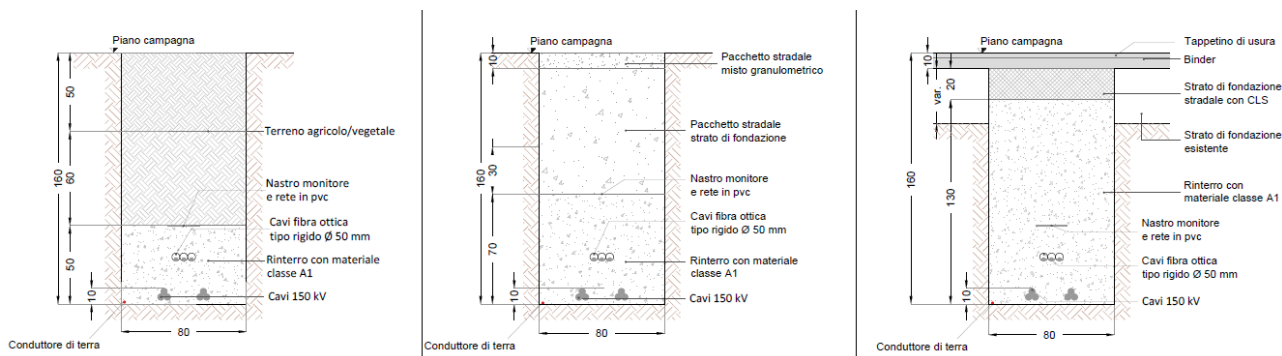
Per il collegamento, a seconda delle distanze da percorrere e dei lotti dei cavi disponibile in commercio in fase di realizzazione dell'impianto si stima che verranno utilizzate pezzature da circa 500 m appositamente giuntate secondo normativa vigente.

Il tracciato effettivo sarà reso disponibile dalla D.L. prima di effettuare i lavori. Per le operazioni di posa rispettare quanto riportato nelle immagini sotto indicate:

Di seguito una rappresentazione della corretta posa del cavo



(Sezione tipo cavidotti 30kV)



(Sezione tipo cavidotti 150 kV)

3.9 Disposizioni particolari per la posa

Di seguito vengono indicate le prescrizioni da rispettare al verificarsi dei casi trattati.

Incrocio tra cavi di energia e cavi di telecomunicazioni

Il cavo di energia, di regola, deve essere posato inferiormente al cavo di telecomunicazione; la distanza tra due cavi non deve essere inferiore a 0,30 m.

Deve essere realizzata sul cavo superiore, una protezione per una lunghezza non inferiore ad 1m disposta simmetricamente rispetto all'altro cavo.

Tali dispositivi di protezione devono essere costituiti da involucri preferibilmente di acciaio zincato a caldo, sono ammessi involucri protettivi in PVC pesanti aventi caratteristiche meccaniche adeguate all'impiego.

Parallelismo tra cavi

Nei percorsi paralleli i cavi di energia e i cavi di telecomunicazione devono essere posati alla maggiore distanza possibile. Al limite minimo la distanza da rispettare deve essere non inferiore a 0,30 m misurata sulla proiezione dei cavi su un piano orizzontale.

Incroci tra cavi di energia e tubazioni metalliche interrate

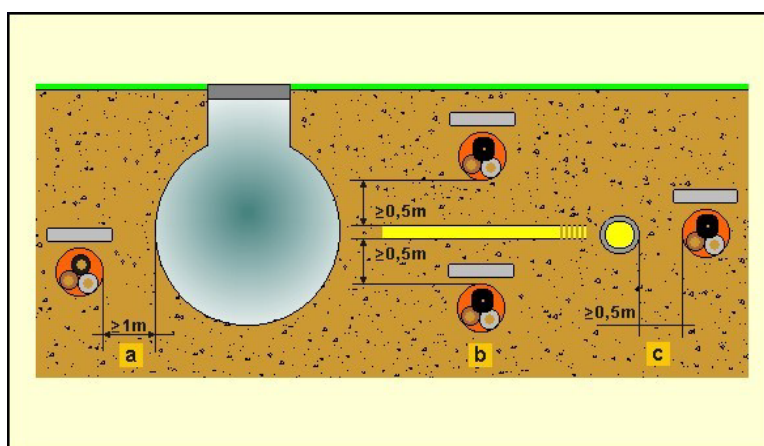
L'incrocio fra cavi di energia e le tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, gasdotti) non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati. La distanza non deve essere inferiore a 0,5m.

Parallelismo tra cavi di energia e tubazioni metalliche

Nei percorsi paralleli i cavi di energia e le tubazioni metalliche devono essere posati alla maggiore distanza possibile. Al limite minimo la distanza da rispettare deve essere non inferiore a 0,30m misurata sulla proiezione dei cavi su un piano orizzontale.

Serbatoi di liquidi e gas infiammabili

Le superfici esterne dei cavi di energia interrati non devono distare meno di 1m dalla superficie esterna di serbatoi.



(Schema risoluzione interferenze)

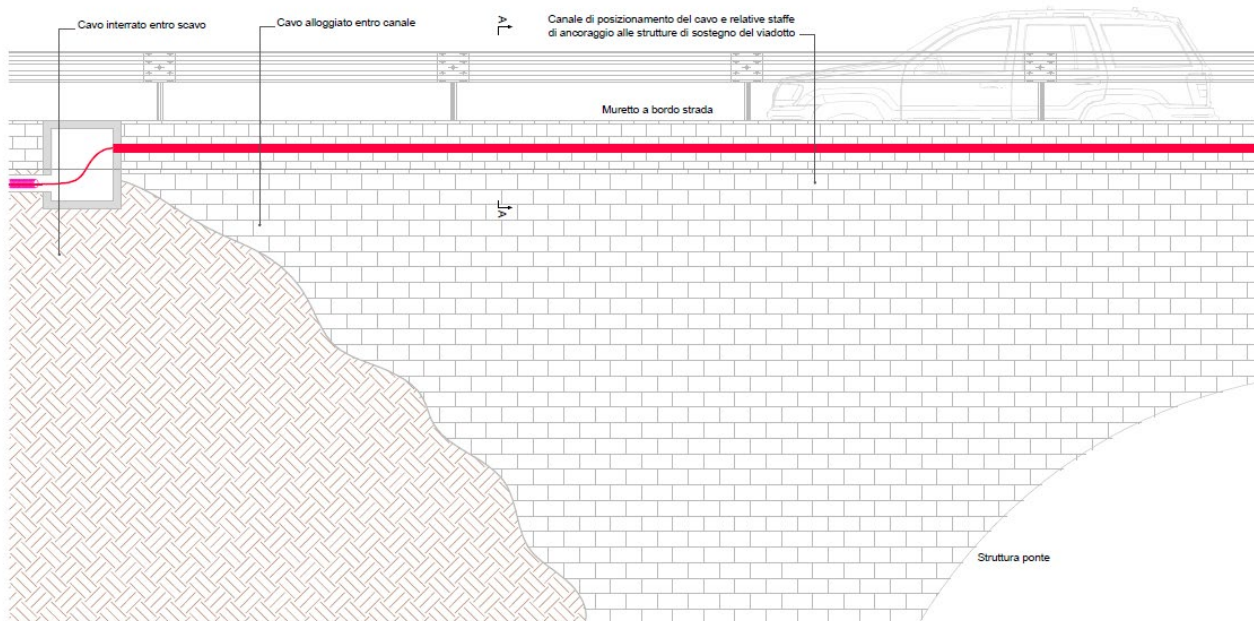
Incroci tra cavi di energia e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenante con pressione massima di esercizio > 5BAR

Nei casi di sopra e sottopasso tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni non drenante, la distanza in senso verticale fra le due superfici affacciate deve essere $\geq 1,50m$.

In ogni caso deve essere evitato il contatto metallico tra le superfici affacciate.

Parallelismi tra cavi di energia e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenante con pressione massima di esercizio > 5BAR

La distanza minima tra le due superfici affacciate non deve essere inferiore alla profondità di interrimento della condotta del gas, salvo l'impiego di diaframmi continui di separazione nei tipi sopra indicati.



(Attraversamento corso d'acqua mediante staffaggio su ponte)

3.10 Modalità di posa

Tutti i cavi utilizzati per i collegamenti interni ed esterni all'impianto saranno di tipo schermato con conduttore in alluminio. Essi, correranno interrati ed in via preferenziale lungo il tracciato delle piste di impianto e della rete stradale esterna. Le profondità di posa garantiscono la non interferenza dei cavidotti con l'attività agricola, qualora il tracciato dovesse attraversare zone di coltivazione.

I cavi MT e AT verranno posati secondo la procedura qui descritta:

- Scavo di profondità e larghezza secondo quanto indicato negli elaborati di progetto eseguito con escavatore a benna cingolato;
- Posa manuale (con supporto di posacavi) dei cavi elettrici e del conduttore di terra (parte della rete di terra dell'impianto) sul fondo dello scavo;
- Rinterro parziale con sabbia lavata mediante pala meccanica compatta su ruote (tipo "Bobcat");
- Posa manuale, con supporto di posacavi, dei cavi in fibra ottica;
- Ulteriore rinterro parziale con sabbia mediante pala meccanica compatta e posa manuale del nastro monitore;
- Eventuale posa di pozzetti prefabbricati mediante piccolo camion con gru;

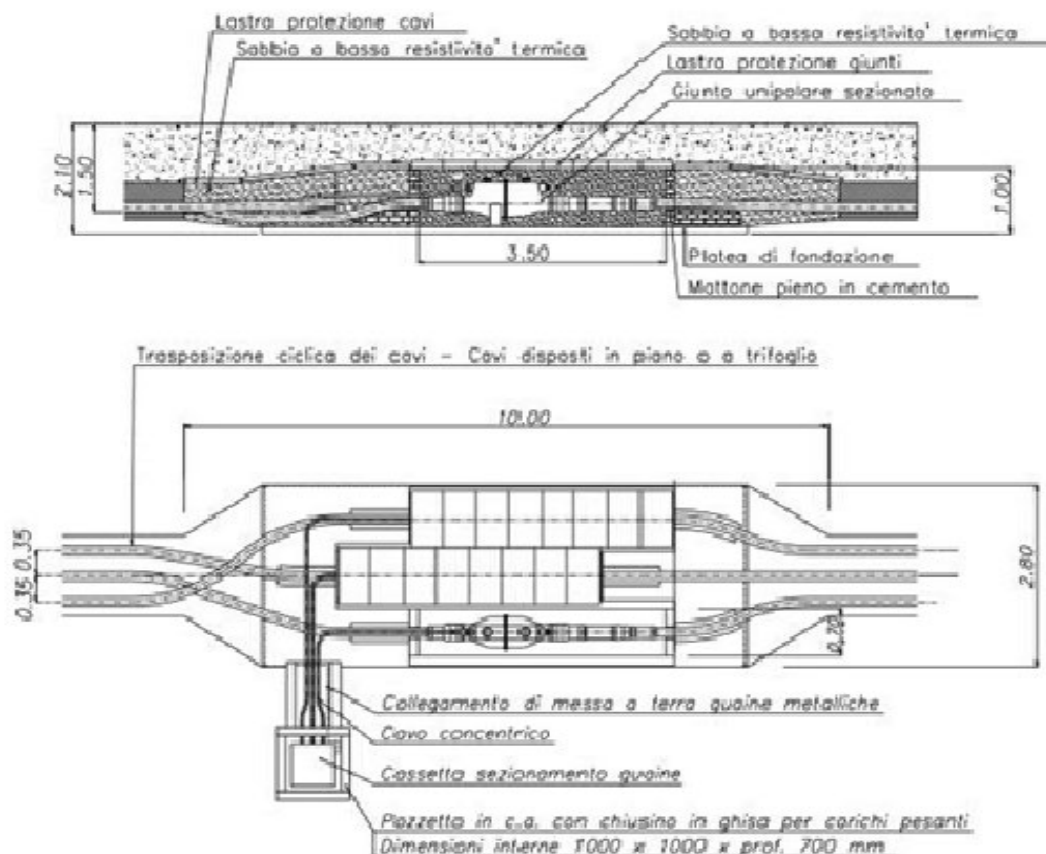
- Rinterro e ripristino della pavimentazione esistente ove necessario fino alla quota preesistente mediante pala meccanica compatta; laddove ritenuto idoneo dalla Direzione lavori, il rinterro potrà avvenire con materiale proveniente dagli scavi previa opportuna selezione; il materiale che invece non potrà essere reinterrato e risulterà dunque in esubero verrà conferito in discarica.

Per garantire la stabilità del materiale compreso tra i cavi elettrici e il nastro monitor, il materiale di rinterro andrà rullato e compattato a strati di spessore non superiore a 25-30 cm prima della posa dello strato successivo fino alla posa del nastro monitor.

La posa dei cavi BT all'interno dell'impianto, per l'alimentazione di tutti i servizi ausiliari, inclusi i sistemi di illuminazione e sorveglianza, segue la stessa procedura, differendo solo nella profondità dello scavo che potrà essere di 160 cm in corrispondenza dell'eventuale interferenza con attività agricole.

La posa della rete di terra dell'impianto avviene contestualmente alla posa dei cavi. La rete di terra delle cabine sarà realizzata tramite cavo di rame nudo posato sul fondo di trincee della profondità di 80 cm circa scavate lungo il perimetro delle cabine, con l'integrazione di dispersori (o picchetti). Anche questa attività di scavo richiederà l'uso di escavatore a benna.

PARTICOLARE BUCA GIUNTI



(Particolare buca giunti)

3.11 Servitù di cavidotto

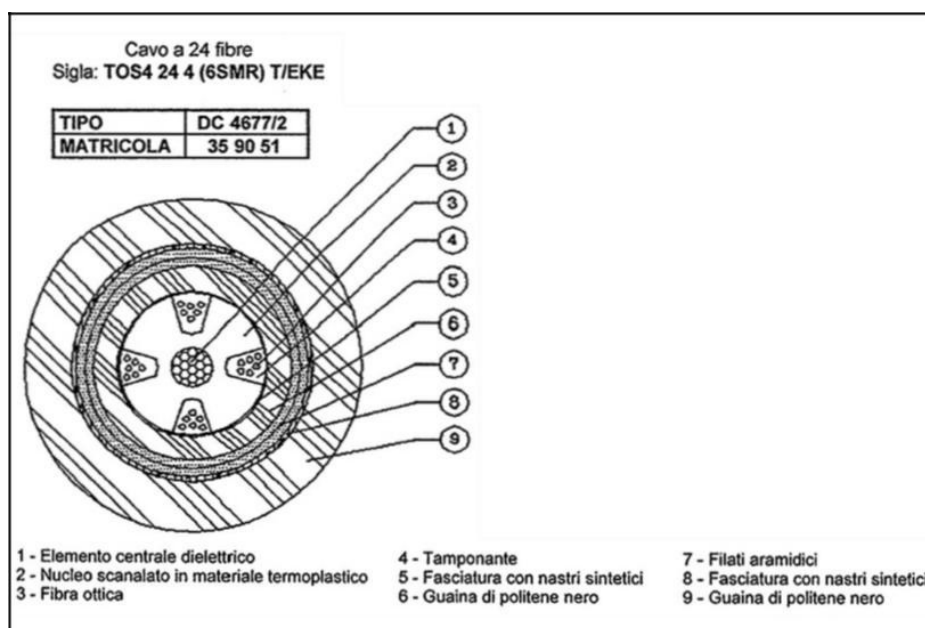
L'ampiezza convenzionale della fascia asservita o di asservimento per la tipologia in argomento è di 5,00 m complessivi.

3.12 Sistema di telecomunicazione

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti.

All'interno del cavidotto verrà inoltre posato un cavo per la trasmissione dei dati al sistema.

La trasmissione dati sarà di tipo ottico, esterna al cavo. La scelta di realizzare una rete in fibra ottica permette di avere a disposizione un mezzo di comunicazione esente da disturbi, con isolamento galvanico ed avere una banda larga di comunicazione anche per lunghe distanze.



(Esempio di cavo in fibra ottica)

3.13 Criteri di dimensionamento e verifica dei cavi adottati

Un cavo è costituito dai seguenti elementi (non sempre tutti contemporaneamente presenti):

- Condotto: parte metallica destinata a condurre la corrente, in alluminio;
- Isolante: strato di dielettrico che circonda il condotto;
- Riempitivo: materiale in fibra tessile destinato a riempire gli interstizi nei cavi a più anime;
- Schermo protettivo: elemento con funzione di protezione meccanica o di schermo elettrico costituito da una guaina metallica o da una armatura o da una fasciatura;
- Guaina: rivestimento tubolare che ricopre le anime al fine di proteggerle;
- Filo di identificazione IMQ o HAR.

Indicando con I_z la portata massima di corrente trasportata dal cavo ricavata dalle tabelle del Costruttore, in funzione al sistema di posa, detta portata deve essere correlata ai parametri sotto indicati.

La portata dei cavi in regime permanente viene determinata in accordo alla norma IEC 60502-2, tenendo conto del declassamento dovuto alla temperatura, profondità e tipologia di posa.

In particolare è utilizzata la formula seguente:

$$I_z = I_0 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4$$

Dove:

I_0 = portata in condizioni nominali dei conduttori con isolante polimerico, E4 e G7, ed è ricavata dai datasheet del costruttore;

k_1 = coefficiente di correzione che tiene conto del numero di circuiti affiancati (più cavi o più tubi);

k_2 = coefficiente di correzione per temperatura del terreno diversa da quella di riferimento;

k_3 = coefficiente di correzione per profondità di posa diversa da quella di riferimento;

k_4 = coefficiente di correzione per resistività termica del terreno diversa da quella di riferimento:

Il valore di I_0 ricavato dalle tabelle è riferito alle seguenti condizioni:

- Temperatura del terreno 20°C;
- Profondità di posa 1,20 m (1,60m per il cavo a 150 kV);
- Resistività termica del terreno 2 K*m/W.

In assenza di informazioni specifiche sulle caratteristiche termiche del terreno, variabili sulla base di diversi fattori (composizione, umidità, ecc...), è stato considerato una resistività termica pari a 2 K*m/W. Tale valore risulta essere cautelativo e rappresenta una media tra i valori di resistività dei materiali costituenti il letto di posa (sabbia, materiale di risulta, ecc...).

Per la temperatura è mantenuto il valore di riferimento di 20 °C. La portata (I_z) si modifica in funzione dei parametri:

K_6 = coefficiente di correzione per temperatura del terreno diversa da 20°;

K_7 = coefficiente di riduzione di portata di un cavo installato in tubo da solo o in vicinanza di altri cavi;

K_8 = coefficiente di riduzione di portata in funzione della profondità di interrimento;

K_9 = coefficiente di riduzione di portata quando la resistività termica del terreno è diversa da 1,5.

La I_z diventa: $I_z \times K_t = I_z \times (K_6 \times K_7 \times K_8 \times K_9)$ (tutti i valori di $K...$ sono indicate in apposite tabelle).

Caduta di Tensione

Seconda la Tabella A: NF C 15100 la caduta di tensione massima per alimentazione da stazioni ad alta tensione non deve superare l'8%.

Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = P / K \cdot V_n \cdot \cos \phi$$

K = radice di tre; V_n = Livello di tensione; $\cos \phi$ = fattore di Potenza del carico

Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale.

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$cdt(I_b) = k I_b L / 1000 (R \cos \phi + X \sin \phi) \cdot 100 / V_n$$

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 80°C, mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km . La $cdt(I_b)$ è la caduta di tensione alla corrente I_b e calcolata analogamente alla $cdt(I_b)$.

Tra i sub-campi Sud e Nord la distribuzione avverrà a mezzo di cavidotto interrato in MT dalla MTR 2 (secondaria) alla MTR 1 (primaria) che avrà funzione di MTR principale in uscita dall'impianto. Dal punto di vista elettrico, la connessione a monte dei trasformatori elevatori (in SSE di

trasformazione) sarà a 30 kV in cavidotto interrato, mentre la tensione di consegna sarà in antenna a 150 kV come stabilito dalla STMG

La linea secondaria MTR 2 - SSE è la meno caricata, in essa confluiscono soltanto 4 power station per una potenza totale (da inverter) di 19,931 MW massimi, per tale linea è prevista una conduttura composta da una terna da 630 mm².

La linea primaria MTR 1 - SE è la più caricata, in essa confluiscono le restanti 6 power station dell'area Nord per una potenza totale di 25,058 MW massimi, per tale linea è prevista una conduttura composta da 2 terne in parallelo da 630 mm².

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico. In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), e CEI 11-17, infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$a) I_b \leq I_n \leq I_z, \quad b) I_f \leq 1,45 I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

3.14 Verifica linee in cavo

A) Linea AT a 150 kV in antenna: per il ramo da SE di Terna a SSE di Utente di trasformazione. La potenza massima prevista in immissione è di 44,98 MW e la lunghezza risulta essere approssimativamente 40 m.

Le caratteristiche della linea saranno le seguenti:

- Tensione di esercizio 150kV
- Carico nominale trasportato: 44,98 MW
- Corrente carico max 200 A
- Cavo in alluminio 87/150 kV
- Portata cavo interrato 500 A
- DV % 0,8 %

- Fattore di potenza 1

Il cavo, oltre a rispettare le normative vigenti, dovrà rispettare le prescrizioni del Codice di Rete ed in particolare l'allegato A.3.

B) Per il ramo SE utente di trasformazione - Impianto FV (MTR NORD), la potenza massima prevista in immissione è di 25,058 MW, e la lunghezza risulta essere di 1,5 km (linea 3x2x630 mm²).

Le caratteristiche della linea saranno le seguenti:

- Tensione di esercizio 30kV
- Carico nominale trasportato 25,058 MW
- Corrente carico max 520 A
- Cavo in alluminio ARE4H5E 20,8/36 kV 2x(3x2x630) mm²
- Portata cavo interrato 2x622 A
- DV % <0,2 %
- Fattore di potenza 1

C) Per il ramo SE utente di trasformazione - Impianto FV (MTR SUD), la potenza massima prevista in immissione è di 19,9231 MW, e la lunghezza risulta essere di 1,4 km organizzate in una linea da 3x1x630 mm²).

Le caratteristiche della linea saranno le seguenti:

- Tensione di esercizio 30kV
- Carico nominale trasportato: 19,9231 MW
- Corrente carico max 420 A
- Cavo in alluminio ARE4H5E 20,8/36 kV 3x1x630 mm²
- Portata cavo interrato 1x622 A
- DV % < 0,2 %
- Fattore di potenza 1

Le linee saranno protette alla partenza con dispositivi automatici posti rispettivamente nella Stazione Elettrica Terna (AT) e SSE Utente di trasformazione (MT-AT) dotati di: protezione di massima corrente, direzionale di terra e di massima tensione residua sugli interruttori di partenza linea ed arrivo linea.

Per ciascuna unità funzionale di arrivo linea dal campo, un relè di protezione multifunzione a microprocessore dedicato, con le seguenti funzioni di protezione:

- protezione di massima corrente trifase ad una soglia di intervento a tempo dipendente (51), contro il sovraccarico della linea in cavo;
- protezione di massima corrente trifase ad una soglia di intervento a tempo indipendente (50), contro i corto circuiti polifasi sulla linea. Tale protezione risulta intrinsecamente direzionale se viene tarata con soglia di intervento minore del contributo della RTN al corto circuito sulla linea proveniente dal campo e maggiore del contributo dei gruppi di conversione;
- protezione direzionale di terra ad una soglia di intervento a tempo indipendente (67N) codirezionalità di intervento in uscita dal quadro verso il campo. La protezione sarà in grado di intervenire su un guasto a terra lungo la linea.

Le protezioni di massima corrente 51-50 effettuano la misura trifase delle correnti da una terna di sensori di misura posti a valle dell'interruttore installato nelle unità funzionali del quadro MT di sottostazione, mentre la protezione direzionale di terra 67N effettua la misura della corrente residua mediante toroide sulla linea in partenza dal quadro; la protezione direzionale di terra 67N effettua inoltre la misura della tensione residua mediante i TV inseriti nel quadro stesso. Per intervento della protezione 51 o 50 o 67N viene comandata l'apertura dell'interruttore dell'unità funzionale specifica (52L/01 e 52L/02).

Nelle cabine di raccolta, tutti gli interruttori di media tensione saranno provvisti di protezioni 50-51-67N e 51NS2.