



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di FOGGIA



COMUNE di MANFREDONIA



PropONENTE	<p>LUCKY WIND s.p.a. Piazza C. Battisti, 27 71121 Foggia Tel. 0881.630470-630404 Fax 0881.630417 P.IVA 02116900719</p> 				
Progettazione Generale, elettrica e Coordinamento	 <p>STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA MEZZINA dott. ing. Antonio Via T. Solis 128 71016 San Severo (FG) Tel. 0882.228072 Fax 0882.243651 e-mail: info@studiomezzina.net</p>   				
Studio Paesaggistico e Ambientale	 <p>Arch. Antonio Demaio Tel. 0881.756251 Fax 1784412324 E-Mail: sit.vega@gmail.com</p>	Studio Geologico e idraulico	<p>Studio di Geologia Tecnica & Ambientale Dott.sa Geol. Giovanna Amedei Via Pietro Nenni, 4 - 71012 Rodi Garganico (Fg) Tel./Fax 0884.965793 Cell. 347.6262259 E-Mail: giovannaamedei@tiscali.it</p>		
Studio Archeologico	 <p>Dott. Vincenzo Ficco Tel. 0881.750334 E-Mail: info@archeologicasrl.com</p>	Studio Naturalistico	<p>Dott. Forestale Luigi Lupo Corso Roma, 110 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it</p>		
Studio Acustico	<p>Arch. Marianna Denora Via Savona, 3 - 70022 Altamura (BA) Tel. Fax 080 3147468 E-Mail: info@studioprogettazioneacustica.it</p>				
Opera	<p>Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, e sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, con potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.</p>				
Procedimento	<p>ISTANZA DI AUTORIZZAZIONE UNICA ai sensi dell'art. 12 del D.lgs. 387/2003 e s.m.i.</p>				
Oggetto	Folder: Relazioni e documenti del progetto definitivo dell'impianto				Sezione: A
	Nome Elaborato: JOQSENO_RelazioneConnessioneRTN.pdf				Codice Elaborato: A06
	Descrizione Elaborato: Relazione tecnica di connessione alla RTN				
02	Dicembre 2020	Integrazioni procedimento A.U.	Ing. M. A. Merlino	Ing. A. Mezzina	LUCKY WIND S.p.a.
01	Gennaio 2020	Progetto definitivo per Istanza di A.U.	Ing. M. A. Merlino	Ing. A. Mezzina	LUCKY WIND S.p.a.
00	Luglio 2019	Richiesta di V.I.A.	Ing. M. A. Merlino	Ing. A. Mezzina	LUCKY WIND S.p.a.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala: /		Codice Pratica JOQSENO			
Formato: A4					



PROPONENTE:

LUCKY WIND s.p.a.

Sede Legale: Piazza C. Battisti, 27 | 71121 Foggia

Tel.: 0881.630470-630404 | Fax 0881.630417

C.F. e P.IVA 02116900719

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON ALLEVAMENTO OVI-CAPRINO, DI POTENZA PARI A 49,912 MWp, E SISTEMA DI ACCUMULO DI ENERGIA ELETTRICA DI 25MW/50MWh, CON POTENZA COMPLESSIVA AI FINI DELLA CONNESSIONE PARI A 75 MW, SU TERRENI CON VINCOLO ZVN (ZONE A VULNERABILITÀ DA NITRATI - D.G.R. N. 1408 DEL 06/09/2016), COME PROGRAMMA DI RICONVERSIONE TEMPORANEA E MIGLIORAMENTO BIO-STRUTTURALE DEI SUOLI OGGETTO DELL'INTERVENTO E DELLE FALDE SOTTERRANEE, FINALIZZATO AL RECUPERO DEL LORO VALORE AGRONOMICO, NONCHÉ DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI ALLA COSTRUZIONE E ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO.

RELAZIONE TECNICA

**OPERE DI UTENZA PER LA CONNESSIONE ALLA
RETE DI TRASMISSIONE NAZIONALE**



Sommario

PARTE I: INTRODUZIONE E ASPETTI GENERALI.....	3
1.1. OGGETTO.....	3
1.2. MODALITÀ DI CONNESSIONE ALLA RTN.....	3
1.3. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PARCO FOTOVOLTAICO.....	5
<i>Sottoimpianto OVEST.....</i>	<i>7</i>
<i>Sottoimpianto EST.....</i>	<i>7</i>
<i>Riepilogo costituzione impianto fotovoltaico.....</i>	<i>8</i>
<i>Moduli fotovoltaici.....</i>	<i>8</i>
<i>Strutture di sostegno del generatore fotovoltaico.....</i>	<i>8</i>
<i>Collegamenti elettrici del campo fotovoltaico.....</i>	<i>9</i>
<i>Inverter solare.....</i>	<i>9</i>
<i>Cabina elettrica di trasformazione bT/mt.....</i>	<i>10</i>
<i>Sottostazione Produttore.....</i>	<i>11</i>
PARTE II: LINEE ELETTRICHE MT INTERNE ED ESTERNE AL PARCO FOTOVOLTAICO.....	12
2.1. Struttura e schema delle linee elettriche MT.....	12
2.2. Caratteristiche delle linee elettriche MT.....	12
2.3. Normativa di riferimento.....	17
2.4. Condizioni ambientali di posa.....	18
2.5. Protezione contro le sovracorrenti.....	19
2.6. Messa a terra.....	22
PARTE III:.....	23
3.1 Schema di condivisione di stallo.....	23
3.2 Ubicazione della sottostazione produttore.....	24
3.3 Profilo piano altimetrico dell'area.....	25
3.4 Dimensionamento di massima della cabina primaria produttore e scelte progettuali.....	25
3.5 Struttura della Sottostazione Produttore.....	26
3.6 Locali tecnici della Sottostazione produttore.....	27
3.7 LAYOUT DELLO STALLO PER LA CONNESSIONE ALLA SE-RTN.....	31
3.8 Complessi di misura per la verifica delle partite commerciali.....	35
3.9 Impianto di terra.....	35
3.10 Servizi generali e ausiliari.....	36
3.11 Gruppo elettrogeno.....	38
3.12 Alimentazione in c.c.....	38
3.13 Basamenti per apparecchiature elettriche.....	39
PARTE IV.....	40
OPERE DI RETE A 150kV e 380 kV.....	40



PARTE I:

INTRODUZIONE E ASPETTI GENERALI.

1.1. OGGETTO.

La presente relazione è relativa alla progettazione esecutiva all'impianto Agro-Fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, che la società Lucky Wind s.p.a. intende realizzare in località "Panetteria del Conte", Comune di Manfredonia (FG), e delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto, anch'esse interamente nel Comune di Manfredonia, alla località "Posta Macchia Rotonda", con potenza teorica di picco del generatore fotovoltaico pari a circa 49,912 MWp, e sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh e potenza ai fini della connessione pari a 75 MW.

In questa relazione sono trattati nello specifico gli aspetti specialistici relativi alle Opere Elettriche per la Connessione alla RTN dell'impianto fotovoltaico. In particolare, si considerano sia le opere di rete per la connessione che quelle di utenza. Le prime riguardano quelle opere che una volta autorizzate, il relativo titolo autorizzativo sarà volturato al Gestore di Rete (TERNA) che ne curerà prima la realizzazione e poi la gestione a tempo indeterminato; le seconde invece si riferiscono a quelle di stretta competenza dell'impianto fotovoltaico e che hanno motivo di esistere fin quando lo sarà l'impianto fotovoltaico. A differenza delle seconde, le prime hanno carattere strategico e interesse generale.

1.2. MODALITÀ DI CONNESSIONE ALLA RTN

La proponente **LUCKY WIND S.P.A.** ha ottenuto Preventivo di Connessione dal Gestore di rete TERNA SpA, con lettera Prot. TERNA/P2019 0088706 del 17.12.2019, codice Pratica 201900135, la cui Soluzione Tecnica Minima Generale prevede la connessione "*... in antenna a 150kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150kV di Manfredonia.*" stabilendo altresì la necessità di condivisione dello Stallo in Stazione con altri realizzandi impianti di produzione.

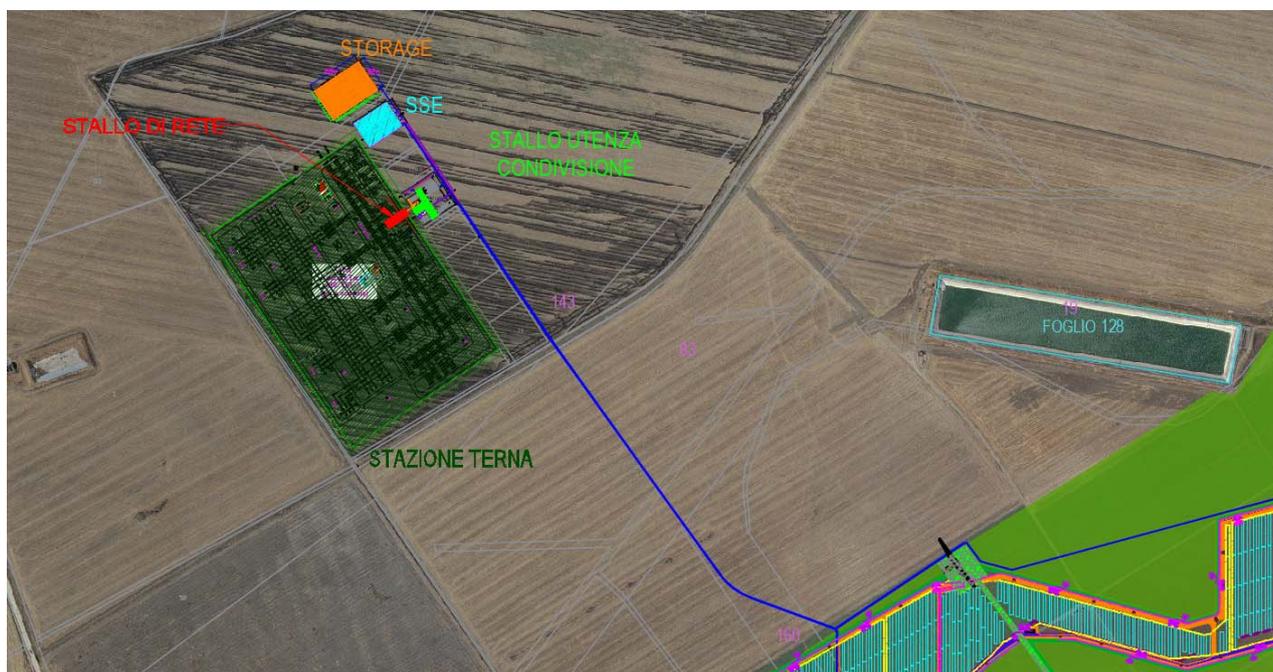


Fig. 1. Inquadramento su ortofoto opere di Rete: in blu, l'elettrodotto dorsale MT 20kV; in Ciano, la SSE Produttore; in Arancio, l'area dedicata a Storage; in verde chiaro, le apparecchiature AT per la condivisione Stallo; in viola, l'elettrodotto AT 150kV per la condivisione stallo; in Verde, l'area occupata dalla esistente SE TERNA; in rosso, la posizione dello Stallo 150kV di rete esistente.

L'impianto oggetto della presente relazione condividerà lo Stallo di Rete esistente in SE "Manfredonia" con l'impianto riconducibile alla società Lucky Wind 4 S.r.l., (codice pratica **2011/07005145**).

In particolare, i due impianti costituiranno una connessione del tipo in condominio (o a grappolo) di alta tensione e condivideranno lo stallo cavo di alta tensione ed il cavo interrato AT di collegamento alla SE Manfredonia. Il condominio così costituito sarà connesso ad un unico stallo produttore, già esistente ed in esercizio in capo alla Società Lucky Wind 4 s.r.l., in SE-RTN TERNA di Manfredonia, che costituirà l'impianto di rete per la connessione.

Il layout delle Sottostazioni e dell'area condominiale tra i produttori è stato definito mediante apposito accordo privato, secondo la rappresentazione planimetrica riportata in **fig. 2**.

Con istanza del 26.05.2020 la Società, presentando l'opportuna e necessaria documentazione, depositava istanza di Benestare Tecnico per le opere di Rete al gestore di rete nazionale.

Con successiva istanza di riesame del 30.07.2020 la Società richiedeva a TERNA la modifica della potenza di connessione da 50MW a 75MWp, comunicando la miglioria progettuale consistente nell'aggiunta del sistema di accumulo da 25MWp.

Le opere di utenza riguardano in definitiva:



- Nuova Sottostazione Produttore 20/150kV, con annessa Stazione di accumulo;
- Nuove apparecchiature elettromeccaniche e nuovi locali tecnici da realizzare all'interno della sottostazione produttore 20/150kV, già esistente, realizzata a servizio di un impianto eolico attualmente in esercizio ed autorizzata con D.D. 28/2013 nel procedimento AU avente codice pratica: **9773S09**;
- La rete MT a 20 kV per la connessione dei 4 sottocampi in cui è complessivamente suddiviso il parco Fotovoltaico, alla sottostazione produttore di cui al punto precedente;

Per quanto concerne le opere di rete:

- Il parco fotovoltaico utilizzerà lo Stallo a 150 kV già esistente nella Stazione Elettrica TERNA sita in agro di Manfredonia, catastalmente distinta al foglio 128, p.lla 113;
- Sarà utilizzata la connessione in antenna a 150 kV tra la Sottostazione produttore 20/150kV e lo stallo Stazione Elettrica RTN a 380/150 kV, già esistente.

Tali opere, connesse al parco fotovoltaico, sono parte integrante delle attività che compongono l'impianto per la produzione dell'energia elettrica da fonte fotovoltaica che la LUCKY WIND s.p.a. intende realizzare nel comune di Manfredonia(FG).

1.3. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PARCO FOTOVOLTAICO.

In questo paragrafo riportiamo una descrizione generale e sintetica dell'impianto fotovoltaico allo scopo di inquadrare da subito le sue linee e le caratteristiche generali. Nel seguito di questa relazione si approfondiranno in dettaglio tutti gli aspetti tecnici dell'impianto fotovoltaico.

La centrale fotovoltaica si svilupperà su un'area complessiva lorda di circa **67ha 46a 50ca**, corrispondenti alla superficie utile dei fondi acquisiti.

La superficie effettivamente impegnata dal generatore fotovoltaico, al netto delle perimetrazioni vincolistiche e orografiche, ed interna alla recinzione e viabilità di servizio, è invece di circa **45ha 05a 00ca**, a cui corrisponde una densità di potenza pari a:

$$D = P / S = 49.912.000 / 450.500 = 1,10 \text{ MWp/Ha}$$

L'impianto Fotovoltaico sarà strutturato in **4** sottocampi elettricamente indipendenti, raggruppati in due

Sottoimpianti planimetricamente distinti:

1. Il sottoimpianto EST, della potenza di circa **20,0 MWp** (19,971 Mwp);
2. Il sottoimpianto Ovest, della potenza di circa **30,0MWp** (29,940 Mwp);

I vari sottocampi dei due Sottoimpianti sono strutturati in serie, per poi far capo, mediante elettrodotti interrati in MT, a 4 Cabine di Raccolta-MASTER. Da ciascuna delle Cabine di Raccolta l'energia viene conferita in SSE tramite un elettrodotto dorsale, di formazione varia e più innanzi specificato.

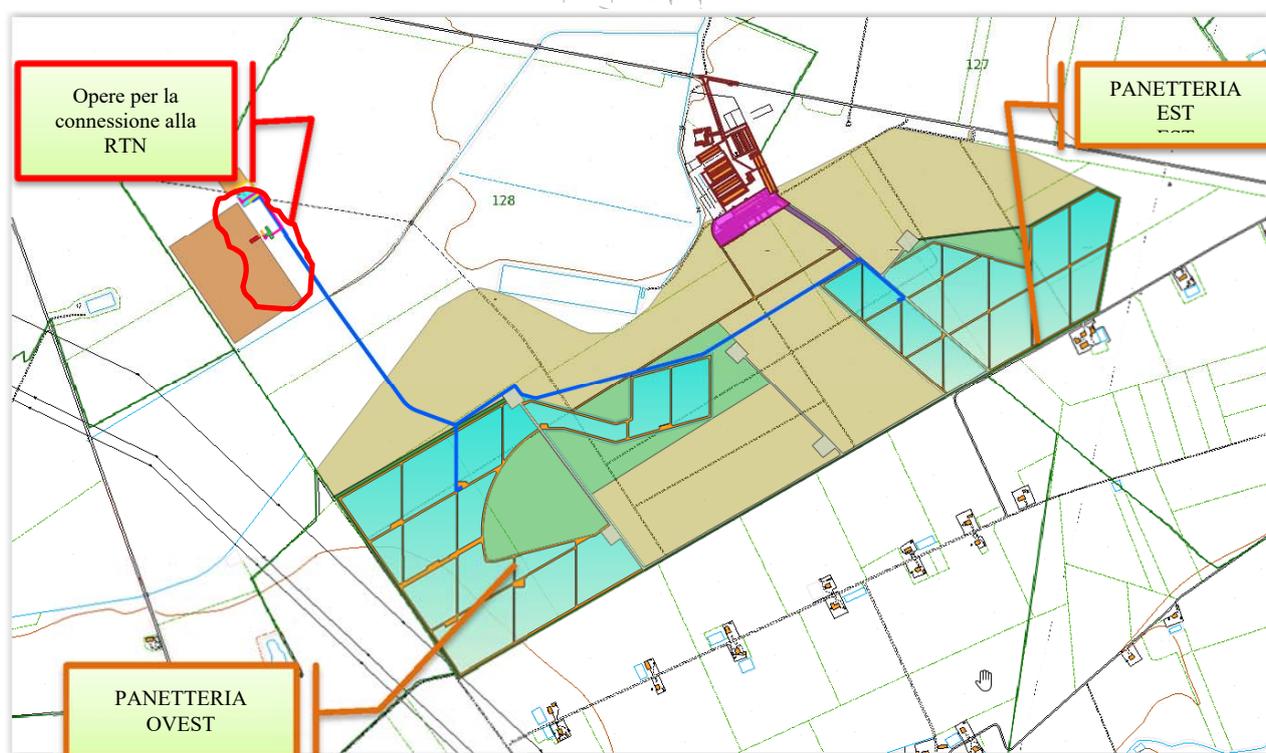


Fig. 2. Dettaglio planimetrico su CTR - area Parco Fotovoltaico, in località "Masseria Panetteria del Conte". In Celeste, le aree impegnate dal generatore Fotovoltaico; in verde, le aree destinate a pascolo. In seppia, le aree destinate a coltivazione; Con tratto blu, le linee dorsali MT a 20kV; in alto a sinistra sono visibili, dall'alto verso il basso, lo Storage, la Sottostazione Produttore, le opere per la condivisione stallo. In Magenta, l'area destinata a ricovero delle greggi.



Sottoimpianto OVEST

Il sottoimpianto fotovoltaico “**OVEST**” avrà una potenza di 29.940 kWp e sarà a sua volta costituito da 2 sottocampi fotovoltaici.

I 2 sottocampi, suddivisi in 9 subcampi, saranno costituiti come segue:

- 1 sottocampo sarà costituito da 4 cabine di trasformazione bT/MT (3 cabine SLAVE, 1 cabina MASTER), ciascuna facente capo ad un subcampo da circa 3,3MWp, con trasformatori di potenza circa pari a 3.150kVA, per una potenza complessiva pari a **13,314MWp**;
- Un sottocampo avrà 5 cabine di trasformazione bT/MT (4 cabine SLAVE, 1 cabina MASTER), ciascuna facente capo ad un subcampo da circa 3,3MWp, con trasformatori di potenza circa pari a 3.150kVA, per una potenza complessiva pari a **16,626MWp**;

Le suddette cabine di ciascun sottocampo saranno elettricamente collegate ad anello fino alla cabina MT denominata “Cabina MASTER”, da cui si diparte il cavidotto dorsale di connessione alla RTN. La scelta di realizzare tale sottoimpianto fotovoltaico suddiviso in 9 subcampi FTV costituisce un buon compromesso tra esigenze di continuità di servizio e limitazione dei costi dell’impianto.

Sottoimpianto EST

Il sottoimpianto fotovoltaico “**EST**” avrà una potenza di **19.971 kWp** e sarà anch’esso costituito da 2 sottocampi fotovoltaici.

I 2 sottocampi, suddivisi in 6 subcampi, saranno costituiti come segue:

- 1 sottocampo sarà costituito da 3 cabine di trasformazione bT/MT (2 cabine SLAVE, 1 cabina MASTER), ciascuna facente capo ad un subcampo da circa 3,3MWp, con trasformatori di potenza circa pari a 3.150kVA, per una potenza complessiva pari a **9,969MWp**;
- Un sottocampo avrà 3 cabine di trasformazione bT/MT (2 cabine SLAVE, 1 cabina MASTER), ciascuna facente capo ad un subcampo da circa 3,3MWp, con trasformatori di potenza circa pari a 3.150kVA, per una potenza complessiva pari a **10,002MWp**;



Le suddette cabine di ciascun sottocampo saranno elettricamente collegate ad anello fino alla cabina MT denominata “Cabina MASTER”, da cui si diparte il cavidotto dorsale di connessione alla RTN. La scelta di realizzare tale sottoimpianto fotovoltaico suddiviso in 6 subcampi FTV costituisce un buon compromesso tra esigenze di continuità di servizio e limitazione dei costi dell’impianto.

Riepilogo costituzione impianto fotovoltaico

In definitiva l’impianto fotovoltaico, costituito dall’insieme dei due Sottoimpianti Ovest e EST, sarà caratterizzato da:

- 1) 108504 moduli fotovoltaici della potenza di 460Wp cadauno;
- 2) 255 inverter da 185kVA;
- 3) 9042 stringhe da 12 moduli cadauna;
- 4) 15 cabine di trasformazione bT/MT 0,8/20kV;
- 5) 2 Cabine Locali tecnici bT;
- 6) 2 Cabine Locale Guardiania;
- 7) 4 sottocampi di potenza, rispettivamente, 13,314MWp, 16,626MWp; 10,002MWp, 9,969MWp. per una potenza di picco complessiva del generatore fotovoltaico pari a 49,912 MWp
- 8) 4 elettrodotti dorsali per la connessione tra le cabine Master di ciascun Subcampo e la SSE, di lunghezze pari a circa 2500m, 2250m, 1050m, 1350m.
- 9) Una sottostazione elettrica Produttore 20/150kV, per la connessione alla RTN. Situa nei pressi della esistente Stazione Elettrica TERNA “Manfredonia” situata in località Macchiarotonda.

Una Stazione di accumulo situata nei pressi della Stazione Elettrica Produttore 20/150kV.

Moduli fotovoltaici

Il generatore fotovoltaico è basato sull’impiego di un pannello fotovoltaico in silicio monocristallino scelto fra le macchine tecnologicamente più avanzate presenti sul mercato, dotato di una potenza nominale pari a 460Wp, costruito da Sunpower, appartenente alla Serie X, modello X21-460-COM.

Strutture di sostegno del generatore fotovoltaico

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture ad inseguimento solare di tipo “monoassiale”.

Gli inseguitori solari monoassiali inseguono le radiazioni luminose ruotando intorno a un unico asse e, in base all’orientamento dell’asse, possono essere distinti in:

- *Inseguitore Monoassiale di tilt o “bloccaggio”*; la rotazione avviene intorno all’asse est-ovest, coprendo l’angolo di tilt. Di norma la variazione dell’angolo viene eseguita manualmente due volte



l'anno.

- *Inseguitore Monoassiale di "rollio"*; insegue il sole nella sua volta celeste durante le ore centrali della giornata, invertendo il movimento nelle ore dell'alba e del tramonto per evitare gli ombreggiamenti.
- *Inseguitore Monoassiale di "azimut"*; la rotazione avviene intorno all'asse verticale collocato perpendicolarmente al suolo.

L'impianto progettato si avvale di inseguitori monoassiali di rollio **ad asse orizzontale** (la rotazione avviene attorno ad un asse parallelo al suolo, orientato **NORD-SUD**, con inseguimento **EST-OVEST**).

La scelta progettuale è caduta sull'inseguitore monoassiale **SF7** prodotto dalla **Soltec** che, rispetto ad analoghi sistemi concorrenti, consente l'installazione dei moduli fotovoltaici posizionati con il lato maggiore perpendicolare all'asse, consentendo un guadagno di densità di potenza installata a parità di suolo impegnato, tanto da riuscire a raggiungere una densità di potenza installata pari a **0,94MW/ha**.

Le file di inseguitori (TRACKER) saranno collocate ad una interdistanza mutua di 7,2m, che costituisce l'optimum tra le esigenze di massimizzare la producibilità specifica (all'aumentare della distanza si riducono gli ombreggiamenti reciproci) e l'esigenza di massimizzare la potenza di picco installata.

Collegamenti elettrici del campo fotovoltaico

Il collegamento elettrico tra i singoli moduli è del tipo "in serie", in maniera tale da formare una stringa di 12 moduli: tale collegamento avverrà mediante i cavi in dotazione ai singoli moduli, ed impiego di cavi "solari", ubicati sul retro della struttura portante e caratterizzati da tensione nominale $U_0 \geq 1.5kV$ DC (Figura 6).

La tensione massima di stringa è stata calcolata conservativamente a $-10^{\circ}C$ anche se i dati del sito indicano la temperatura minima di $+5^{\circ}C$; il valore teorico calcolato è di

- **Voc a $-10^{\circ}C$: 1175 V** per le stringhe con 12 moduli da 460 Wp

Le stringhe fanno capo direttamente ai 9 ingressi MPPT dell'inverter, così come indicato sul disegno di layout. All'interno dell'inverter è effettuato il collegamento in parallelo delle stringhe.

Il numero di stringhe che fanno capo a detto inverter sono comunque definite nel progetto di dettaglio.

Inverter solare

Gli inverter per la conversione dell'energia da corrente continua a corrente alternata 50Hz sono apparecchiature di stringa di costruzione **HUAWEI**, modello **SUN2000-185KTL-H1** con funzionalità in grado di sostenere la tensione di rete e contribuire alla regolazione dei relativi parametri.



In ogni subcampo (ciascun subcampo confluisce in una cabina) sono presenti 17 inverter di identica tipologia installati in campo sulle strutture di sostegno dei tracker come meglio specificato nelle tavole di progetto.

Cabina elettrica di trasformazione bT/mt

Le cabine elettriche di trasformazione bT/MT hanno le funzioni di trasformare da bassa in media, la tensione convertita da ogni inverter, tramite trasformatore presente in ognuna di esse. Le cabine citate saranno di due tipologie una cabina tipo MASTER e l'altra denominata SLAVE. Tali cabine saranno composte dai seguenti locali e/o vani:

- un locale trasformatore, dove sarà installato un trasformatore in resina bT/MT e un quadro di bassa tensione (AUX) derivabile dal secondario del trasformatore tramite un altro trasformatore 270/400 V, essendo la tensione secondaria del trasformatore di cabina pari a 270V;
- un locale quadri MT, dove saranno installati i moduli Interruttore di Manovra Sezionatore sottocarico (I.M.S) per la configurazione in serie delle cabine elettriche, ed un modulo Interruttore SF6 con sezionatore e partenza cavo posto a protezione e sezionamento del trasformatore stesso.

Per l'impianto fotovoltaico è stata prevista l'installazione in totale di n. 29 Cabine, delle quali 24 saranno cabine elettriche di conversione CC/AC e trasformazione bT/MT, due saranno cabine di raccolta, tre saranno cabine locali tecnici.

Le cabine saranno di dimensioni idonee ad accogliere i componenti necessari alla conversione, trasformazione e sezionamento dell'energia prodotta dall'impianto, oltre ad i necessari locali tecnici adibiti a sale di controllo dell'impianto e apparecchiature elettriche ed elettroniche di gestione.

Il costruttore, modello e potenza delle apparecchiature effettivamente utilizzate potranno variare in fase realizzativa, secondo lo stato della tecnica e/o necessità di Rete (ad esempio adeguamento a variazioni dell'attuale allegato A68 del codice di Rete), riservandosi anche di passare alla configurazione progettuale ad inverter centralizzato.

Nelle cabine di trasformazione dovrà essere sempre presente il corredo antinfortunistico completo composto almeno dai seguenti accessori:

1. pedana isolante a 24 kV oppure tappeto isolante a 24 kV posto a terra davanti al quadro MT;
2. guanti isolanti a 24 kV e relativo porta guanti;
3. schema dell'impianto di cabina del lato MT e bT;
4. cartello indicativo della tensione (sulla porta ed internamente alla cabina);



5. cartello monitore di avviso di pericolo con simbolo del teschio (all'interno della cabina);
6. cartello monitore indicante il divieto di ingresso alle persone non autorizzate (sulla porta di accesso);
7. cartello di soccorso per colpiti da corrente elettrica;
8. cartello monitore con indicazione di lavori in corso (da tenere a disposizione per eventuali lavori).

Sottostazione Produttore

Nella sottostazione produttore, la tensione verrà elevata da 20 a 150 kV per essere quindi immessa nella RTN attraverso il collegamento in antenna a 150 kV allo stallo assegnato da TERNA internamente alla esistente Stazione Elettrica RTN 380/150 kV.

La sottostazione produttore sarà equipaggiata con un nuovo stallo di trasformazione, della potenza di 50/60 MVA, e di uno stallo di ingresso dotato di protezione generale e di protezione di interfaccia ai sensi della norma CEI 0-16.

La sottostazione produttore sarà ubicata in prossimità della Stazione RTN e collegato ad essa con cavidotto interrato AT 150 KV.

STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA
Ing. Mezzina Antonio
San Severo



PARTE II:

LINEE ELETTRICHE MT INTERNE ED ESTERNE AL PARCO FOTOVOLTAICO

2.1. Struttura e schema delle linee elettriche MT.

Come si evince dagli elaborati grafici di progetto, le linee elettriche MT interne al parco fotovoltaico seguiranno in massima parte il tracciato delle strade di accesso, sia esistenti che di nuova realizzazione. Tuttavia in alcuni casi, al fine di evitare alcune aree vincolate, sia di pertinenza che buffer, gli elettrodotti seguono un percorso indipendente fuori da strade e piste esistenti o di nuova realizzazione.

Inoltre laddove necessario punti la posa dei cavi sarà eseguita con la tecnica non invasiva TOC al fine di evitare scavi a trincea che avrebbero modificato la morfologia superficiale nonché la consistenza del terreno con conseguente impatto sui vincoli e le prescrizioni ambientali e idrauliche del territorio.

2.2. Caratteristiche delle linee elettriche MT.

Come sopra accennato il collegamento tra il parco fotovoltaico e la sottostazione produttore avverrà attraverso elettrodotti interrati costituiti da plurime terne di cavi MT che trasportano l'intera potenza complessiva dell'impianto.

Il sistema di distribuzione MT di collegamento per ciascun subcampo ha una configurazione del tipo in serie, in particolare è prevista una cabina denominata MASTER con la triplice funzione di punto di connessione all'arrivo del cavo dalla sottostazione, di centro di trasformazione e di punto terminale della serie. Nei centri di trasformazione l'energia elettrica prodotta è elevata ad un valore di tensione maggiore al fine di consentirne la trasmissione rispettando le esigenze di contenimento delle perdite.

Tutte le linee elettriche MT interne al campo fotovoltaico seguiranno il più possibile il tracciato delle strade di nuova realizzazione.

Tutte le linee elettriche saranno realizzate da terne di cavi unipolari disposti a trifoglio, con conduttore e schermo in alluminio e di sezione variabile a seconda della corrente di servizio che vi dovrà passare; essi saranno di tipo ARE4H5EX-12/20kV, in accordo alla norma HD 620 conduttore unipolare, in corda a fili di alluminio, in accordo alla norma CEI 20-29, classe 2, con strato semiconduttore in mescola estrusa, isolante XLPE, strato semiconduttore in mescola estrusa; nastro semiconduttore igroespandente, schermo in nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale, guaina esterna in PE, colore rosso.



Fig. 3. Particolare del cavo MT

Per la distribuzione in media tensione sono impiegate le seguenti formazioni di cavo per i quattro sottocampi:

- **Sottocampo 1** - il sottocampo 1, raggrupperà quattro cabine di cui la prima denominata MASTER e le altre tre denominate SLAVE. Verrà pertanto realizzato un'entra ed esci da ciascuna cabina per consentire la configurazione in serie.
 - Per la realizzazione del cavidotto tra le cabine slave e la cabina master verrà utilizzato un cavo ARE4H5R con grado di isolamento 12/20kV, con conduttori in alluminio avvolti ad elica visibile, di sezione nominale 185 mmq (tra le cabina 1.4 – 1.3 - 1.2) e 240mmq (tra 1.2 e 1.1 e tra 1.4 e 1.1) , in configurazione a singola terna;
 - Per la realizzazione del cavidotto tra la cabina master 1.1 e SSE verrà utilizzato un cavo ARE4H5R con grado di isolamento 12/20kV, con conduttori in alluminio avvolti ad elica visibile, di sezione nominale 400 mmq, in configurazione a singola terna (**Dorsale 1.1**);
- **Sottocampo 2** – il sottocampo 2, raggrupperà invece cinque cabine di cui la prima denominata MASTER e le altre quattro denominate SLAVE. Verrà pertanto realizzato un entra-esci per consentire la configurazione in serie.
 - Per la realizzazione del cavidotto tra le cabina slave e la cabina Master verrà utilizzato un cavo ARE4H5R con grado di isolamento 12/20kV, con conduttori in alluminio avvolti ad elica visibile, di sezione nominale pari a 240mmq (tra cabine 2.2 -2.3 – 2.4 -2.5) e 400mmq (tra 2.1-2.2 e tra 2.5-2.1), in configurazione a singola terna;
 - Per la realizzazione del cavidotto tra la cabina master 2.1 e la SSE verrà utilizzato un cavo ARE4H5R con grado di isolamento 12/20kV, con conduttori in alluminio avvolti ad elica visibile, di sezione nominale 400 mmq, in configurazione a doppia terna (**Dorsale 2.1 e Dorsale 2.2**);

- **Sottocampi 3-4** – i due sottocampi 3-4, appartenenti al sottoimpianto EST da 20MW, raggrupperanno invece tre cabine ciascuno, di cui la prima denominata MASTER e le altre due denominate SLAVE. Verrà pertanto realizzato un entra-esce per consentire la configurazione in serie.
- Per la realizzazione del cavidotto interno tra le cabina slave e la cabina Master verrà utilizzato un cavo ARE4H5R con grado di isolamento 12/20kV, con conduttori in alluminio avvolti ad elica visibile, di sezione nominale 185 mmq, in configurazione a singola terna;
 - Per la realizzazione del cavidotto tra le cabine master 3.1 e 4.1 con la SSE verrà utilizzato un cavo ARE4H5R con grado di isolamento 12/20kV, con conduttori in alluminio avvolti ad elica visibile, di sezione nominale 400 mmq, in configurazione a singola terna per ciascuno dei sottocampi (**Dorsale 3 e Dorsale 4**).

In definitiva dal parco fotovoltaico si dipartiranno 5 linee dorsali:

- **Dorsale 1:** 3x1x4000mmq;
- **Dorsale 2.1:** 3x1x400mmq;
- **Dorsale 2.2:** 3x1x400mmq;
- **Dorsale 3:** 3x1x400mmq
- **Dorsale 4:** 3x1x400mmq

I terminali cavo M.T. saranno del tipo plug-in mentre i giunti saranno del tipo autorestringente o termorestringente per posa direttamente interrata. Nella figura sottostante si mostra un giunto termorestringente omologato ENEL.



Fig. 4. Particolare del giunto

In corrispondenza dei giunti saranno collegati a terra gli schermi dei cavi MT.

All'interno del parco, i cavi saranno posati direttamente interrati, lateralmente alla viabilità nuova e da realizzare, in uno scavo avente profondità dal piano stradale pari a 1,0m e larghezza 0,60m.

Il cavo verrà adagiato su un letto di sabbia di spessore pari a 0,10m e protetto da un tegolino in plastica. Il tutto, sarà ricoperto da un ulteriore strato di sabbia di spessore minimo pari a 0,30m, tale cassonetto ospiterà anche la fibra ottica posata all'interno di un tubo PVC di protezione Ø50.

CAVO IN FIBRA OTTICA MONOTUBETTO PER ESTERNO

CAVO IN FIBRA OTTICA MONOTUBETTO PER ESTERNO CON PROTEZIONE ANTIRIDITTORE SUPER-RINFORZATA, MAX. 24 FIBRE

APPLICAZIONI
 Per uso esterno in impianti di cablaggio strutturato (dorsale di campus).
 Per uso esterno in reti di telecomunicazione: TV via cavo.
 Facile da installare in cavedi, tunnel, trincee o tubazioni, anche adatto **all'interno diretto**.

Una semplice struttura del cavo completamente dielettrica con una protezione antiriduttore maggiorata. Durata prevista maggiore di 30 anni.

GUIDA ALLA INSTALLAZIONE E ALLA MANIPOLAZIONE
 Quando si stendono e si installano i cavi in fibra ottica è vitale non eccedere i valori specifici della forza di tiro, del raggio di curvatura e della temperatura. I metodi di installazione devono essere in accordo con gli standard comuni.
 Per facilitare l'inserimento in tubature per mezzo di aria compressa o cavo pilota possono essere usati lubrificanti certificati (esempio paraffina). È sconsigliato l'uso di sapone o di lubrificanti comuni.
 Se un cavo ha bisogno di essere fissato, devono essere evitate riduzioni > 3 mm.
 Il gel all'interno del tubetto può essere rimosso usando tessuto impregnato di trementina.
 È consigliabile proteggere le teste del cavo durante lo stoccaggio.



CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Specifiche del cavo (Costruzione in accordo con la norma IEC 60794)

- Rivestimento primario della fibra ottica: $\varnothing 250 \pm 15 \mu\text{m}$
- Tubetto centrale tamponato in gel (privo di silicone) contenente fino a 24 fibre
 Codice colore delle fibre:
 1-12: rosso-naturale-giallo-blu-verde-viola-marrone-nero-arancio-turchese-rosa-bianco
 13-24: rosso-naturale-giallo-blu-verde-viola-marrone-grigio-arancio-turchese-rosa-bianco
anellate in nero
- Fibra di vetro come elemento di tiro e protezione antiriduttore incrementata fino a **52800 TEX**
- Guaina esterna in polietilene nero resistente ai raggi UV
 Identificazione COM-CAVI MULTIMEDIA - tipo di cavo-numero x tipo di fibre+data-marcatura metrica- P/N

Dati meccanici - Protezione antiriduttore extra rinforzata

- n° fibre	max.	24
- Ø tubetto centrale	mm	4,2
- Ø nominale/max.	mm	10,2/10,5
- Peso	kg/km	106,2
- Energia di fiamma	kJ/m	2200

Fig. 5. scheda tecnica cavo in fibra ottica.

Infine, ad una distanza di circa 0,20m dal cavo di fibra, verrà posato il nastro segnalatore. Successivamente lo scavo verrà ripristinato secondo le condizioni iniziali.

I cavi in fibra ottica saranno posati all'interno di tubo PVC $\Phi 50$ mm e giuntati (lunghezza dipendente dalla pezzatura commerciale) mediante idonee giunzioni ottiche entro scatola di contenimento e protezione del tipo con chiusura a cerniera complete di schede, vassoietti portagiunti e giunzioni di fibra. Per la realizzazione delle giunzioni e per consentire l'infilaggio e lo sfilaggio dei conduttori in fibra saranno realizzati pozzetti rompitratta in cls con chiusino posati all'interno delle nicchie. Il cavo sarà a 12 e/o 24 fibre monomodali 9/125 μm .

Di seguito si riportano alcune tipologie delle sezioni di scavo del progetto che riguardano sia i cavi interni che esterni al parco fotovoltaico:

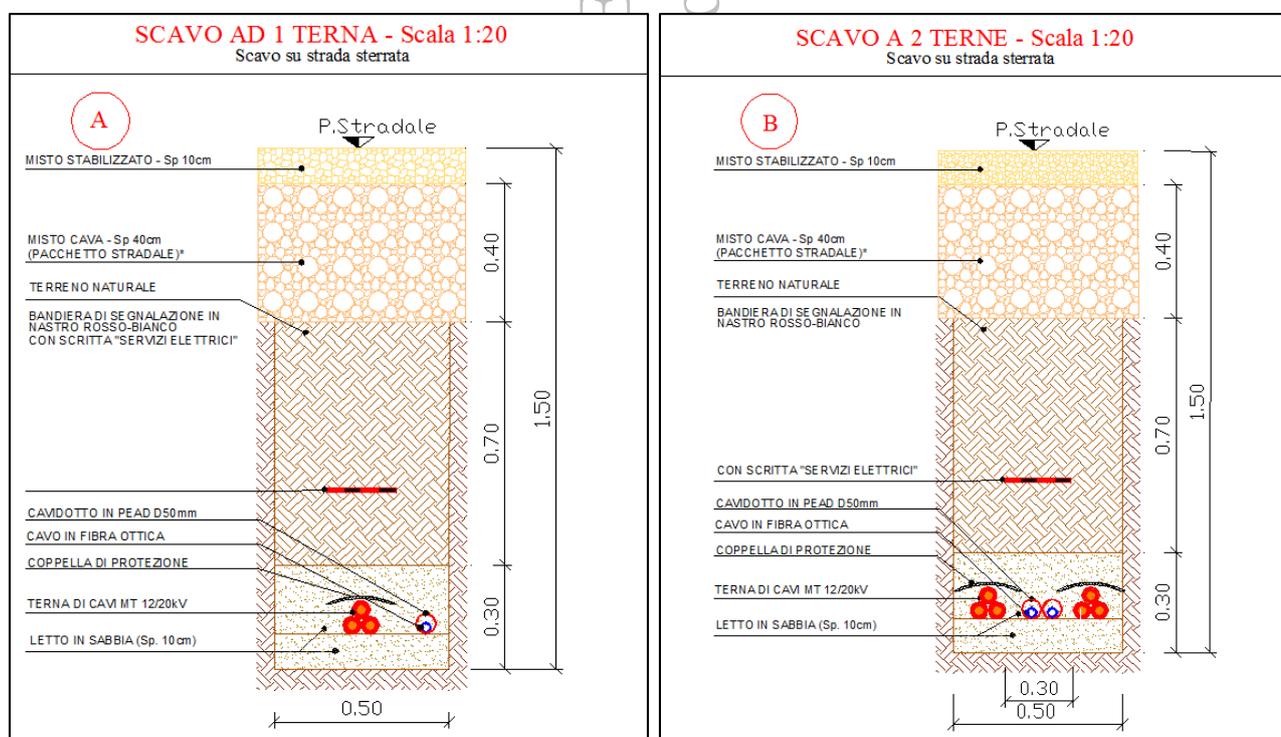


Fig. 1. Particolare scavo MT ad una e due terne.

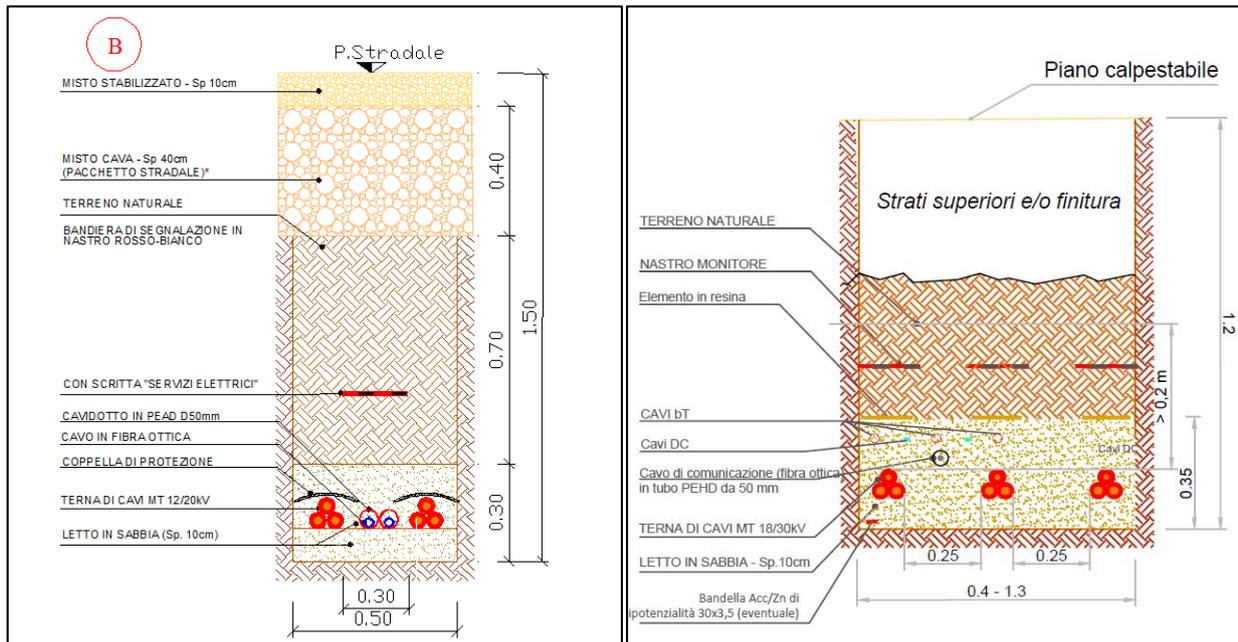


Fig. 2.A Sx, Particolare scavo MT a tre terre; a dx, con presenza di cavi bT

Il layout della rete MT è stata studiato in modo da ottimizzare il più possibile la rete medesima sia in fase di costruzione che in quella di esercizio.

2.3. Normativa di riferimento.

La norma CEI a cui la presente relazione fa riferimento è la 11-17 del 2006, Edizione III, Fascicolo 8402 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo"

Le caratteristiche del sistema elettrico di riferimento sono le seguenti:

- Categoria impianto 2 (impianti a tensione tra 1000 e 30000 V c.a.);
- Sistema trifase;
- Frequenza 50 Hz;
- Neutro isolato;
- Funzionamento con una fase a terra solo per breve tempo (Cat. A);
- Durata massima di funzionamento con una fase a terra ≤ 20 h/annuo;
- Non essendo previsto nessun tratto di linea elettrica aerea, non è prevista nessuna protezione di origine atmosferica;

I cavi sono stati scelti in base ai seguenti criteri generali:

- Tipo di funzionamento (permanente);



- Condizioni di posa (interrati);
- Numero massimo dei cavi e loro raggruppamento;
- Verifica secondo le seguenti condizioni:
 - a) $K^2 S^2 \geq (I^2 t)$;
 - b) $K^2 S^2 \geq (I^2 t)$ con esterni di integrazione da 0 a t che è il tempo di durata del transitorio;

2.4. Condizioni ambientali di posa.

Le regole per una corretta installazione dei cavi dovranno rispettare i seguenti criteri:

1) *Temperatura di posa:*

- Per i cavi scelti, con guaina in gomma e rivestimento in PVC, la temperatura ambientale di posa e di movimentazione non deve essere inferiore a 0° C;

2) *Raggio di curvatura:*

- Per il tipo di cavo scelto di tipo ARE4H5E12-20kV" il raggio di curvatura, tale da non provocare danni allo stesso, deve essere non inferiore a 21 volte il diametro esterno del cavo.

3) *Sollecitazione di trazione:*

- Durante le fasi di posa in opera dei cavi la sollecitazione di trazione non deve superare i 60 N per mm² per i cavi in rame e i 50 N per mm² per i cavi in alluminio.

4) *Cavi interrati:*

I cavi interrati devono essere posati secondo quanto appresso suggerito:

- I cavi devono essere muniti di guaina protettiva;
- I cavi muniti di armatura metallica costituita da fili a piattine di diametro avente spessore non inferiore a 0,8 mm possono essere interrati senza protezione meccanica supplementare (lastra piana o tegole in cav). Nel nostro caso si utilizzeranno cavi non armati e quindi si utilizzerà la protezione con tegola in PVC e nastro identificatore.
- La profondità minima di interrimento è di 120 cm dal piano di campagna o dal piano stradale.
- E' consigliabile che i percorsi interrati siano segnalati in modo tale da rendere evidente la loro presenza in caso di ulteriore scavo. Rispondono a tale scopo le protezioni meccaniche sopra richiamate e i nastri monitori posti a non meno di 20 cm dal cavo.
- Nel caso di incrocio con altri cavi dovranno essere osservate le seguenti prescrizioni:
 - (a) il cavo di energia deve essere sistemato al di sotto dei cavi di telecomunicazione;
 - (b) la distanza dei cavi non deve essere inferiore a 0,30 m;



- (c) il cavo posto superiormente deve essere protetto meccanicamente per una lunghezza non inferiore ad 1,00 m;

2.5. Protezione contro le sovracorrenti.

Tutte le linee saranno protette contro le sovracorrenti di sovraccarico o di corto circuito; la protezione sarà garantita da protezione posta direttamente sull'organo di interruzione da cui la linea parte ovvero su organi posti ancora più a monte; la prima situazione è riferibile alla linea di collegamento della sottostazione al parco fotovoltaico, la seconda alla situazione di collegamento in entra esce tra le cabine di trasformazione. In tal modo il tratto di linea che va dalla sottostazione produttore alla cabina MASTER sarà protetta a monte con protezione posta sull'interruttore del quadro MT di sottostazione da cui la linea parte direttamente; per le linee in entra esce delle cabine la protezione sarà garantita dagli interruttori posti negli scomparti di monte di ciascun entra-esce.

Tornando alle linee che collegano la sottostazione all'impianto fotovoltaico, esse saranno protette a monte mediante una protezione asservita all'interruttore posto nella sottostazione produttore da cui le linee elettriche partiranno.

Le caratteristiche di questi interruttori, della relativa protezione e dei parametri di taratura della protezione stessa sono riportati in dettaglio nelle seguenti tabelle.

Caratteristiche dell'interruttore posto a monte della linea.

Marca	Schneider Electric o equivalente
Gamma	SF-SET
Tipo	
Tensione nominale	20kV
Tensione nominale di isolamento (50Hz 1')	tra fasi e verso massa: 50kV sul sezionamento: 60kV
Tensione nominale di isolamento impulsiva	tra fasi e verso massa: 125kV sul sezionamento: 145kV
Corrente nominale	1250A
Corrente di breve durata massima ammissibile	16 kA x1s

Caratteristiche della protezione della linea.

FUNZIONI DISPONIBILI	
Marca	Schneider Electric o equivalente
Gamma	SEPAM
Tipo	1000+ S41
Tipo di applicazione	Per sottostazioni
Tipo di trasformatore su fasi	TA con secondario 5A



STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA
 MEZZINA dott. ing. Antonio
 Via T. Solis, 128 - 71016 San Severo (FG)
 P. IVA 02037220718
 ☎ 0882-228072 / 📠 0882-243651
 ✉ info@studiomezzina.net



Tipo di trasformatore omopolare	TA omopolare con secondario 100A	
Funzioni di protezione (ANSI)	50/51/50N/51N/50G/51G/27/27S/59/59N/67N/81H/81L/46/49RMS	
Funzioni di misura	Correnti di fase I1, I2, I3 RMS Corrente residua I0 Corrente media di fase I1, I2, I3	
Diagnostica di rete	Correnti di sgancio I1, I2, I3, I0 Tasso di squilibrio Corrente inversa oscilloperturbografia	
Diagnostica apparecchio	Sommatoria correnti interrotte	
Auto diagnostica	Watch dog	
GAMME DI REGOLAZIONE		
Grandezza	Campo di regolazione	Temporizzazioni
Corrente nominale In (primaria TA)	1÷6250A	
Curva	DT/SIT/VIT/LTI/EIT/UIT/RI	
Corrente su tempo indipendente	0,1÷24In	Inst, 0,05÷300s
Corrente su tempo dipendente	0,1÷2,4In	0,1÷12,5s a 10Is
Corrente omopolare nominale (primaria TA omopolare)	1÷6250A	
Curva	DT/SIT/VIT/LTI/EIT/UIT/RI	
Corrente omopolare su tempo indipendente	0,1÷15In0	Inst, 0,05÷300s
Corrente omopolare su tempo dipendente	0,1÷1In0	0,1÷12,5s a 10Is0

Valori di taratura della protezione.

GRANDEZZA	Corrente	Tempo di intervento
Corrente Sovraccarico (51)	500A	0,5s
Corrente Corto circuito (50)	900A	0,12s
Corrente Omopolare (51N)	4A	0,12s

La portata (I_z) della Linea 1 è pari a 406,71 A; tale portata è superiore rispetto alla corrente che occorre trasportare che è pari a:

$$I_b = P / (1,73 \cdot U \cdot \cos\phi) = 383,33 \text{ A}$$

La portata (I_z) della Linea 2 è pari a 284,94 A; tale portata è superiore rispetto alla corrente che occorre trasportare che è pari a:

$$I_b = P / (1,73 \cdot U \cdot \cos\phi) = 239,58 \text{ A}$$

La portata (I_z) della Linea 3 è pari a 318,97 A; tale portata è superiore rispetto alla corrente che occorre trasportare che è pari a:

$$I_b = P / (1,73 \cdot U \cdot \cos\phi) = 287,50 \text{ A}$$

La portata (I_z) della Linea 4 è pari a 318,97 A; tale portata è superiore rispetto alla corrente che occorre trasportare che è pari a:

$$I_b = P / (1,73 \cdot U \cdot \cos\phi) = 287,50 \text{ A}$$

La portata (I_z) è anche superiore alla soglia di taratura (I_r) della protezione 51. Pertanto è certamente verificata la seguente relazione corrispondente alla condizione di verifica del coordinamento della protezione contro il sovraccarico della linea:

$$I_b \leq I_r \leq I_z$$

Per ciò che attiene all'energia specifica passante, per la protezione in esame possiamo riferirci alla seguente tabella:

Corrente (A)	Tempo intervento (s)	Energia specifica passante (A ² s)
300A	0.50	20.000
600A	0.50	212.000
650A	0.15	64.000
10.000A	0.15	15.000.000



16.000A	0.15	38.400.000
---------	------	------------

Il K^2S^2 del cavo è pari a:

$$\text{Linea dorsale} - K^2S^2 = 146^2 \cdot 240^2 = 1.227,8 \cdot 10^6 \text{ A}^2\cdot\text{s}$$

Da quanto appena esposto si evince che in tutto il campo di sovracorrenti che possono eventualmente interessare la linea (da 200A a 16.000A), l'energia specifica passante I^2t della protezione è sempre sensibilmente inferiore a quella sopportabile dal cavo K^2S^2 .

In conclusione la linea è adeguatamente protetta contro le sovracorrenti.

2.6. Messa a terra.

Tutti i rivestimenti, gli schermi e le armature dei cavi verranno messi a terra almeno alle estremità della linea. Qualora i rivestimenti dei cavi verranno interrotti per qualsiasi motivo, la guaina non metallica di protezione del cavo deve avere un grado di isolamento tale da sopportare la massima tensione verso terra del sistema.

Per quanto concerne l'impianto di terra i relativi collegamenti verranno eseguiti conformemente a quanto previsto dalla normativa CEI 99-2 e 99-3.

Per ogni eventuale altra disposizione si farà riferimento alla norma CEI 11-17 sopra richiamata.

PARTE III:

CABINA PRIMARIA PRODUTTORE 20/150kV

3.1 Schema di condivisione di stallo.

Le opere di rete necessarie per la connessione sono quelle previste dal già richiamato Preventivo di Connessione del Gestore di rete TERNA SpA, lettera Prot. TERNA/P2019 0088706 del 17.12.2019, codice Pratica 201900135, la cui Soluzione Tecnica Minima Generale prevede la connessione “... *in antenna a 150kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150kV di Manfredonia.*” stabilendo altresì la necessità di condivisione dello Stallo in Stazione con altri realizzandi impianti di produzione.

L’impianto oggetto della presente relazione condividerà lo Stallo di Rete esistente in SE “Manfredonia” con l’impianto riconducibile alla società Lucky Wind 4 S.r.l., (codice pratica 2011/07005145).

In particolare, i due impianti costituiranno una connessione del tipo in condominio (o a grappolo) di alta tensione e condivideranno lo stallo cavo di alta tensione ed il cavo interrato AT di collegamento alla SE Manfredonia. Il condominio così costituito sarà connesso ad un unico stallo produttore, già esistente ed in esercizio in capo alla Società Lucky Wind 4 s.r.l., in SE-RTN TERNA di Manfredonia, che costituirà l’impianto di rete per la connessione.

Il layout delle Sottostazioni e dell’area condominiale tra i produttori è stato definito mediante apposito accordo privato, secondo la rappresentazione planimetrica in appresso riportata:

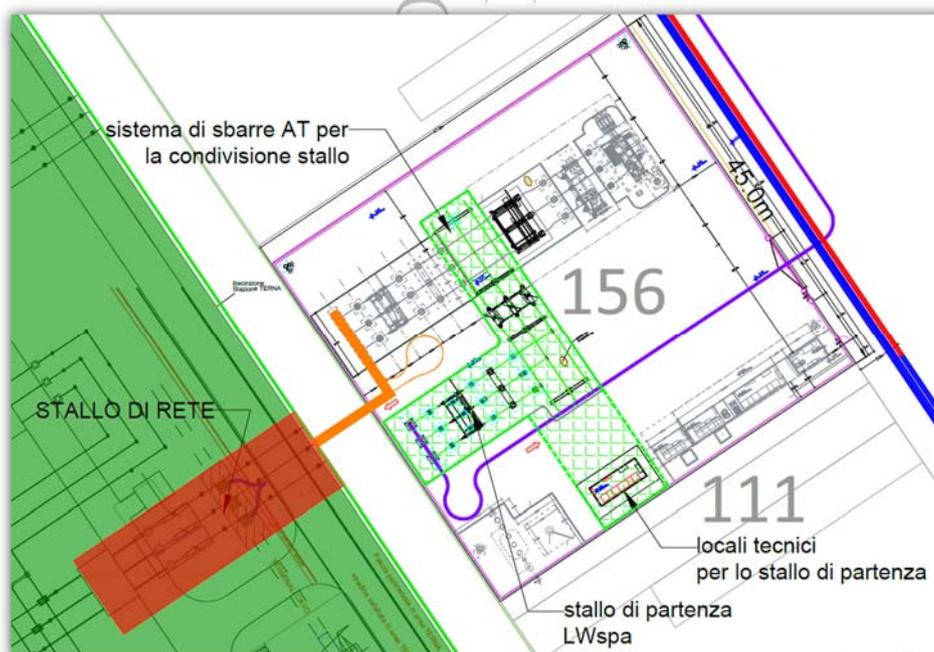


Fig. 3.Stralcio planimetrico con evidenza delle nuove apparecchiature da realizzare nella SSE Lucky Wind 4 per la condivisione

dello Stallo AT in area Terna.

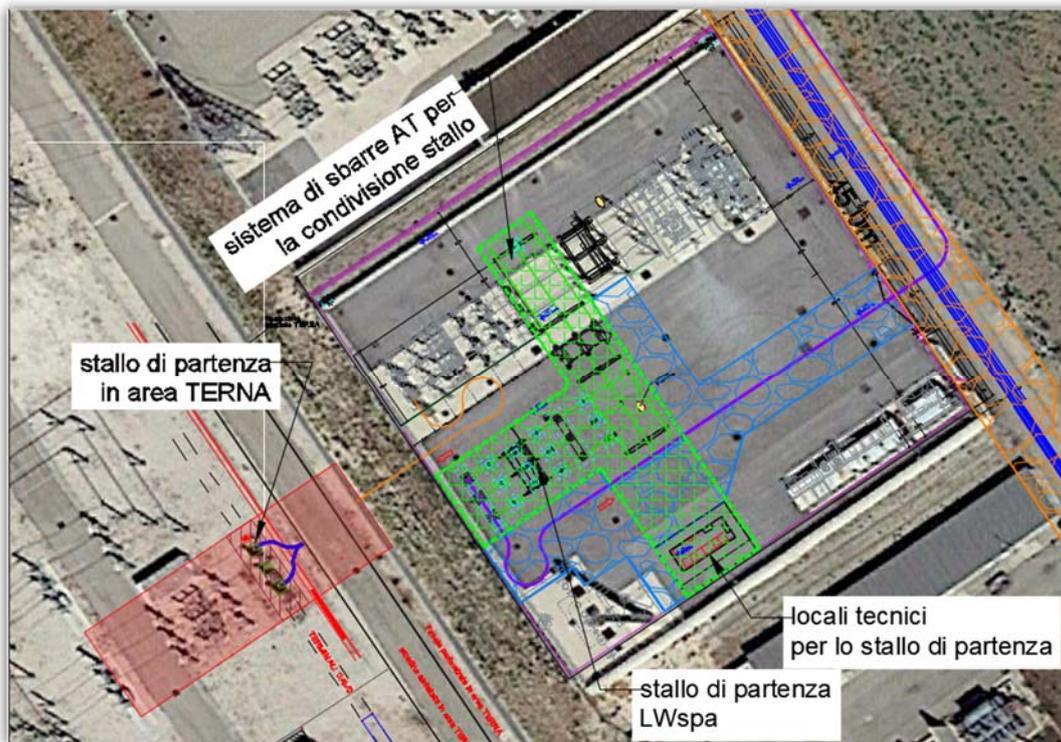


Fig. 4. Stralcio planimetrico su ortofoto: come evidente, sia la SSE LW4 per la condivisione di stallo, sia lo stallo in area TERNA sono già esistenti e funzionanti.

L'accordo di condivisione prevede la realizzazione di una sezione per la condivisione dello stallo, costituita da un sistema di sbarre all'interno della esistente SSE di LW4 srl, ed un montante di partenza verso la SSE di LWSPA.

Sia le caratteristiche della RTN nel punto di connessione, sia lo schema di sottostazione e sia le caratteristiche dei componenti della sottostazione potranno, ovviamente, cambiare nel passaggio, in fase esecutiva, dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) alla Soluzione Tecnica Minima di Dettaglio (STMD) secondo quelli che saranno gli accordi con TERNA S.p.A. all'atto della costruzione della sottostazione stessa. In tale evenienza si adeguerà lo schema di sottostazione alle specifiche e puntuali esigenze dettate dal funzionamento e dalla sicurezza della RTN.

3.2 Ubicazione della sottostazione produttore.

La struttura ricade in agro di Manfredonia, in località "Macchiarotonda, sul Foglio 128, particella 69.

L'area della Sottostazione Produttore è completamente recintata mediante:



- i. trave di fondazione di larghezza e profondità da definirsi sulla base della caratteristiche portanti del terreno;
- ii. muro di calcestruzzo armato posto in opera sulla fondazione per un'altezza fuori terra pari ad 1,20m rispetto al piano di calpestio interno;
- iii. saette prefabbricate in cls armato infisse nel muro di cui sopra fino ad una altezza totale di 2,50m.

Lungo il lato che fronteggia la strada di accesso è presente un cancello di ingresso di larghezza di 8m fiancheggiato da un accesso pedonale.

La massicciata del piazzale sarà realizzata in misto di cava o di fiume (tout-venant) priva di sostanze organiche, di pezzatura varia e continua con elementi fino ad un diametro massimo di 12 cm. Sarà posata a strati non superiori a 30 cm, costipata meccanicamente con rullo vibratore adatto e sagomata secondo le pendenze di progetto per un miglior scarico delle acque nei pozzetti a griglia.

Sovrastante alla massicciata sarà posata la pavimentazione bituminosa in tout-venant bitumato a caldo per uno spessore di circa 6 cm e rullato con rullo vibratore.

Superiormente sarà posato il tappeto d'usura in conglomerato bituminoso, tipo bitulite, confezionato a caldo, steso per uno spessore di circa 4 cm con rullo vibrante.

Per l'ingresso alla stazione è previsto un cancello carrabile di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, ambedue inseriti tra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato.

La recinzione perimetrale alta m 2,20 è realizzata in pannelli di lunghezza 2,50 m costituiti da paletti in calcestruzzo prefabbricato e rete metallica zincata e plastificata di colore verde, con alla base una lastra prefabbricata in calcestruzzo.

La viabilità interna verrà ripristinata in modo da consentire un agevole esercizio e manutenzione dell'impianto.

3.3 Profilo piano altimetrico dell'area.

La cabina primaria del produttore è situata su un'area pianeggiante con andamento pianoaltimetrico regolare. Si rimanda alle tavole grafiche di progetto per l'individuazione di:

1. orografia dell'area;
2. profili altimetrici della cabina e dell'area circostante.

3.4 Dimensionamento di massima della cabina primaria produttore e scelte progettuali.

La cabina primaria del produttore è stata concepita con un solo stallo di trasformazione, dotato di un

trasformatore da 50/60 MVA.

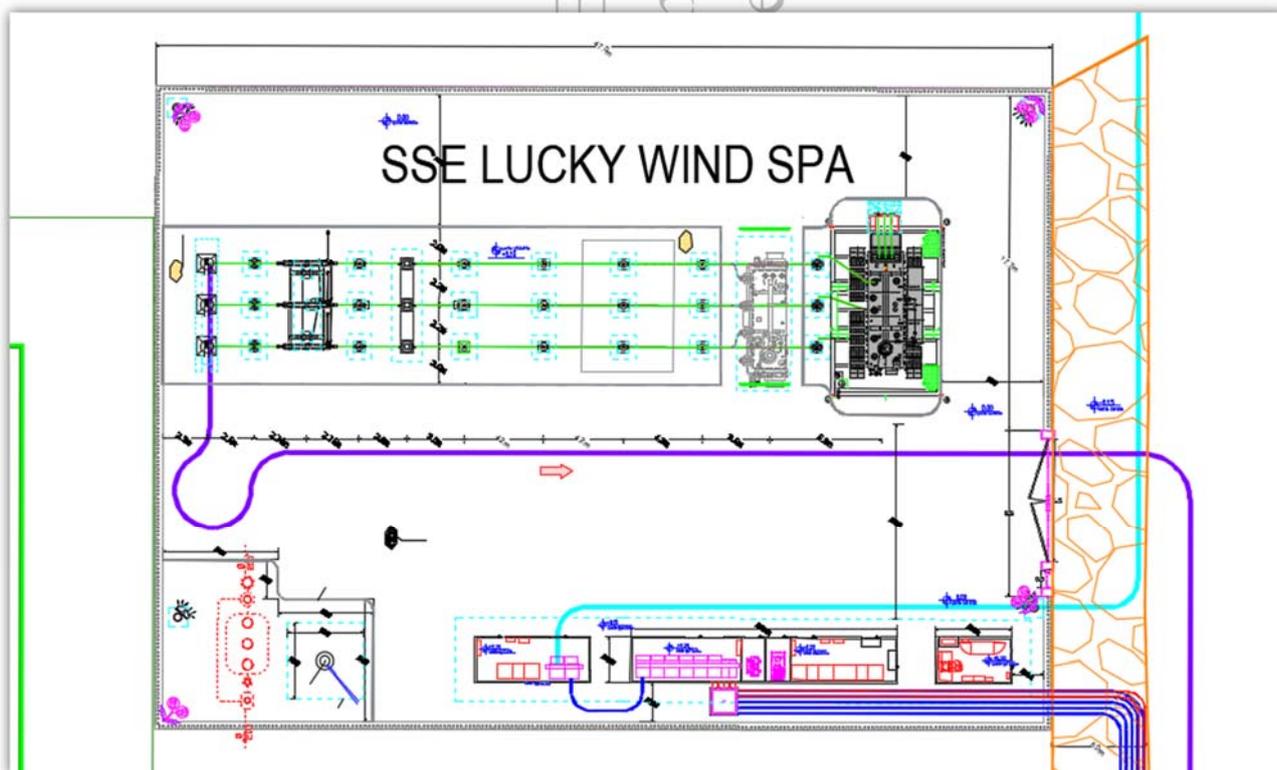
Lo stallo, mediante cavo interrato AT, è collegato ad un nuovo sistema di sbarre AT da realizzarsi all'interno della Sottostazione esistente di proprietà della Lucky Wind 4 srl, che costituisce opera comune per la condivisione di stallo per la Connessione alla RTN.

3.5 Struttura della Sottostazione Produttore.

Nell'area della Sottostazione produttore si possono individuare le seguenti sezioni d'impianto:

1. Unico stallo di trasformazione da 50/60 MVA;
2. locali tecnici BT/MT, nell'area della Sottostazione produttore;
3. locale SCADA.

Nella relativa tavola grafica di progetto è riportato in dettaglio il lay-out della cabina primaria dal quale è facile individuare le sezioni di impianto sopra richiamate.



Va specificato che il trasformatore presente nella sottostazione produttore avrà il neutro del centro stella accessibile ed isolato alla piena tensione.



Non ci si dilunga nella descrizione delle varie sezioni della cabina primaria in quanto negli elaborati di progetto sono riportati in tutti i loro dettagli il *layout*, la planimetria, le sezioni, il profilo altimetrico dell'area, la pianta delle fondazioni, la pianta dei cavidotti, i particolari costruttivi esecutivi delle fondazioni delle diverse apparecchiature e tutto quanto necessario al pieno completamento dell'opera. Saranno qui di seguito analizzati più nel dettaglio solamente i locali tecnici e l'impianto di terra della cabina primaria.

3.6 Locali tecnici della Sottostazione produttore.

All'interno dell'area recintata della cabina primaria del produttore saranno realizzati tre fabbricati da adibirsi a locali tecnici indipendenti, ognuno dei quali necessario ad ospitare le apparecchiature MT e bT e quelle di telecontrollo dell'impianto.

Questi fabbricati per i locali tecnici saranno strutture prefabbricate tipo shelter coibentate, assemblate e cablate in officina. Ogni shelter avrà le seguenti caratteristiche:

- monoblocco;
- struttura portante realizzata in profilati di acciaio stampati a freddo, saldati ai quattro cantonali;
- pareti realizzate con lamiera d'acciaio grecato, saldata in continuità, al filo dei longheroni superiori e inferiori ed ai quattro cantonali e coibentato internamente con pannello dec, calpestabile;
- n. 4 blocchi d'angolo superiori da utilizzare per il sollevamento;
- n.4 blocchi d'angolo inferiori da utilizzare per trasporto mediante fissaggio a pianale di camion dotato di dispositivi twist lock;
- pavimento realizzato con lamiera olivata antiscivolo (spessore 3+2 mm);
- rivestimento delle pareti mediante pannelli coibentati con poliuretano espanso e rivestiti con lamiera zincata preverniciata.

Le fondazioni degli edifici tipo shelter saranno realizzate con platea in cls gettata in opera. Le coperture dei pozzetti, facenti parte delle fondazioni saranno in PRFV o in ghisa.

Il pavimento è predisposto con aperture e passerelle apribili per permettere il passaggio dei cavi MT e bT, nonché l'ispezione e l'agevole installazione degli stessi.

In alcuni locali gli impianti sono soggetti agli adempimenti del D.M. n. 37/2008.

Gli impianti elettrici sono tutti "a vista"; fanno eccezione solo alcuni locali (uffici, sala comandi, corridoi) ove sono di tipo "incassato".

I fabbricati per le apparecchiature bT e MT avranno dimensioni massime in pianta e altezza indicate dettagliatamente nelle tavole grafiche di progetto.

In tali edifici tipo shelter saranno individuati i seguenti locali:

1. locale quadri MT;
2. Locale TRSA (trasformatore servizi ausiliari);
3. locale quadri bT.;
4. locale gruppo elettrogeno.
5. Locale SCADA;
6. Vano servizi.

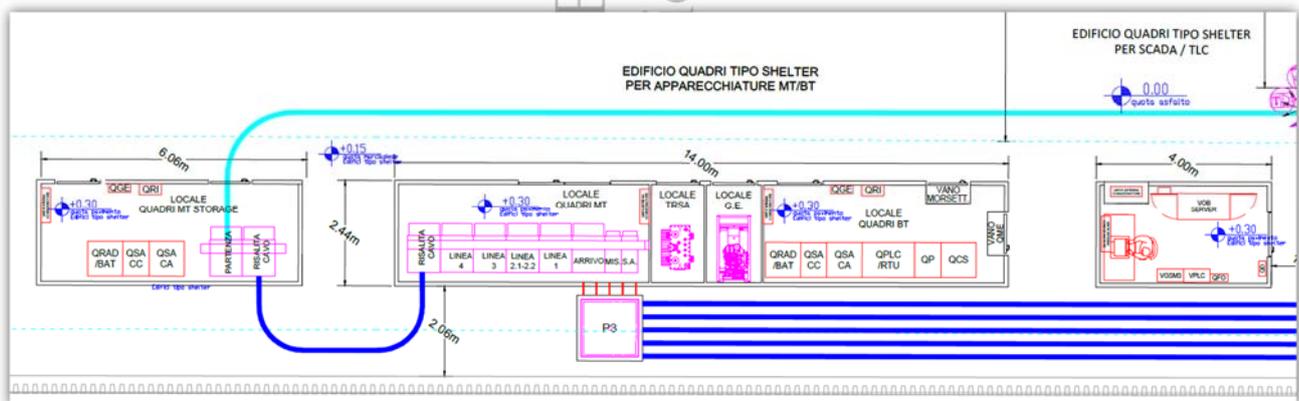


Fig. 5. Layout dell'aggregato di Locali Tecnici in sottostazione Produttore.



Fig. 6. Foto di edifici tipo shelter.



Il locale principale MT ospita al suo interno l'arrivo MT del trasformatore AT/MT, le celle di arrivo in MT delle dorsali dell'Impianto Fotovoltaico, la cella di partenza verso il locale MT-STORAGE, le apparecchiature di comando e protezione.

Nel locale Quadri MT del locale principale saranno individuati i seguenti apparati principali per la connessione:

1. Vano Contatori (QME);
2. Scomparto locale quadri bT;
3. Locale Gruppo Elettrogeno;
4. Locale TRSA;
5. Locale quadri MT con i seguenti scomparti:
 - a. Scomparto Linea 1;
 - b. Scomparto Linea 2.1-2.2;
 - c. Scomparto Linea 3;
 - d. Scomparto Linea 4;
 - e. Arrivo TRAF0 AT/MT;
 - a. Scomparto risalita cavo per connessione con Locale tecnico Storage
 - f. Scomparto misure;
 - g. Scomparto Servizi Ausiliari.

Nel locale quadri bT in c.a. e c.c. ci sono le alimentazioni dei servizi ausiliari, il metering e gli apparati di telecontrollo.

Nei Locali bT saranno alloggiati i seguenti apparati:

1. locale contatori;
2. Locale SCADA impiantista;
3. locale quadro bT, quadri bT di controllo, quadri c.c. e accumulatori;

Le costruzioni ospitano, inoltre, le batterie ed quadri bT in c.a. e c.c. per le alimentazioni dei servizi ausiliari.

Nella figura seguente si mostra in dettaglio la posizione di tali scomparti all'interno del locale tecnico principale.

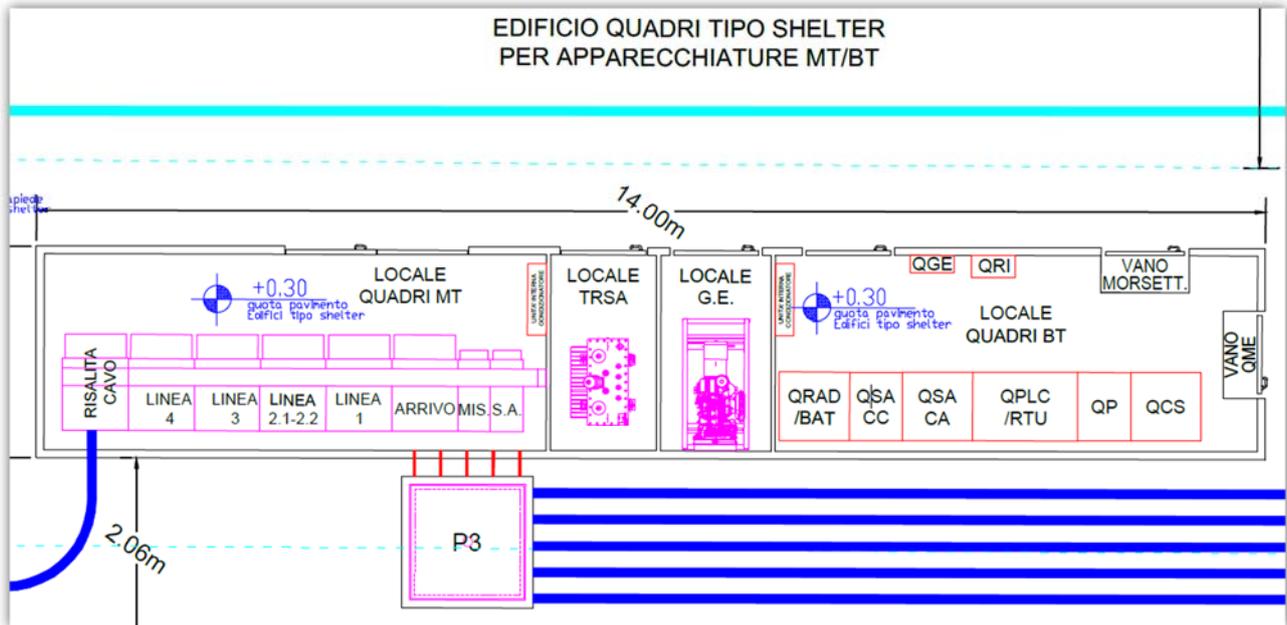


Fig. 7. Layout quadri MT in locale tecnico MT

L'alimentazione elettrica degli impianti tecnologici è deviata da interruttori automatici magnetotermici differenziali (secondo Norme CEI 23-18); il sistema di distribuzione BT 400 V c.a. e 220 V c.a. adottato è di tipo TN-S previsto dalle Norme CEI 64-8/3. Tutti gli impianti elettrici sono completi di adeguato impianto di protezione.

3.7 LAYOUT DELLO STALLO PER LA CONNESSIONE ALLA SE-RTN

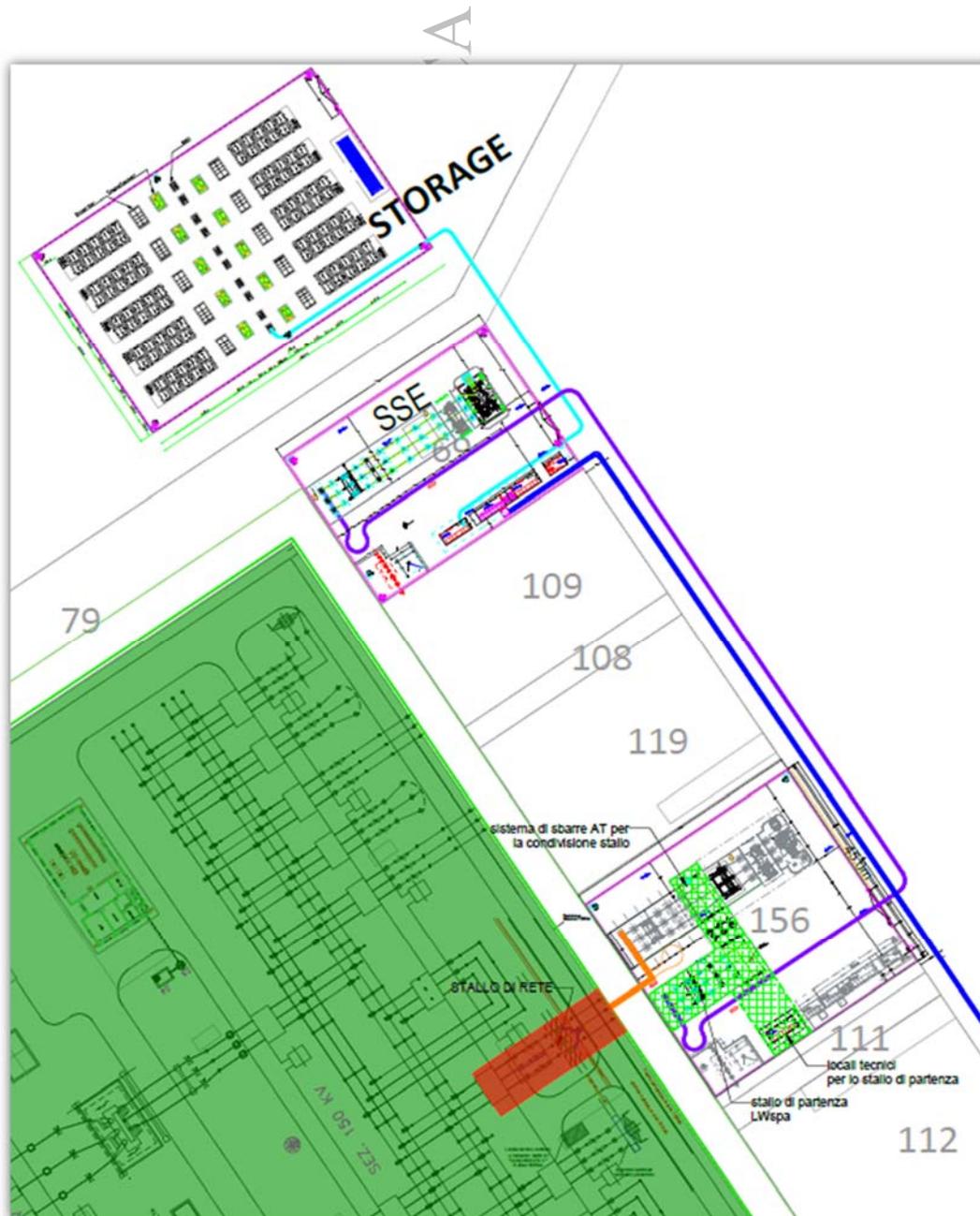


Fig. 8. Stralcio planimetrico con evidenza della SSE di Lucky Wind spa, con l'elettrodotto dorsale (in blu), proveniente dal generatore fotovoltaico; dai locali tecnici si diparte un elettrodotto MT (in ciano) per la connessione con l'impianto di accumulo, e un elettrodotto MT (in viola), per la consegna al montante di partenza da realizzarsi nella esistente SSE di LW4. In arancio il percorso del cavo AT, in rosso lo stallo già esistente ed assegnato in area TERNA.

Le opere per la connessione consistiranno quindi in un tratto di elettrodotto interrato a 150kV, della lunghezza complessiva di circa 250m, posato in terreno agricolo e lungo viabilità esistenti di accesso e

servizio, in colore viola nella figura seguente. Tale elettrodotto collegherà il montante di trasformazione dedicato in Sottostazione Produttore con il montante di partenza da realizzarsi nell'area della esistente SSE LW4 srl.

Quest'ultimo si conetterà ad un nuovo sistema di sbarre AT, necessarie ad effettuare il parallelo tra i due impianti.

Dal parallelo dei due impianti il montante stallo di arrivo esistente in SSE provvederà a consegnare l'energia prodotta allo Stallo assegnato di Partenza in Area Terna, mediante l'esistente elettrodotto interrato AT 150kV della lunghezza di circa 50m.

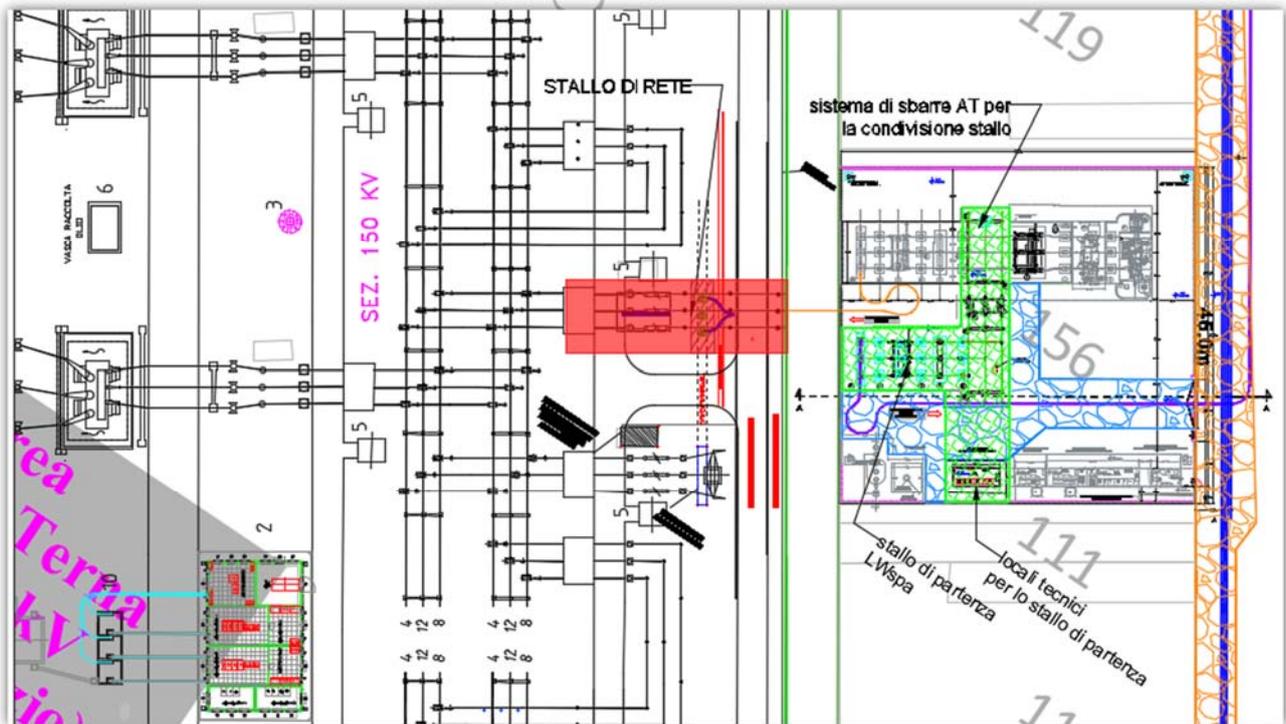


Fig. 9.Stralcio planimetrico su ortofoto su cui è evidente la parte della SE Terna realizzata ed in esercizio.

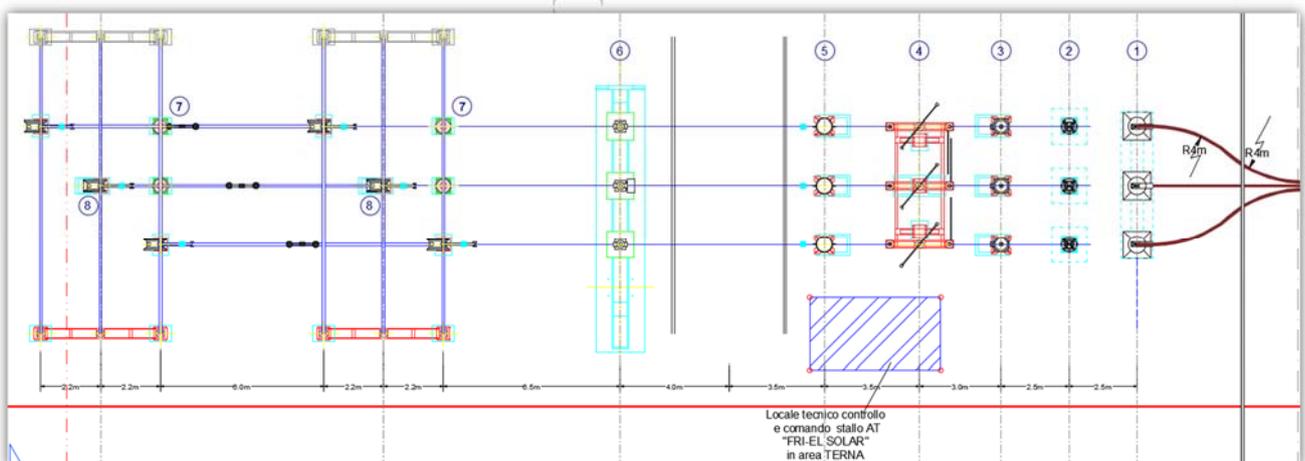
Come si evince dalla figura precedente, la stazione è equipaggiata con componenti in aria (AIS) e il layout esistente comprende:

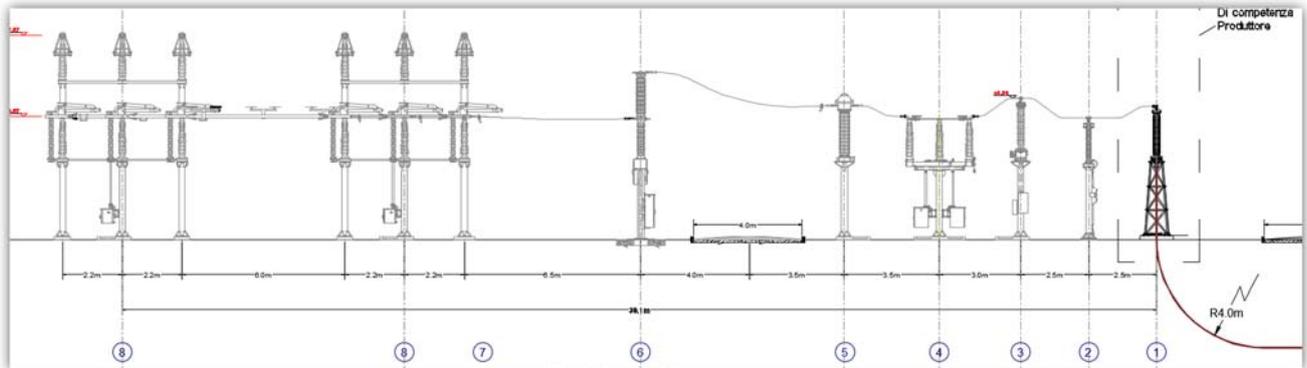
- 1) 2 passi sbarre per la connessione con i due montanti ATR150/380kV;
- 2) 2 passi sbarre per il parallelo tra i due sistemi di sbarre a 150kV;
- 3) 4 stalli produttori già esistenti, dei quali 2 con ingresso in cavo e due con ingresso linea aerea;
- 4) 6 passi sbarre attualmente liberi per la realizzazione di altrettanti stalli di ingresso a 150kV;
- 5) Una viabilità laterale, ad EST, della larghezza di circa 8m.

L'elettrodotto interrato percorre tale viabilità laterale, per poi attestarsi sul passo sbarre immediatamente a SUD del doppio passo di parallelo, mediante un montante di ingresso AT 150kV a specifica TERNA, del quale costituisce opera di Utenza solo il terminale cavo di arrivo e lo scaricatore di sovratensione.



Di seguito si riportano stralci progettuali del progetto delle opere per la connessione, in cui si individuano i componenti adottati, la loro disposizione planimetrica ed il profilo longitudinale.





Nelle due figure precedenti si possono individuare, con numerazione da 1 ad 8:

1. Terminale cavo AT - lato TERNA (di competenza Produttori)
2. Scaricatore con contascariche;
3. Trasformatore di tensione capacitivo 150kV;
4. Sezionatore tripolare orizzontale 145-170kV con lame di messa a terra;
5. TA ad affidabilità incrementata 150 kV;
6. Interruttore tripolare 150kV;
7. Isolatore portante;
8. Sezionatore verticale

L'ipotesi di connessione alla RTN, prevede in definitiva:

1. Un collegamento AT cavo interrato a 150kV tra la SSE Produttore e la SSE esistente della LW4;
2. Realizzazione di un montante arrivo AT 150kV, in area condivisa nella SSE LW4;
3. Realizzazione di un sistema di sbarre per il parallelo tra i due impianti dei due diversi produttori;
4. Utilizzo dell'esistente collegamento alla RTN costituito da elettrodotto interrato posato in mortar in cunicolo in lastre di calcestruzzo;
5. Utilizzo dell'esistente montante di Partenza in area TERNA, collegato al doppio sistema di sbarre a 150kV ivi esistenti.



3.8 Complessi di misura per la verifica delle partite commerciali.

Lo schema di sottostazione prevede la possibilità di inserire contatori di energia nei seguenti punti d'impianto:

1. punto di interfaccia con la rete del Gestore. Per tale scopo si dovranno utilizzare i TA e TV dello stallo AT d'ingresso;
2. sulle linee in ingresso in cabina e proveniente dal parco fotovoltaico. In tal caso per il collegamento del contatore si dovranno utilizzare i TA previsti nello scomparto interruttore del quadro MT su cui si attesta la relativa linea e il TV dello scomparto misure fiscali della rispettiva semisbarra del quadro MT;
3. sullo stallo di trasformazione. In tal caso per il collegamento del relativo contatore si dovranno utilizzare i TA e TV AT 150kV posti sul montante di trasformazione;
4. sulla linea bT in uscita dal trasformatore MT/bT per i servizi ausiliari. Tale contatore misurerà l'energia assorbita per i servizi ausiliari di centrale.

Inizialmente le necessità del parco fotovoltaico impongono l'utilizzo dei soli contatori di cui ai precedenti punti 1 e 4. Tali contatori saranno installati nel locale contatori.

3.9 Impianto di terra.

L'impianto di terra è costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame ed è dimensionato termicamente per una corrente di guasto di 50 kA per 0,5 s. Il lato di maglia è scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 99-2 e 99-3. Nei punti sottoposti ad un maggior gradiente di potenziale (portali, TA, TVC), le dimensioni delle maglie sono opportunamente ridotte. In particolare, l'impianto è costituito da maglie aventi lato di 5-10 m nella zona delle apparecchiature e di circa 15-20 m in periferia. Le maglie vengono notevolmente infittite mediante collegamenti delle apparecchiature che sono connesse alla rete mediante due o quattro conduttori di terra. Le funi di guardia delle linee afferenti alla stazione vengono normalmente collegate alla rete di terra della stazione medesima. Va precisato in ogni caso che, ad opera ultimata, le tensioni di passo e di contatto vengono rilevate sperimentalmente e, nel caso eccedano i limiti, vengono effettuate le necessarie modifiche dell'impianto (dispersori profondi, asfaltature, ecc.). La rete di terra è costituita da conduttori in corda di rame nudo di diametro 10,5 mm (sezione 63 mm²) interrati ad una profondità di 0,70 m.

Tale materiale ha le seguenti caratteristiche:



- ◆ buona resistenza alla corrosione ad una diversa varietà di terreni
- ◆ comportamento meccanico adeguato
- ◆ bassa resistività, anche a frequenze elevate
- ◆ bassa resistenza di contatto nei collegamenti.

I conduttori di terra che collegano al dispersore le strutture metalliche sono in rame di diametro 14,7 mm (sezione 125 mm²) collegati a due lati di maglia. I TA, TVC e portali di ammarro sono collegati alla rete di terra mediante quattro conduttori di rame sempre di diametro 14,7 mm, allo scopo di ridurre i disturbi elettromagnetici nelle apparecchiature di protezione e controllo, specialmente in presenza di correnti ad alta frequenza.

3.10 Servizi generali e ausiliari.

Gli impianti di rilevazione incendi sono ubicati negli edifici comandi (retroquadro, sala comando, sala quadri MT e sala condensatori) e servizi ausiliari ed hanno lo scopo di rilevare i principi di incendio ed attivare le segnalazioni necessarie (locali e remote). Gli impianti sono conformi alle Norme UNI EN 54 e UNI 9795.

L'impianto antintrusione sarà realizzato nell'edificio comandi per la protezione delle porte esterne, delle finestre e per il controllo interno della sala quadri; esso è previsto contro eventuali atti vandalici e consentirà l'invio della segnalazione d'allarme per "intrusione estranei". L'impianto ed i componenti sono conformi alle Norme CEI 79/2-3-4.

Per i servizi generali di stazione, sono previsti i seguenti quadri di distribuzione:

- SA 380 Vac: quadro destinato all'alimentazione dei circuiti in corrente alternata (c.a.) sarà equipaggiato da interruttori automatici scatolati e modulari in esecuzione fissa, opportunamente dimensionati per tutte le utenze della stazione, prevedendone l'eventuale espansione. Sarà, inoltre, prevista un linea privilegiata alimentata in commutazione automatica da un gruppo elettrogeno. Il quadro conterà anche le alimentazioni per l'illuminazione e FM della stazione comprendendo inoltre, l'illuminazione di emergenza internamente agli edifici ed esternamente all'area della stazione. L'impianto normale delle aree esterne della stazione è realizzato con un numero adeguato di armature di tipo stradale con lampade sodio A.P. da 1 kW.



- SA 110 Vcc: quadro destinato all'alimentazione dei circuiti in corrente continua (c.c.) sarà equipaggiato da interruttore scatolati e modulari in esecuzione fissa, opportunamente dimensionati per tutte le utenze della stazione.

Lo schema di alimentazione dei SA prevede:

- Una linea MT di alimentazione derivata dalla trasformatore di potenza AT/MT
- Un trasformatore MT/BT in olio con potenza nominale definita in funzione delle dimensioni dell'impianto
- 1 quadro MT protetto, con celle isolate in SF6, opportunamente dimensionato
- 1 gruppo elettrogeno con un'autonomia non inferiore a 10 ore ed opportunamente dimensionato
- 1 quadro BT di distribuzione c.a. opportunamente dimensionato
- 1 complesso raddrizzatore/batteria in tampone, dimensionato per erogare la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente di carica della batteria; la batteria è in grado di assicurare la manovrabilità dell'impianto, in assenza dell'alimentazione in c.a., con un'autonomia di 4 ore

Le caratteristiche tecniche, i materiali ed i metodi di prova relativi a tutti i cavi BT per circuiti di potenza e controllo, cavi unipolari per i cablaggi interni dei quadri, cavi MT e per impianti luce e FM sono rispondenti alle Norme CEI e tabelle CEI UNEL di riferimento in materia.



3.11 Gruppo elettrogeno.

Lo schema della cabina primaria del produttore prevede l'installazione di un gruppo elettrogeno con funzioni di riserva dell'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (protezioni, misure, illuminazione, prese di servizio, resistenze anticondensa, ventilatori, etc. etc.).

Il gruppo elettrogeno avrà una potenza di 100kVA con alimentazione a gasolio e sarà dotato di serbatoio interno incorporato di capacità pari a 120 l. Il gruppo elettrogeno sarà posto in un apposito e dedicato locale tecnico della cabina primaria del produttore e munito di un quadro di controllo delle sue funzioni nonché di commutazione tra rete e gruppo. Il quadro di commutazione e controllo del gruppo elettrogeno sarà installato all'interno del locale quadri bT.

Al quadro di commutazione arriverà sia la linea bT uscente dal trasformatore per i servizi ausiliari, sia la linea uscente dal gruppo elettrogeno. L'uscita del quadro di commutazione alimenterà il quadro generale bT di cabina.

Con questo schema di collegamento il quadro bT di cabina sarà alimentato dalla rete elettrica fin quanto su tale rete c'è tensione; al mancare, per qualsiasi motivo della rete elettrica, il quadro di commutazione automatica farà avviare il gruppo elettrogeno commutando quindi l'alimentazione del quadro bT dalla rete elettrica al gruppo elettrogeno. In tal modo si garantisce l'alimentazione costante del quadro bT di cabina.

3.12 Alimentazione in c.c..

La cabina primaria del produttore sarà dotata, inoltre, di un gruppo soccorritore attraverso il quale alimentare tutti i servizi ausiliari sensibili di cabina (relè di protezione, bobine a minima tensione, comandi di interruttori, etc.). Il gruppo soccorritore sarà alimentato dal quadro bT di cabina a sua volta alimentato, come sopra indicato, dal gruppo elettrogeno. In tal modo il gruppo soccorritore alimenterà con continuità tutti i servizi ausiliari sensibili e di sicurezza della cabina primaria, anche durante la fase di commutazione dell'alimentazione dei servizi ausiliari da rete a gruppo elettrogeno.

Le batterie del gruppo soccorritore saranno installate all'interno di un quadro elettrico a questo appositamente dedicato. Quadro di soccorso e quadro batterie saranno installati nel locale quadri c.c. dei locali tecnici di cabina.



3.13 Basamenti per apparecchiature elettriche.

Gli scavi per la formazione delle fondazioni, dei pozzetti e dei condotti, saranno eseguiti con mezzo meccanico in sezione ristretta; il materiale di risulta sarà trasportato alla pubblica discarica.

I getti di calcestruzzo saranno confezionati con cemento a lenta presa con $R_{ck} \geq 325$ e saranno così distinti:

- dosati a ql. 1,5 : per magrone di sottofondo ai basamenti;
- dosati a ql. 2,5 : per murature di sostegno apparecchiature e per formazione dei vari pozzetti;
- dosati a ql. 3,0 : per basamenti di sostegno apparecchiature e per le opere di c.a. per la formazione della soletta di copertura del serbatoio di raccolta olio dei trasformatori.

Per l'esecuzione dei getti saranno usati casseri in tavole di legno.

La vasca di raccolta olio del trasformatore sarà intonacata ad intonaco rustico con soprastante lisciatura a polvere di cemento per rendere le pareti impermeabili ed evitare la perdita di olio.

Per la realizzazione dei cavidotti saranno utilizzati dei tubi in plastica di tipo pesante, posati entro gli scavi a trincea a sezione rettangolare e protetti meccanicamente con getto di calcestruzzo magro dosato a ql. 1,5.

In ognuno dei tratti di cavidotto il numero dei tubi sarà come da tavole di progetto e comunque adeguato alle specifiche funzionalità.

Tutti i pozzetti saranno realizzati con corpo in c.a. gettato in opera e saranno completi di chiusini in cemento per ispezione.

Per la raccolta e lo scarico delle acque piovane del piazzale, saranno posati tubi in cemento del diametro di 20 cm ricoperti con getto di calcestruzzo dosato a ql. 1,5 di cemento.

Si prevede la posa di pozzetti stradali a caditoia di raccolta acqua, completi di sifone incorporato e di griglia in ghisa del tipo pesante carrabile.



PARTE IV

OPERE DI RETE A 150kV e 380 kV

Si rimanda al progetto delle opere di rete fornito da TERNA e già autorizzato con D.D. n. 28 del 17/05/2013.

San Severo, Dicembre 2020

STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA

Ing. Mezzina Antonio

San Severo

STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA

Ing. MEZZINA Antonio

