

COMUNI DI:
CASSANO ALLO IONIO
SPEZZANO ALBANESE

PROVINCIA: COSENZA
REGIONE: CALABRIA

"FATTORIA SOLARE SAN BIAGIO"
AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

PROGETTO DEFINITIVO

DISCIPLINARE TECNICO

Tipo Elaborato	Codice Elaborato	Data	Scala CAD	Formato	Foglio / di	Scala
REL.	2204_R.12	01/04/2024	-	A4	1/42	-

PROPONENTE

EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.
Via Tiziano, 32
20145 - Milano (MI)

SVILUPPO



SET SVILUPPO s.r.l.
Corso Trieste, 19
00198 - Roma (RM)

PROGETTAZIONE

Ing. Giacomo Greco



Ing. Marco Marsico



Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	01/04/2024	Prima Emissione	Ing. M. Marsico	Ing. G. Greco	Ing. M. Marsico

DISCIPLINARE TECNICO

FATTORIA SOLARE "SAN BIAGIO"

AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

di potenza pari a 63,180 MWp

e sistema di accumulo pari a 12,5 MW

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 3
---	---	--------------

SOMMARIO

1.	DATI GENERALI	5
2.	CARATTERISTICHE IMPIANTO FOTOVOLTAICO	8
2.1.	Strutture elevate ad inseguimento solare	9
2.2.	Moduli fotovoltaici.....	10
2.3.	Inverter.....	11
2.4.	Cabine di Campo	12
2.5.	Storage Container	13
2.6.	Storage Inverter.....	14
2.7.	Storage Power Station.....	14
2.8.	Cabina di Raccolta.....	16
2.9.	Cavi di potenza BT e MT.....	16
2.10.	Cavi di segnale	20
2.11.	Sistemi SCADA.....	20
3.	OPERE DI CONNESSIONE.....	21
3.1.	Cavidotto MT 30 kV.....	22
3.1.1.	Dimensionamento del cavidotto MT 30 kV.....	22
3.1.2.	Percorso del cavidotto MT 30 kV	24
3.1.3.	Scavo del cavidotto MT 30 kV.....	24
3.1.4.	Posa del cavidotto di MT 30 kV.....	25
3.2.	Cabina Utente – Stazione di trasformazione 150/30 kV.....	25
3.2.1.	Trasformatore 150/30 kV e Stallo AT.....	26
3.2.2.	Regolazione della potenza reattiva	27
3.2.3.	Fabbricato comandi.....	28
3.2.4.	Sistema di protezione, comando, controllo e misura	29
3.2.5.	Servizi ausiliari.....	29
3.2.6.	Impianto di utenza per la connessione - Elettrodotto 150 kV.....	30
3.2.7.	Opere di rete – Nuova SE Cammarata Calabria 150 kV (CMMN) e raccordi aerei 150 kV	31
4.	SICUREZZA ELETTRICA DI IMPIANTO.....	33
4.1.	Misure di protezione generale.....	33
4.2.	Elementi di un impianto di terra	33
4.3.	Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione	34
4.4.	Protezione delle condutture elettriche.....	35
4.5.	Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra.....	36

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 4
---	---	--------------

5.	NORME E SPECIFICHE TECNICHE.....	37
6.	OPERE CIVILI.....	41
7.	SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA.....	42

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 5
---	---	--------------

1. DATI GENERALI

Proponente	EF AGRI Società Agricola a r.l.
Progetto	Agrivoltaico: progetto di miglioramento fondiario integrato da strutture fotovoltaiche elevate di potenza nominale pari a 63,180 MWp e completato da un sistema di accumulo di potenza nominale pari a 12,5 MW
Coordinate geografiche	Latitudine: 39°44'11.75"N Longitudine: 16°20'5.00"E
Comuni interessati dal progetto	Cassano all'Ionio (CS) Spezzano Albanese (CS)
Soluzione di connessione	Codice Pratica Terna: 202300170

Il progetto agrivoltaico denominato "Fattoria Solare San Biagio" è un progetto di agricoltura innovativa che introduce in Calabria un nuovo modello di sviluppo sostenibile che combina la coltivazione delle superfici agricole con la produzione di energie rinnovabili, rispondendo alle esigenze ambientali, climatiche e di tutela dei territori rurali.

Il progetto prevede il miglioramento fondiario di un'area di circa 120 Ha, ubicata nel Comune di Cassano all'Ionio (CS), tramite l'implementazione di un piano agronomico integrato con **strutture fotovoltaiche elevate** e ad inseguimento solare monoassiale (c.d. tracker). L'insieme dei moduli fotovoltaici supportati da queste strutture e opportunamente connessi, determinerà nel complesso una potenza di picco pari a 63,180 MWp.

L'impianto agrivoltaico sarà inoltre corredato da un sistema di accumulo (c.d. storage) in assetto AC Coupling, capace sia di assorbire che di immettere energia verso la Rete Elettrica Nazionale. Tale sistema è stato previsto all'interno dell'area di impianto, perseguendo obiettivi di funzionalità e di ottimizzazione degli spazi, ed avrà una potenza nominale pari a 12,5 MW.

Le opere di connessione necessarie per il collegamento dell'impianto agrivoltaico e del sistema di accumulo alla RTN sono costituite da una Stazione di Trasformazione 150/30 kV (c.d. Cabina Utente) da collegare in antenna ad una nuova Stazione Elettrica della RTN a 150 kV, denominata "Cammarata Calabria 150 kV", la quale sarà inserita in entra - esce alla linea RTN 150 kV "CP Tarsia - CP Cammarata" previa:

- realizzazione di una nuova SE della RTN a 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Laino - Rossano TE";

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 6
---	---	--------------

- realizzazione di un nuovo elettrodotto a 150 kV tra la suddetta SE della RTN a 150 kV e la suddetta SE della RTN a 380/150/36 kV;
- realizzazione degli interventi 521-P (Elettrodotto 150 kV Catanzaro – Belcastro – Mesoraca – Calusia) e 542-P (Sviluppi rete AT Calabria Nord Ionica).

Le Opere di Utenza previste dal progetto per la connessione dell'impianto agrivoltaico e del sistema di accumulo alla RTN sono costituite da:

- cavidotto interrato a 30 kV di circa 3,25 km di collegamento tra l'impianto agrivoltaico e la cabina utente 150 kV in cui avverrà l'elevazione da 30 kV a 150 kV;
- stazione di trasformazione 150 kV - 30 kV, denominata Cabina Utente in seguito, in cui avverrà appunto l'elevazione e la successiva connessione allo stallo utente della nuova SE "Cammarata Calabria 150 kV" da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV "CP Tarsia – CP Cammarata". La cabina utente verrà realizzata nei pressi della nuova SE come illustrato di seguito;
- il nuovo elettrodotto a 150 kV per il collegamento in antenna dell'impianto agrivoltaico, in arrivo dalla Cabina Utente, sulla nuova Stazione Elettrica "Cammarata Calabria 150 kV" (SE) della RTN.

Le Opere di Rete per la connessione sono costituite invece dalla suddetta nuova Stazione Elettrica (SE) "Cammarata Calabria 150 kV" incluso lo stallo arrivo produttore. Queste ultime sono comuni con altri impianti di produzione e soggette al benessere di Terna S.p.A. Il produttore *Sorgenia Renewables S.r.l.*, costituendosi come capofila, si è fatto carico di redigere il progetto definitivo della nuova SE, impegnandosi nella messa a disposizione e condivisione, per far sì che possa essere incluso e integrato nei progetti degli altri produttori ai fini autorizzativi. Il progetto definitivo delle Opere di Rete, sottoposto a benessere di Terna S.p.A, è parte integrante del progetto complessivo. Allo stato attuale la futura Stazione Elettrica SE della RTN "Cammarata Calabria 150 kV" è stata già sottoposta ad analisi di prefattibilità tecnica con ipotesi di realizzazione nel comune di Spezzano Albanese. Per una descrizione dettagliata dell'opera si rimanda al capitolo "3.2.7 Opere di rete – Nuova SE Cammarata Calabria 150 kV (CMMN) e raccordi aerei 150 kV".

Di seguito un inquadramento su ortofoto di quanto sopra esposto.

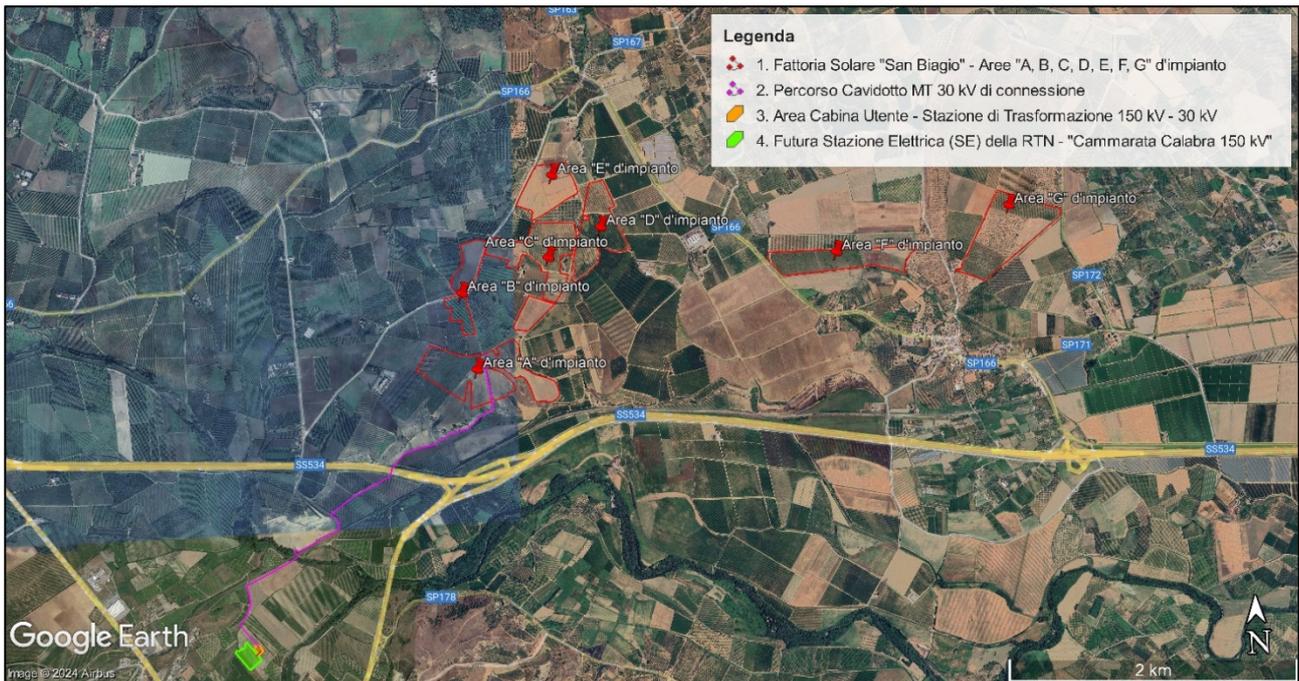


Figura 1: Inquadramento su Ortofoto delle aree d'impianto, percorso cavidotto MT 30 kV, area Cabina Utente, area futura Stazione Elettrica SE "Cammarata Calabria 150 kV"

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 8
---	---	--------------

2. CARATTERISTICHE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Vengono elencati di seguito i principali elementi costituenti l'impianto fotovoltaico:

- Tracker n. 4.246, ciascun tracker supporta n.24 moduli;
 - Moduli fotovoltaici n. 101.904 per una potenza complessiva pari a 63,180 MWp;
 - Inverter di stringa n.283;
 - Cabine di Campo n.32, corredate di quadro BT, trasformatore BT/MT e quadro MT;
 - Container batterie n.5, per una potenza complessiva pari a 12,5 MW e una capacità di accumulo pari a 15 MWh;
 - Storage power station n.5 corredate di inverter, trasformatore BT/MT, quadro MT;
 - Cabina di raccolta prefabbricata corredata di arrivi e partenze linee MT e gruppo di misura;
 - Rete elettrica interna BT per collegamento tra stringhe, inverter e Cabine di Campo;
 - Rete elettrica interna BT per collegamento tra Storage Container e Storage Power Station;
 - Rete elettrica interna MT per collegamento tra Cabine di Campo, Storage Power Station e Cabina di Raccolta;
 - Cavi di segnale, sistema di monitoraggio e controllo SCADA;
 - Impianto di Terra comprensivo di rete elettrosaldato, picchetti, giunzioni e corde di rame nudo.
 - Stazione di trasformazione 150/30 kV, anche detta Cabina Utente, da realizzarsi nei pressi della nuova SE Terna 150 kV denominata Cammarata Calabria;
 - Cavidotto di collegamento 30 kV tra impianto agrivoltaico e Cabina Utente di lunghezza pari a circa 3,25 km;
 - Cavidotto di collegamento 150 kV tra Cabina Utente e SE Terna;
-

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 9
---	---	--------------

2.1. Strutture elevate ad inseguimento solare

Al fine di incrementare le ore equivalenti di produzione, l'impianto è progettato utilizzando la tecnologia ad inseguimento solare monoassiale in direzione Est-Ovest mediante l'installazione di tracker monofacciali TRJ di Convert o similari, posti ad un'altezza pari a 3,7 m (altezza a tracking 0°), con una distanza di interasse pari a 6,2 m per consentire lo svolgimento dell'attività agricola. Adottando una tensione di sistema pari a 1500 V nel dimensionamento dell'impianto, su ogni tracker sono collegati 24 moduli su un'unica stringa.

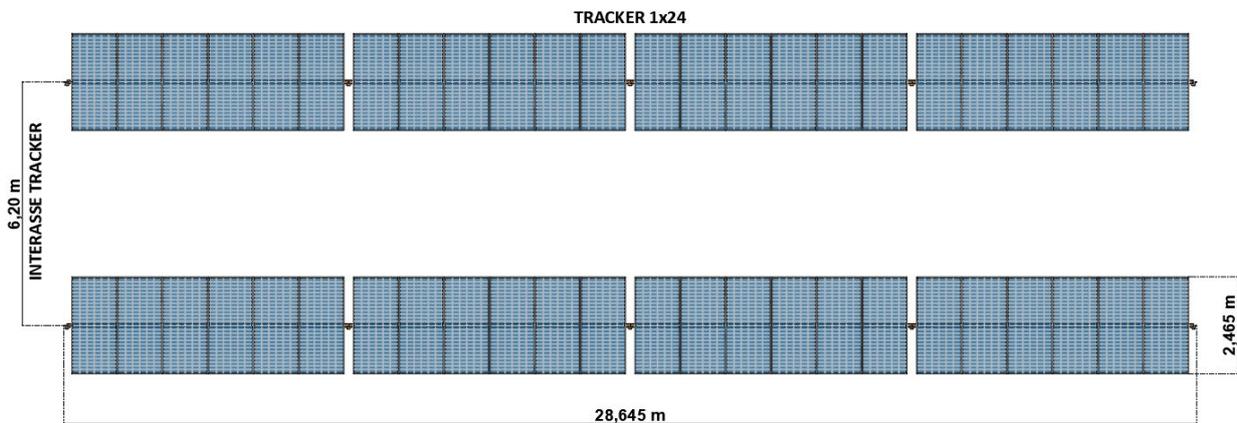


Figura 2: Vista in Pianta delle strutture (c.d. tracker)

Le strutture si sviluppano in direzione Nord-Sud per una lunghezza pari a 28,645 m e presentano una distanza reciproca pari a 50 cm nella stessa direzione. In direzione Est-Ovest, invece, le strutture sono caratterizzate dalla medesima dimensione del lato lungo del modulo (2,465 m).

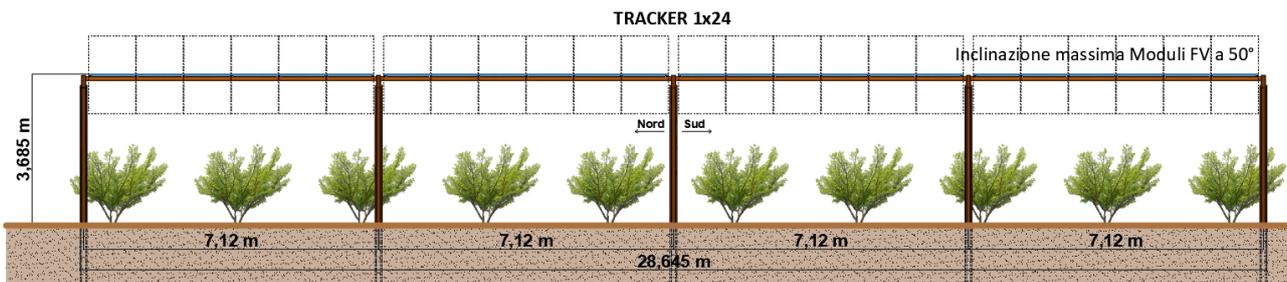


Figura 3: Particolare disposizione moduli su tracker in prospettiva (configurazione 1x24)

La disposizione dei tracker all'interno del campo fotovoltaico tiene conto delle imposte fasce di rispetto dalle strade, dalle interferenze e da tutti gli elementi emersi nelle analisi tecnico-ambientali, oltre che delle esigenze di viabilità interna al sito per agevolare il passaggio dei mezzi agricoli di maggiori dimensioni.

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 10
---	---	---------------

La disposizione dei tracker in campo è stata scelta tenendo conto, inoltre, degli ombreggiamenti, del fenomeno del backtracking – l'ombreggiamento reciproco dei tracker durante le operazioni di inseguimento solare – e delle esigenze logistiche e organizzative dell'azienda agricola che opererà all'interno del sito.

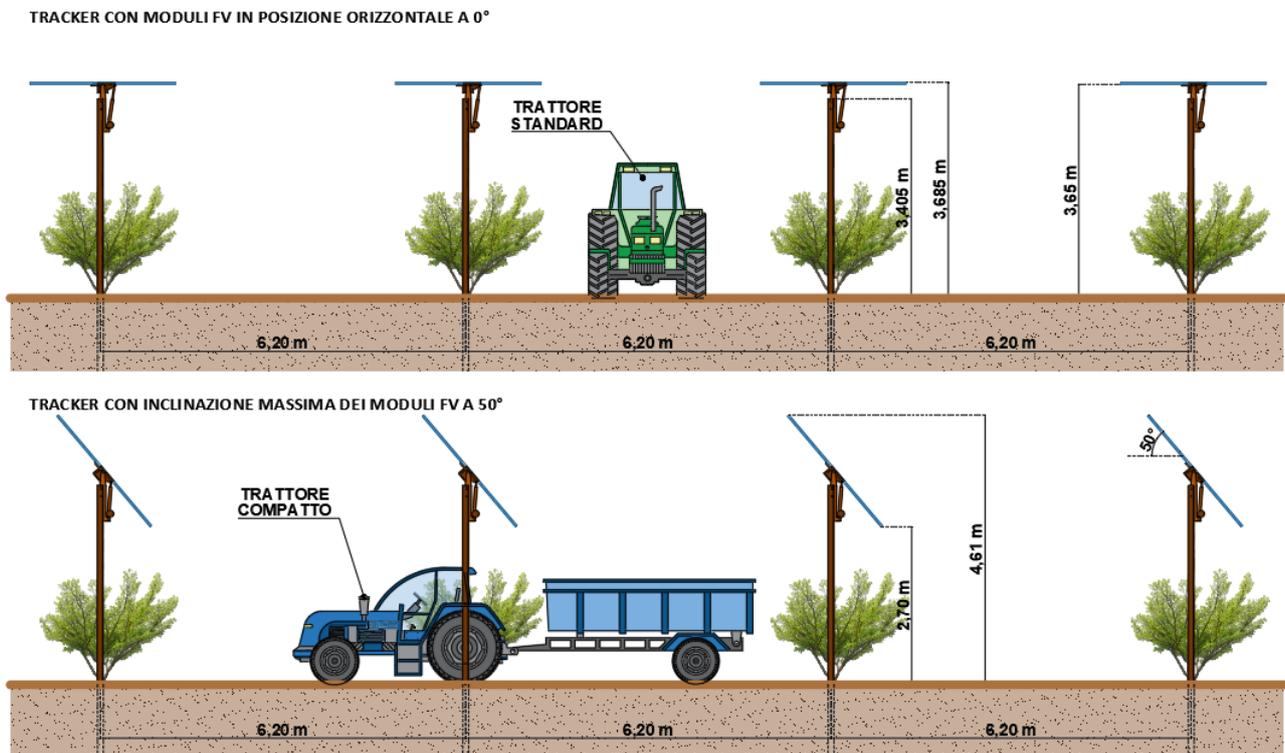


Figura 4: Particolare disposizione moduli su tracker: evidenza altezze dal suolo

2.2. Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici scelti rispettano i più avanzati standard tecnologici in termini di efficienza e di ottimizzazione della produzione specifica (Wp/mq), in modo da migliorare notevolmente l'impatto visivo e ambientale a parità di potenza installata.

In particolare, è stato proposto un modulo in silicio monocristallino, bifacciale e caratterizzato da tecnologia Half-Cell, del tipo JA SOLAR JAM78D40 600-625/GB o similari, dalla potenza nominale di 620 W. Il modulo è caratterizzato da 156 celle (6x26) ed è dotato di cavetti di connessione muniti di connettori MC4 ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza degli operatori e facilità di installazione.

I componenti elettrici e meccanici che lo caratterizzano sono conformi alle normative tecniche e sono tali da garantire elevate performance.

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 12
---	---	---------------



Figura 6: Inverter GOODWE GW250K-HT

Gli inverter saranno installati in campo sul palo terminale di un tracker in posizione pressoché centrale rispetto alla disposizione delle stringhe da raccogliere. Saranno ubicati per lo più in corrispondenza delle strade funzionali alla viabilità interna al sito, al fine di agevolare le attività di manutenzione e non ostacolare le attività agricole. Presentano un grado di protezione IP66, tale da consentire l'installazione outdoor, prevedendo al più, minimi accorgimenti per evitare l'esposizione diretta alla radiazione solare. Gli inverter scelti risultano compatti ed hanno dimensioni pari a 1091mm x 678mm x 341mm, per un peso complessivo pari a 111 kg.

2.4. Cabine di Campo

Le cabine di campo rappresentano il punto di raccolta dei singoli sottocampi, quindi, il punto in cui si raccolgono le linee AC provenienti dagli inverter e si effettua l'elevazione della tensione BT/MT. Si prevede la realizzazione di n°32 cabine di campo.

L'interno delle cabine di campo è suddiviso in 3 locali: Locale BT, Locale Trafo e Locale MT.

Ciascuna cabina di campo sarà allestita come di seguito descritto:

- N°1 Quadro di Bassa Tensione (QBT) per la raccolta delle linee proveniente dagli inverter, da 7 a 10 inverter per cabina, dotato di opportune protezioni;
- N° 1 Contatore di produzione
- N° 1 Trafo BT/BT caratterizzato da isolamento in resina, da una tensione all'avvolgimento secondario di 400 V, una tensione all'avvolgimento primario di 800 V e potenza pari a 15 kVA;
- N°1 Quadro di Bassa Tensione per i servizi ausiliari (QAUX)

- N°1 Trafo BT/MT caratterizzato da isolamento in resina, da una tensione all'avvolgimento secondario di 800 V, una tensione all'avvolgimento primario di 30 kV e potenze da 2500 kVA a 3150 kVA in funzione del sottocampo di riferimento;
- N°1 Quadro di Media Tensione (QMT) per la connessione delle cabine di campo con la cabina di raccolta MT, dotato delle opportune protezioni e organi di sezionamento e manovra.

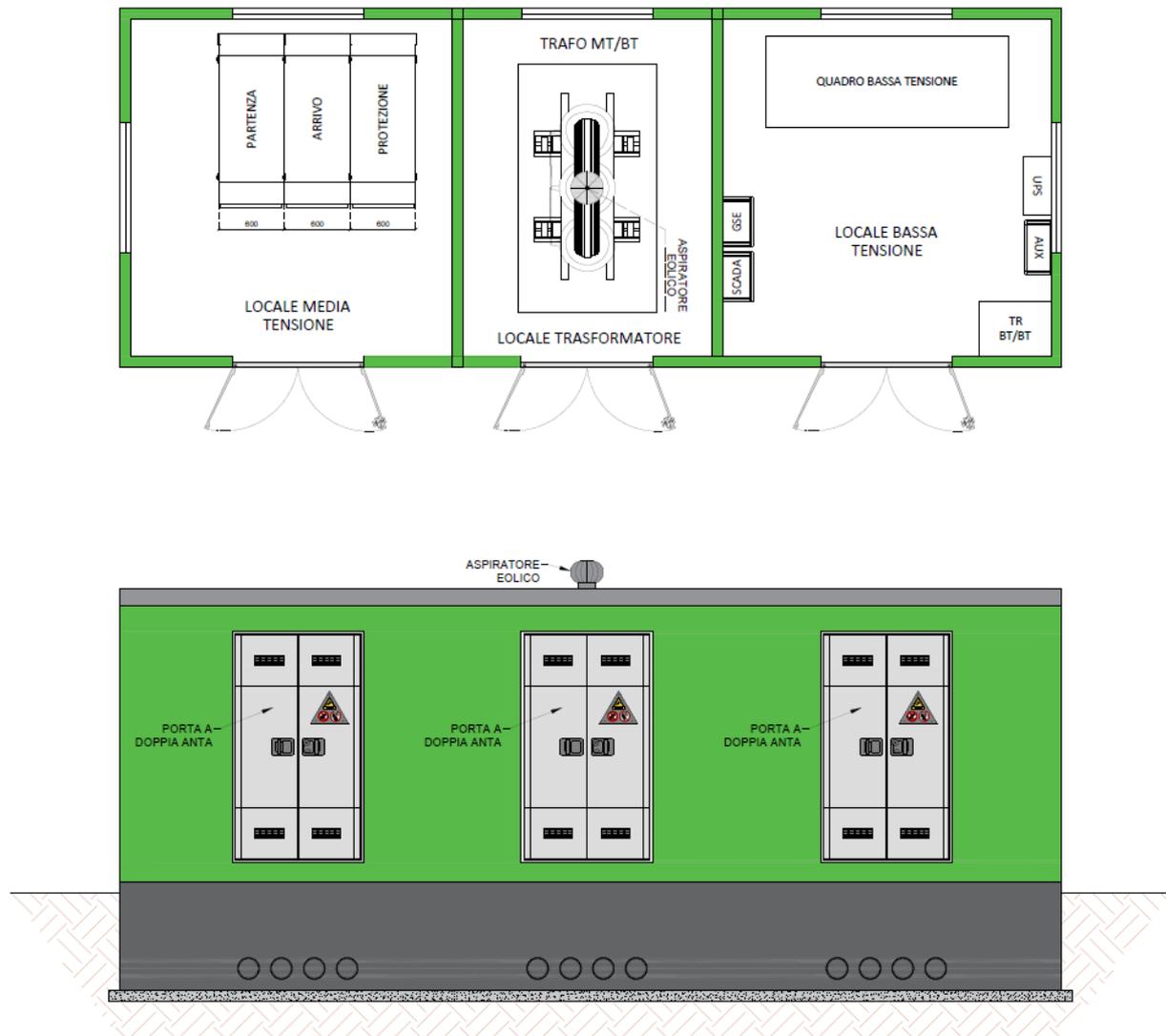


Figura 7: Pianta e Prospetti Cabina di campo

Riferimento Elaborato Grafico "2204_T.P.15_Dettaglio Cabine di campo"

2.5. Storage Container

L'impianto Storage è stato ricavato all'interno dell'area di impianto in una posizione funzionale sia dal punto di vista elettrico che di interazione con la movimentazione agricola in campo. L'organizzazione delle batterie agli ioni di litio è del tipo modulare all'interno di Container (c.d.

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 14
---	---	---------------

Storage Container). Più batterie formano un modulo, più moduli in serie formano un rack e più rack in parallelo compongono il container. Le batterie sono gestite da un sistema di monitoraggio e controllo di carica e scarica delle batterie (c.d. BMS) e da un convertitore di potenza che permette l'immissione della corrente continua nelle linee DC in entrata o uscita dal container. Ogni unità presenta una potenza pari a 2,5 MW e una capacità pari a 3 MWh, caratteristiche che la rendono adatta per la modalità Fast Reserve, cioè l'immissione in rete della potenza nominale per un tempo di almeno 15 minuti.

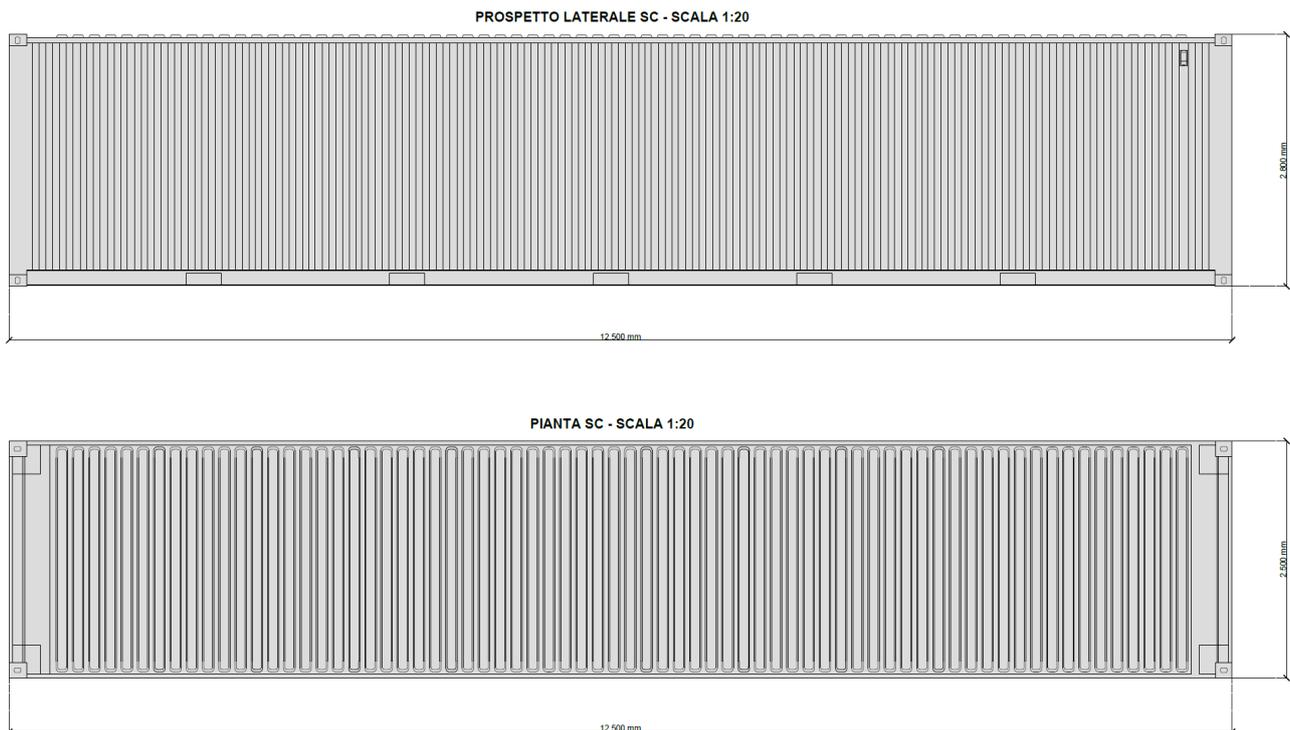


Figura 8: Pianta e Prospetto dello Storage Container

2.6. Storage Inverter

Ciascun Storage Container sarà connesso ad un inverter centralizzato (c.d. Storage Inverter) del tipo SMA SCS2900 o similari. L'inverter ha una potenza di 2,94 MVA ed è quindi in grado di erogare tutta la potenza proveniente dalle batterie, risultando idoneo alla modalità Fast Reserve. Lo Storage Inverter è caratterizzato da un range DC compreso tra 760 V e 1100 V e una tensione AC pari a 520 V. Lo stesso è altresì equipaggiato con i dispositivi di protezione SPD per le sovratensioni e gli interruttori automatici per le sovracorrenti, sia dal lato DC che dal lato AC.

2.7. Storage Power Station

Gli Storage Inverter sono collocati all'interno delle rispettive Storage Power Station, che contengono tutti i dispositivi per la conversione tra corrente continua e corrente alternata e

l'elevazione di tensione BT/MT. Nello specifico, in maniera simile alle Power Station del campo agrivoltaico, gli ingressi dello Storage Inverter sono dotati dei dispositivi necessari alla protezione delle linee provenienti dallo Storage Container, alla misura dei parametri elettrici e al corretto funzionamento degli ausiliari. Quest'ultimo è collegato ad un trasformatore con isolamento in olio per l'elevazione della tensione BT/MT con opportuna vasca di raccolta. Quest'ultimo è a sua volta connesso ad un quadro elettrico di alta tensione (o High Voltage Switchgear), il quale è dotato di adeguati organi di sezionamento, protezione e dal quale si articoleranno le linee di interconnessione tra le varie Storage Power Station, fino al raggiungimento della Cabina di Raccolta.

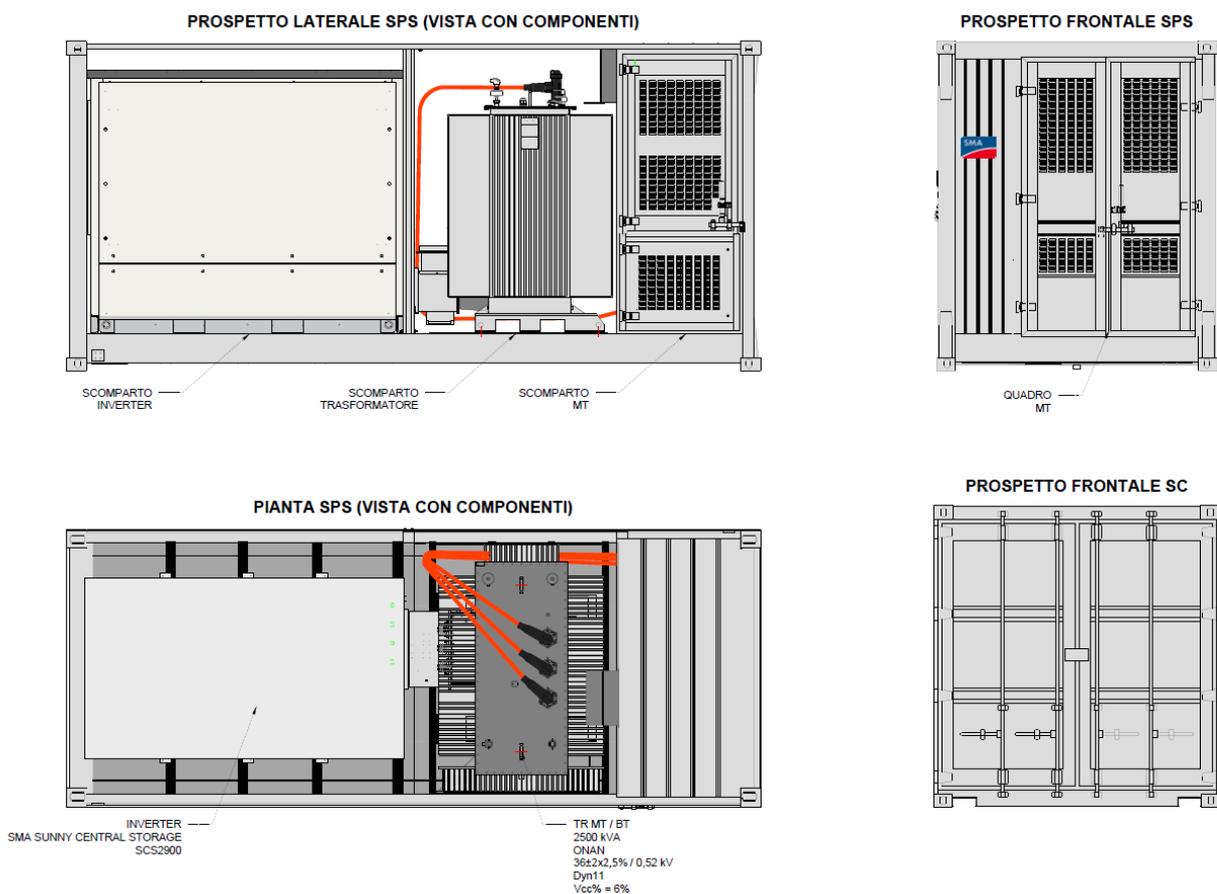


Figura 9: Pianta e Prospetto dello Storage Power Station con Storage Inverter

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 16
---	---	---------------

2.8. Cabina di Raccolta

I Sottocampi dell'Impianto Agrivoltaico e il Sistema di Accumulo, dimensionati come sopra descritti, faranno capo ad un'unica Cabina di Raccolta collocata in sito, nella vicinanza della strada che collega l'accesso principale al sito e la strada interna di collegamento al centro aziendale. Il collegamento tra le due parti di produzione, ovvero impianto Agrivoltaico e Storage, e la Cabina di Raccolta avverrà mediante cavi ARE4H5EX 18/30kV.

La Cabina è stata progettata in seguito alla valutazione dei componenti a corredo della stessa e delle loro taglie, tenendo conto dell'organizzazione degli anelli di interconnessione, dell'entità delle correnti in gioco e delle altre grandezze elettriche che caratterizzano l'impianto.

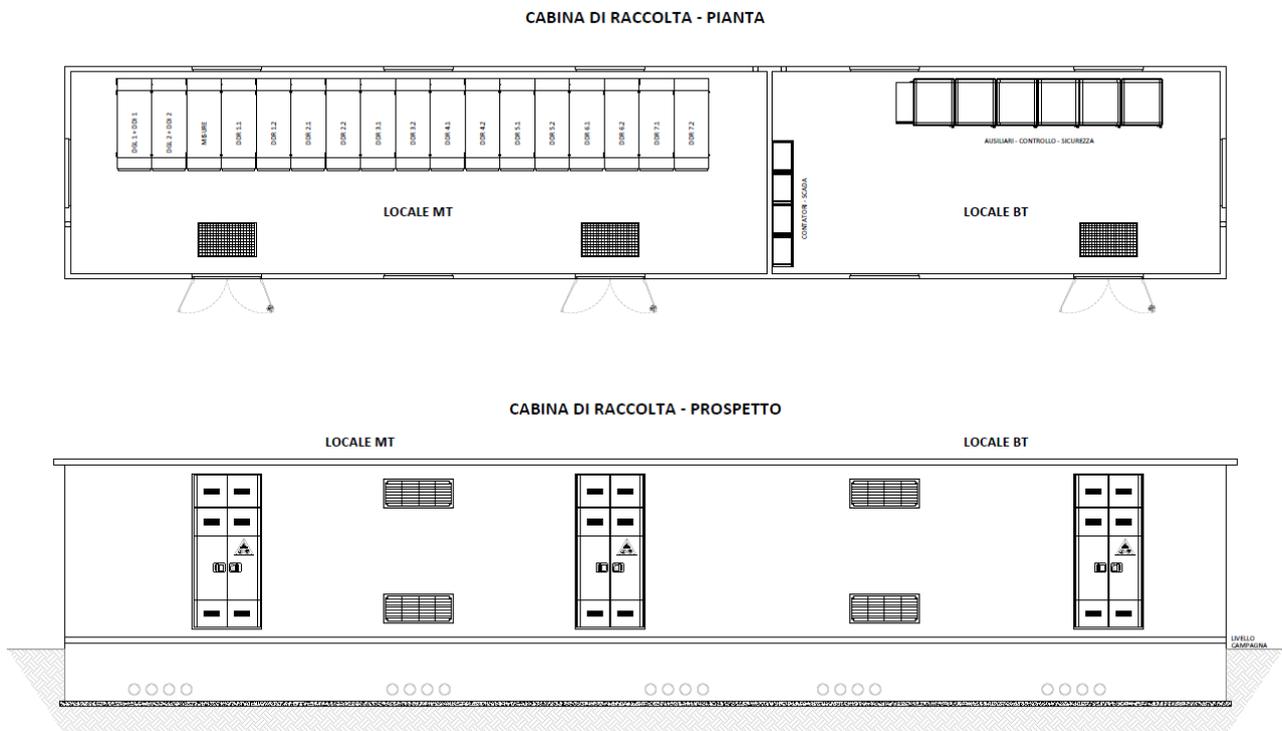


Figura 10: Dettaglio Cabina di Raccolta

Riferimento Elaborato Grafico "2204_T.P.16_Dettaglio Cabina Raccolta"

2.9. Cavi di potenza BT e MT

Gli impianti saranno caratterizzati da linee elettriche con conduttori idonei per le varie sezioni. L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione, sezione del conduttore, isolante, guaina protettiva, ecc.) che garantiscono, in accordo alle condizioni di posa, una vita utile del cavo più longeva di quella dell'impianto.

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 17
---	---	---------------

Per la sezione di impianto in corrente continua è previsto il cablaggio del generatore fotovoltaico mediante cavi di stringa del tipo H1Z2Z2-K o similari, in posa libera fissata al retro delle strutture di sostegno, eventualmente canalizzate e interrate. Le stringhe così collegate arriveranno agli inverter di stringa.

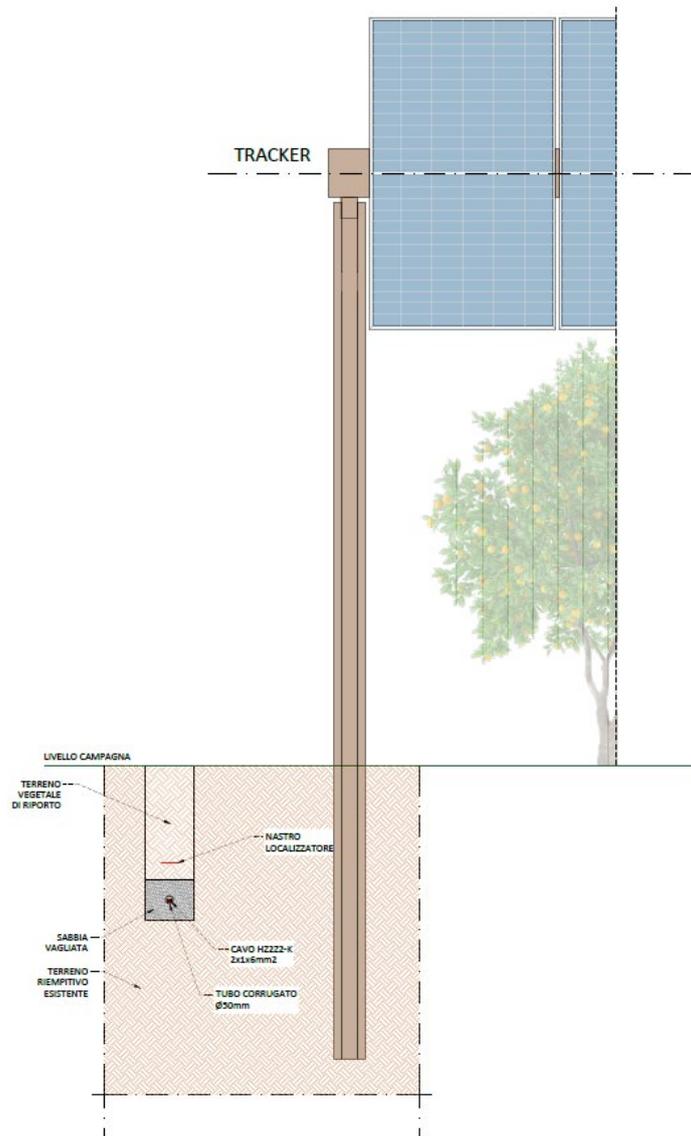


Figura 11: Collegamento stringhe QPS H1Z2Z2-K 2x1x6 mm²

Riferimento Elaborato Grafico "2204_T.P.07_Layout impianto con cavidotti e sezioni di scavo"

Gli inverter di stringa saranno a loro volta collegati ai QBT in cabina di campo tramite cavi del tipo ARG16R16 o similari in posa prevalentemente interrata in tubo protettivo corrugato flessibile a doppia parete in PVC, con resistenza allo schiacciamento 450N e diametro esterno opportuno. Ogni linea di collegamento Inverter - QBT avrà il suo tubo protettivo dedicato e, dove possibile, più linee condivideranno lo stesso scavo.

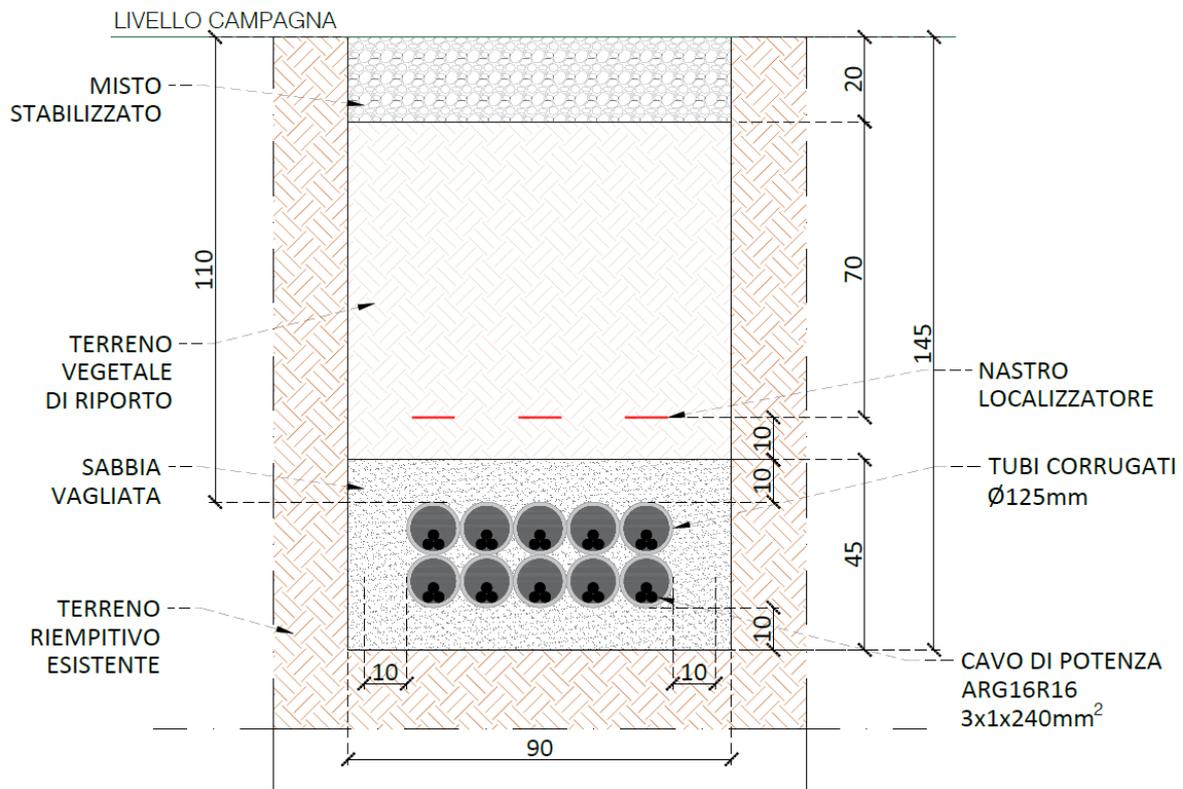


Figura 12: Sezione di scavo cavidotto BT 3x1x240 mm²

Riferimento Elaborato Grafico "2204_T.P.07_Layout impianto con cavidotti e sezioni di scavo"

I collegamenti QBT-trasformatore e trasformatore-QMT saranno eseguiti mediante barre conduttrici e cavi opportunamente dimensionati.

Le linee MT dalle singole Cabine di Campo fino alla Cabina di Raccolta, invece, saranno dimensionate in relazione alle condizioni di posa e alla massima corrente che le attraversa. Tali linee saranno altresì interrate prevedendo opportuno tegolo per la protezione meccanica dei cavi. Si precisa in questo senso che, laddove all'interno del medesimo cavidotto correranno più linee MT, le stesse saranno distanziate di 25 cm dal centro del conduttore.

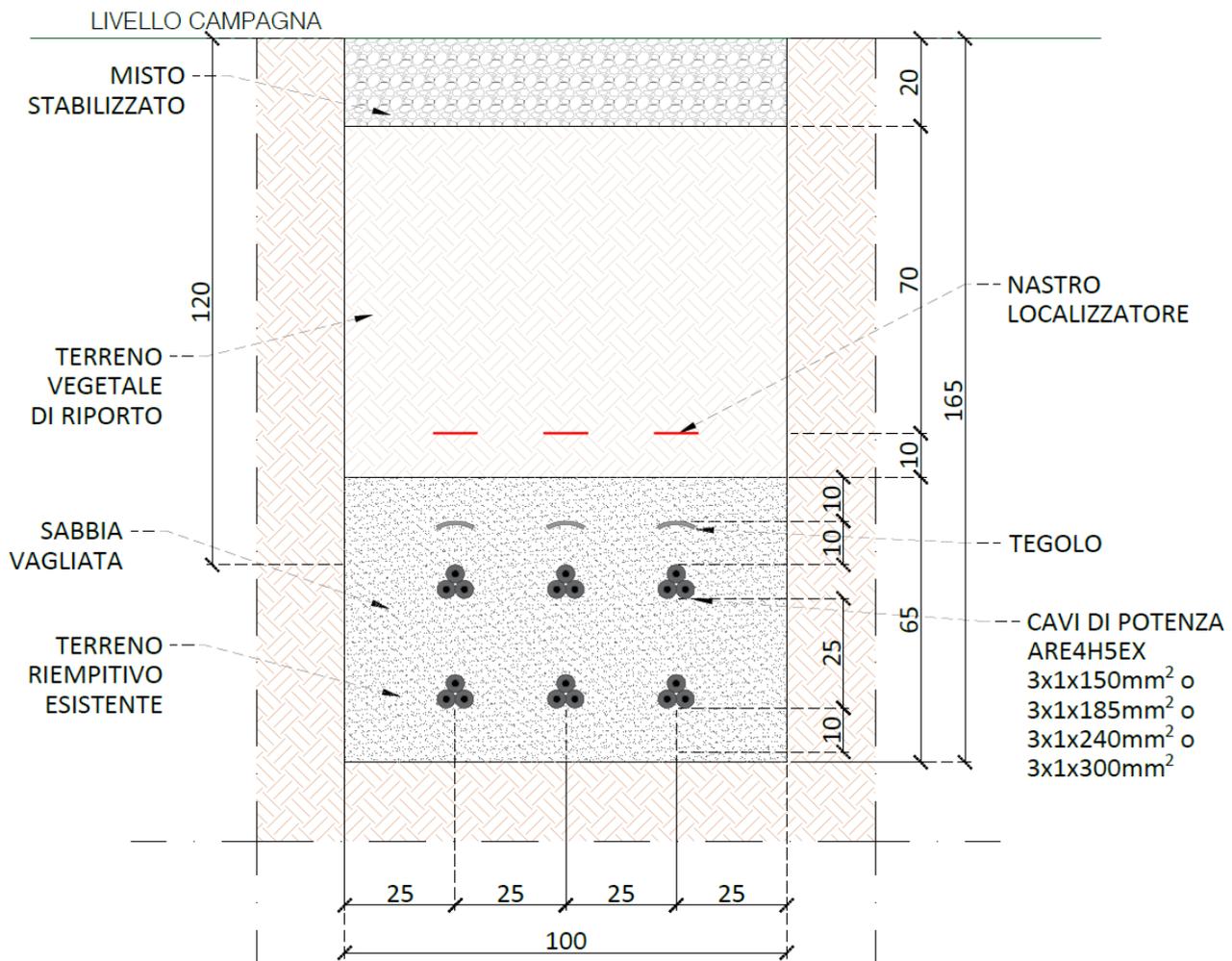


Figura 13: Sezione di scavo cavidotto MT 3x1x150mm² - 3x1x185mm² - 3x1x240mm² - 3x1x300mm²
Riferimento Elaborato Grafico "2204_T.P.07_Layout impianto con cavidotti e sezioni di scavo"

Per maggiori dettagli sulle sezioni di scavo si rimanda alle tavole di progetto. I cavi sopracitati sono adatti ad una condizione di posa interrata in ottemperanza alla Norma CEI 11-17 vigente in materia. Detta norma stabilisce che l'integrità dei cavi deve essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare in grado di assorbire le varie sollecitazioni statiche e dinamiche che possono verificarsi nel corso della vita utile dell'impianto. Pertanto, si prevede per ciascun cavo il tubo protettivo opportunamente dimensionato al fine di garantire l'integrità dei singoli cavi. La scelta dei cavi e dei tubi protettivi tiene conto altresì dell'articolo 2.3.04 delle Norme CEI 11-17 "Sollecitazioni a trazione" che, per ciò che riguarda i conduttori in alluminio, prescrive che gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi non deve superare una sollecitazione di 50 N/mm² (limite sui conduttori). Dopo la posa, i cavi andranno sottoposti a collaudo per verificare l'insorgere di eventuali difettosità, grossolani errori di confezionamento dei giunti e terminali e/o danneggiamenti avvenuti durante i lavori, al fine di garantire la perfetta regola d'arte.

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 20
---	---	---------------

2.10. Cavi di segnale

Oltre alle linee di potenza si citano quelle di segnale, ovvero tutte le linee necessarie alla connessione dei dispositivi di monitoraggio e di security, per i quali sono previsti cavi in fibra ottica e cavi in rame multipolari twistati e non. Tali linee avranno una condizione di posa opportuna, sulla base della loro funzione (ad esempio le linee che acquisiscono i segnali dai vari dispositivi di security diffusi nel campo saranno interrate entro tubi protettivi, mentre quelle dei dispositivi di monitoraggio presenti in cabina saranno posate entro passerelle, tubi rigidi o flessibili, ecc.).

2.11. Sistemi SCADA

Sarà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU, al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto agrivoltaico in tutte le situazioni. Il sistema consentirà infatti di ricevere ed elaborare diverse informazioni tra cui:

- stato della rete;
 - energia immagazzinata e fornita dallo storage;
 - produzione dal campo solare;
 - produzione dagli apparati di conversione;
 - produzione e scambio dai sistemi di misura;
 - dati climatici e ambientali dalle stazioni di rilevamento meteo;
 - dati relativi al tracking;
 - allarmi da tutti gli interruttori e sistemi di protezione;
 - parametri agricoli del campo agrivoltaico.
-

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 21
---	---	---------------

3. OPERE DI CONNESSIONE

Nel presente paragrafo, sono descritte le caratteristiche tecniche delle opere necessarie alla connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata da Terna S.p.A. in data 29/01/2024 (**Codice Pratica 202300170**, Preventivo di connessione Prot. n. P20240010239 del 29/01/2024, accettato dalla proponente in data 23/02/2024) prevede il collegamento dell'impianto in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica della RTN a 150 kV da inserire in entra - esce alla linea 150 kV esistente "Cammarata - Tarsia".

Il collegamento in antenna a 150 kV per il collegamento dell'impianto alla nuova SE costituisce impianto di utenza per la connessione mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta SE costituisce impianto di rete per la connessione.

Si specifica che la nuova SE della RTN rappresenta una soluzione tecnica di connessione comune con altri produttori. Il produttore Sorgenia Renewables S.p.a., costituendosi come capofila, si è fatto carico di redigere il progetto definitivo delle opere RTN suddette, impegnandosi a metterlo a disposizione e condivisone, per far sì che possa essere incluso e integrato nei progetti degli altri produttori a fini autorizzativi. Il progetto definitivo delle Opere di Rete, sottoposto a benestare di Terna S.p.A, è parte integrante del progetto complessivo.

La nuova Stazione Elettrica (SE) 150 kV, denominata SE Cammarata Calabria 150 kV (CMMN), verrà realizzata nel comune di Spezzano Albanese e sarà connessa mediante due elettrodotti aerei alla linea Cammarata - Tarsia.

Con riferimento alle opere di connessione lato utente, si evidenzia che il collegamento tra l'impianto e la nuova SE avverrà come di seguito:

- cavidotto interrato 30 kV di collegamento tra la Cabina di Raccolta impianto e Cabina Utente
- Cabina Utente per elevazione 150/30 kV da realizzare in prossimità della SE Cammarata Calabria 150 kV (CMMN)
- elettrodotto di collegamento 150 kV tra Cabina Utente di proprietà della proponente e stallo arrivo produttore in SE di proprietà Terna

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 22
---	--	----------------------

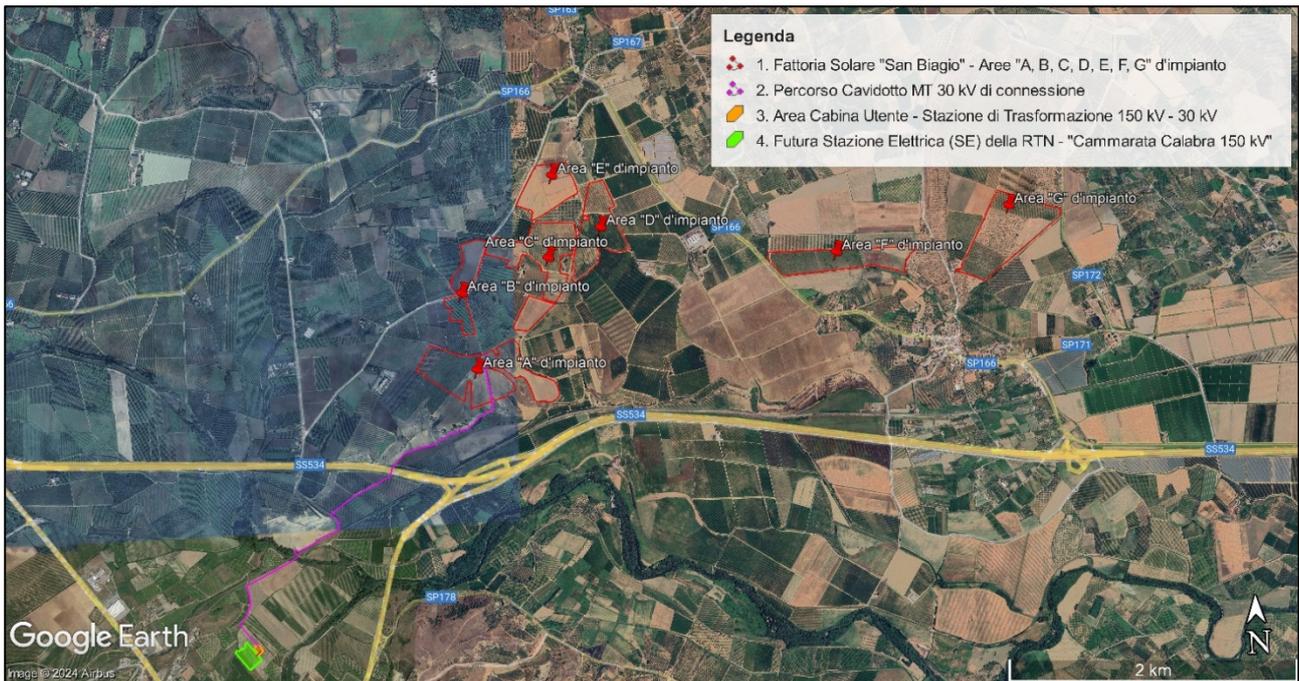


Figura 14: Percorso cavidotto di collegamento 30 kV, area Cabina Utente e area nuova SE su Ortofoto

3.1. Cavidotto MT 30 kV

3.1.1. Dimensionamento del cavidotto MT 30 kV

Il cavidotto che collega l'impianto agrivoltaico alla Cabina Utente è costituito da 4 terne di cavo di lunghezza pari a circa 3,25 km. La massima potenza in transito sarà di 80,17 MVA, considerando un $\cos\phi = 0,944$ e considerando la massima potenza producibile dai moduli fotovoltaici, mentre la tensione di esercizio è pari di 30 kV. Le terne saranno formate da cavi in alluminio del tipo ARE4H5EX 18/30kV, o equivalente, di sezione 630 mm².

Il cavo selezionato presenta le seguenti caratteristiche:

- Anima: conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
- Semiconduttivo interno: miscela estrusa
- Isolante: miscela di polietilene reticolato
- Semiconduttivo esterno: miscela estrusa
- Rivestimento protettivo: nastro semiconduttore igroespandente
- Schermatura: nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale
- Guaina: polietilene

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 23
---	---	---------------



Figura 15: Cavo ARE4H5EX 18/30 kV

Si riportano di seguito i dati elettrici di progetto utilizzati per il dimensionamento del cavidotto e le relative verifiche termiche e di caduta di tensione effettuate.

Tensione [kV]	P _{ac} [MVA]	T ambiente [°C]	Caduta di tensione percentuale massima
30	83,250	20	5%
Lunghezza linea [m]	Lunghezza linea (+10%) [m]	cos(Φ)	sen(Φ)
3.250,00	3.564,00	0,944	0,330
Sezione conduttore [mmq]	Resistenza unitaria cavo [Ω/km]	Reattanza unitaria cavo [mH/km]	Impedenza linea [Ω]
630	0,074	0,099	0,365
K1	K2	K3	K4
1,00	1,00	0,96	1,00
I _z [A]	I _b [A]	ΔV%	Formazione linea
680,64	424,03	0,89%	3x4x630
Verifica portata di corrente		Verifica caduta di tensione	
<i>Verificata</i>		<i>Verificata</i>	

Considerando che la caduta di tensione dell'anello numero 6 di impianto provoca una caduta di tensione pari a 1,74% e la caduta di tensione del cavidotto di collegamento è pari a 0,89%, è possibile affermare che complessivamente la caduta di tensione lato MT è al di sotto del 5% previsto dalla normativa.

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 24
---	---	---------------

3.1.2. Percorso del cavidotto MT 30 kV

Al fine di connettere l'impianto agrivoltaico alla RTN è prevista la realizzazione di un cavidotto MT a 30 kV che percorrendo strade comunali e vicinali attraverserà i territori comunali di Cassano allo Jonio (per circa 2,35 km) e Spezzano Albanese (per circa 0,90 km) per una lunghezza complessiva di circa 3,25 km. Il cavidotto, come precedentemente descritto, collegherà la cabina di raccolta dell'impianto agrivoltaico con la cabina utente in cui avverrà l'elevazione da 30 kV a 150 kV da cui partirà a sua volta un nuovo cavo AT 150 kV che consentirà di connettersi in antenna con la nuova Stazione Elettrica (SE) "Cammarata Calabria 150 kV" da inserire in entra-esce alla linea RTN 150 kV "CP Tarsia - CP Cammarata".

3.1.3. Scavo del cavidotto MT 30 kV

Lo scavo previsto per la posa del cavidotto di collegamento si presenta come in figura sotto. Sarà largo 90 cm e profondo 170 cm. Le quattro terne di cavo da 630 mmq saranno posate in uno strato di sabbia vagliata di 80 cm, una sopra all'altra ad una distanza di circa 40 cm. È prevista inoltre protezione meccanica e nastro monitoratore a segnalare la presenza dei cavi. A chiusura dello scavo sarà utilizzato materiale di risulta e inerte di adeguata granulometria dove necessario.

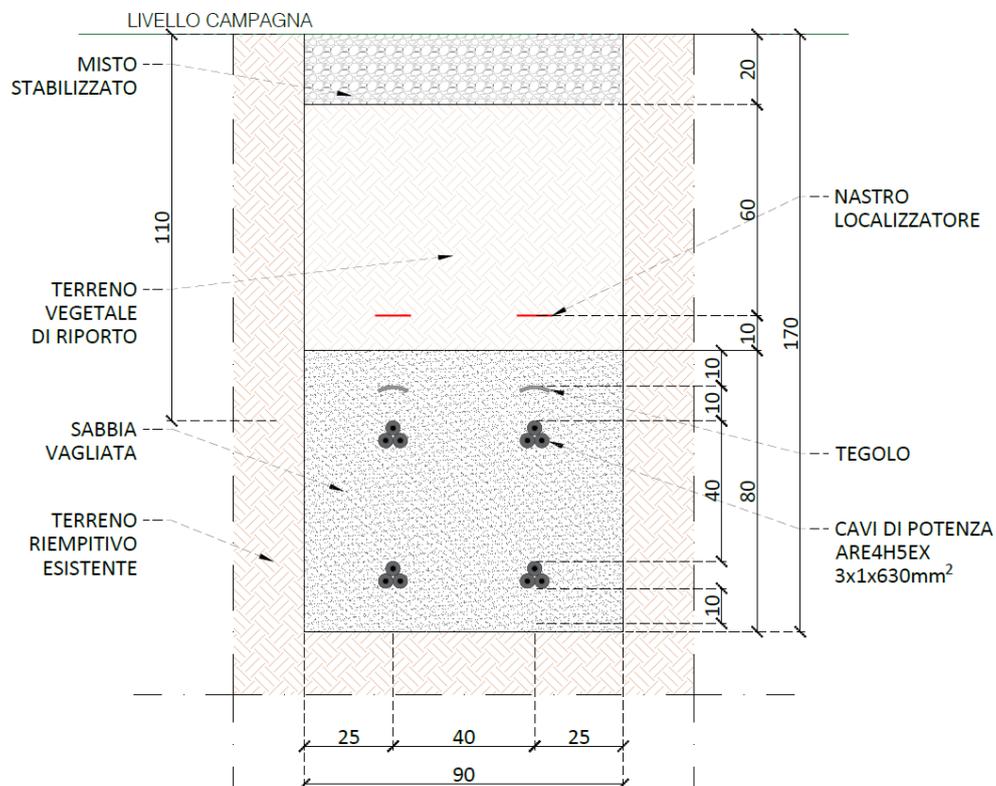


Figura 16: Sezione di scavo cavidotto di collegamento 30 kV 3x4x630 mm²

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 25
---	---	---------------

3.1.4. Posa del cavidotto di MT 30 kV

Le fasi lavorative necessarie alla realizzazione degli elettrodotti in cavo interrato sono:

- scavo in trincea;
- posa cavi;
- rinterri trincea;
- esecuzione giunzioni e terminali;
- rinterro buche di giunzione.

Lo scavo della trincea avverrà tramite escavatore a benna stretta con tratti pari all'incirca alla pezzatura dei cavi da posare. Agli estremi di queste tratte verranno realizzate le buche per i giunti, mentre il terreno scavato verrà posato, durante la fase di posa dei cavi, al fianco dello scavo stesso. Una volta completata la posa, il medesimo terreno verrà riutilizzato per ricoprire lo scavo. Lo scavo, per tutto il periodo nel quale sarà aperto, verrà opportunamente delimitato da recinzione. Una volta creato il letto di posa verranno posizionati i rulli sui quali far scorrere il cavo, mentre alle estremità verranno posti un argano per il tiro e le bobine. Una volta realizzati i giunti, all'interno delle apposite buche, ospitanti le selle di supporto protette da cassonetti di muratura, le buche stesse verranno riempite con sabbia vagliata e materiale di riporto.

3.2. Cabina Utente – Stazione di trasformazione 150/30 kV

La Stazione di trasformazione 150/30 kV, anche detta Cabina Utente, sarà situata nel Comune di Spezzano Albanese in prossimità della futura SE Cammarata Calabria 150 kV (CMMN). L'opera è funzionale a consentire l'immissione nella RTN in alta tensione.

L'area sulla quale insisterà la Cabina Utente è di circa 2.400 m² e sarà destinata alla realizzazione dei seguenti macro-elementi:

- Trasformatore 150/30 kV con isolamento in olio dielettrico
- Organi di sezionamento, protezione e manovra lato AT
- Cavidotto 150 kV di collegamento tra Cabina Utente e stallo arrivo produttore in SE Terna
- Reattanza di compensazione con isolamento in olio dielettrico (la cui effettiva necessità sarà verificata in sede di esecutivo con opportuno load flow dedicato)
- Fabbricato di comando e controllo Cabina Utente

La cabina utente sarà dotata di strada privata di accesso.

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 26
---	---	---------------

3.2.1. Trasformatore 150/30 kV e Stallo AT

La Cabina Utente sarà caratterizzata da uno stallo dotato di trasformatore AT/MT in olio da 100 MVA in ottemperanza a quanto normato dal Codice di Rete in relazione alla Potenza Nominale dell'impianto agrivoltaico in progetto, $P_{tr} \geq 120\% P_{pimpianto}$. Il trasformatore sarà posato all'aperto su apposita vasca di fondazione ed eventuale contenimento dell'olio dielettrico.

Lato AT la Cabina Utente sarà dotata di:

- scaricatori di sovratensione completi di conta-scariche;
- trasformatori di corrente e tensione afferenti al circuito di protezione e di misura;
- interruttore tripolare;
- sezionatore orizzontale;
- terminali cavo per esterno completi di cassetta di sezionamento e messa a terra schermi.

Si riporta nelle figure seguenti pianta e sezione degli organi caratteristici della Cabina Utente come sopra descritto.

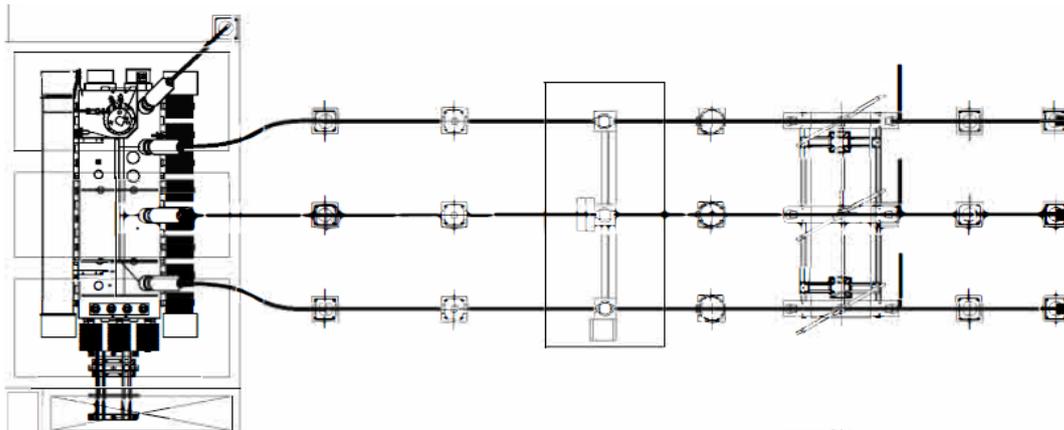


Figura 17: Pianta tipo Cabina Utente 150/30 kV

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 27
---	---	---------------

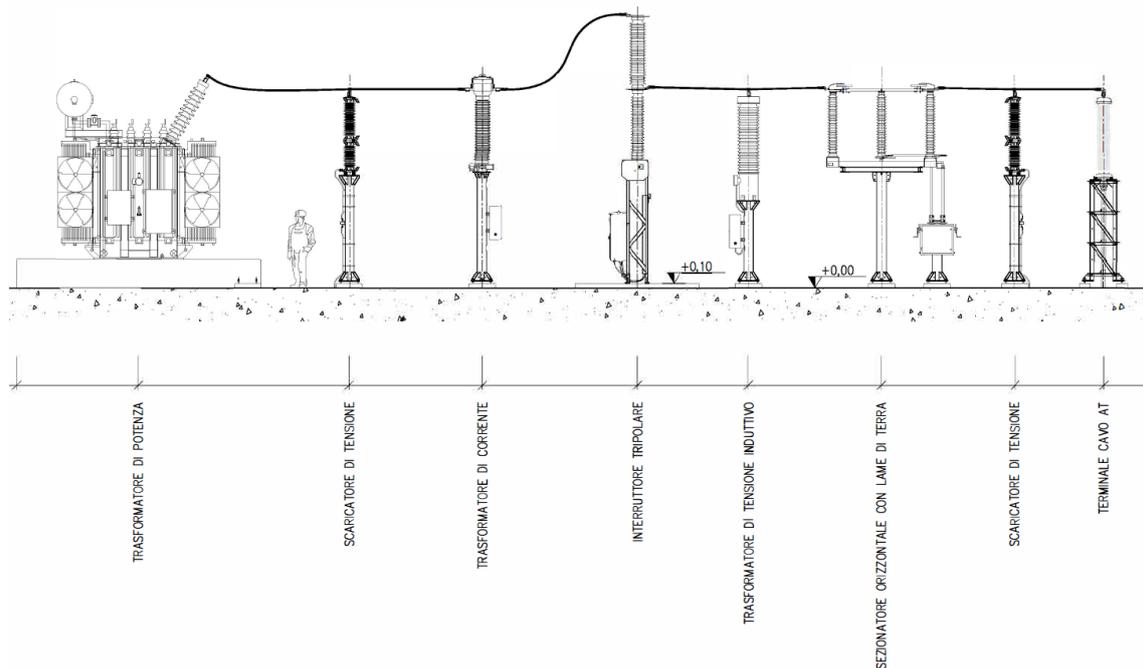


Figura 18: Sezione tipo Cabina Utente 150/30 kV

Le apparecchiature e i componenti AT saranno dotate di sostegni di tipo tubolare o di tipo tralicciato. Il tipo tubolare sarà utilizzato per la realizzazione delle apparecchiature AT e delle sbarre, mentre il tipo tralicciato è eventualmente da prevedere per i sostegni terminali cavo AT e degli interruttori AT.

I sostegni a traliccio saranno realizzati con strutture tralicciate formate da profilati aperti del tipo a "L" ed a "T", collegati fra loro mediante giunzioni bullonate. I collegamenti saldati tra le diverse membrature saranno ridotti al minimo indispensabile. I sostegni saranno completi di tutti gli accessori necessari e saranno predisposti per il loro collegamento alla rete di terra di stazione. La rete di terra sarà realizzata in corda di rame di opportuna sezione e interrata ad una profondità di 0,7 m circa. In questo senso tutte le apparecchiature AT saranno dunque collegate alla maglia mediante connettore a C in rame elettrolitico e collegate alla struttura con capocorda in rame stagnato.

3.2.2. Regolazione della potenza reattiva

Per garantire la regolazione della potenza reattiva fornita dall'impianto agrivoltaico, oltre ad aver previsto un sovradimensionamento degli inverter di campo, è stata ipotizzata la presenza di una reattanza di compensazione con raffreddamento in olio, tale da garantire il rispetto della curva di capability P/Q per centrali fotovoltaiche riportata nell'allegato A68 del codice di rete. Come anticipato l'effettiva necessità della reattanza di compensazione sarà verificata in sede di esecutivo

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 28
---	---	---------------

con opportuno load flow dedicato, così come il dimensionamento di dettaglio. La reattanza di compensazione, come il trasformatore AT/MT sarà posato all'aperto su vasca di fondazione ed eventuale contenimento del liquido.

3.2.3. Fabbricato comandi

In Cabina Utente sarà previsto un unico fabbricato di dimensioni 30m x 5,5m ed altezza fuori terra pari a circa 3,9m. Esso sarà destinato a contenere i quadri di comando e controllo dello stallo AT/MT, gli apparati di telecontrollo sia del montante AT/MT che del parco agrivoltaico, il quadro MT per la connessione del parco agrivoltaico al trasformatore AT/MT, i servizi ausiliari dello stallo (intesi come UPS, quadri BT, trasformatore ausiliari e gruppo elettrogeno d'emergenza), un locale dedicato al sistema di misura UTF, un locale di servizio per la manutenzione ed i servizi igienici.

Il fabbricato sarà posizionato a distanza di sicurezza dalle parti in tensione e rispetterà le distanze minime dalle macchine elettriche con volume di liquido superiore a 1.000 litri. Ove tale distanza non sia rispettata verranno realizzate pareti divisorie con idonea resistenza al fuoco.

Il fabbricato sarà dotato di pavimento flottante, illuminazione, forza motrice, antintrusione, controllo e sorveglianza, rilevazione incendi, segnaletica di sicurezza prevista, dispositivi antincendio, impianto idraulico/sanitario per i servizi igienici. La costruzione potrà essere di tipo tradizionale, con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile, oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo o graniglia minerale). La copertura, a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato.

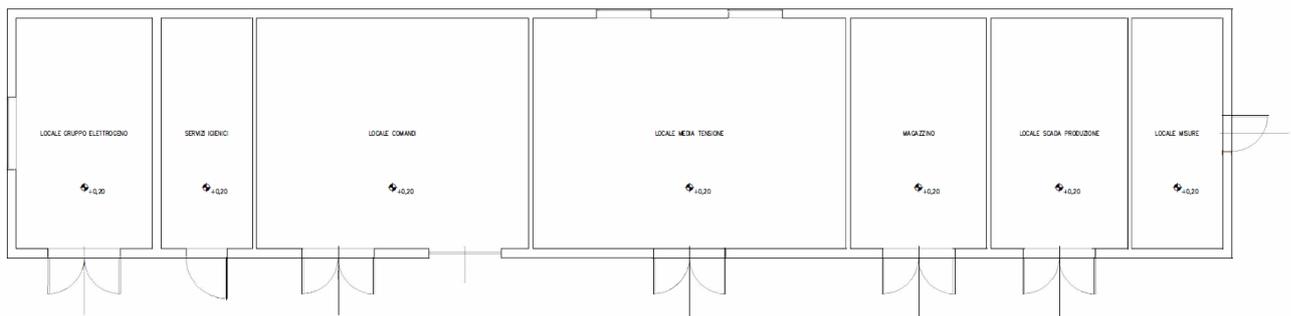


Figura 19: Architettura fabbricato Cabina Utente 150/30 kV – Pianta

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 29
---	--	----------------------

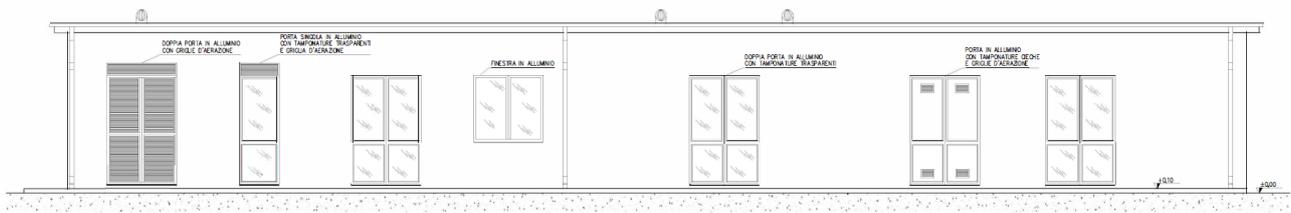


Figura 20: Architettonico fabbricato Cabina utente 150/30 kV – Prospetto

3.2.4. Sistema di protezione, comando, controllo e misura

Lo stallo sarà equipaggiato con le idonee apparecchiature atte a garantirne la protezione contro i guasti, il suo comando ed il suo controllo - sia da locale che da remoto, oltre a ottemperare alle richieste di cui al Codice di Rete.

Lo stallo sarà dotato, indicativamente, di:

- Quadro protezione trasformatore, comprendente la protezione di interfaccia impianto agrivoltaico e le protezioni dello stallo AT e del trasformatore;
- Quadro per la comunicazione con il sistema di telecontrollo di Terna;
- Sistema di supervisione per la gestione dell'impianto di utenza, che consenta di operare in autonomia tramite un'apposita interfaccia HMI.

Per la rilevazione dell'energia prodotta e scambiata con la rete è previsto un complesso di misura UTF, per l'energia attiva e reattiva sia uscente che entrante. I contatori certificati UTF e omologati al fine della lettura dell'energia prodotta saranno alimentati dai trasformatori di misura (TA e TV) dei quadri MT dell'utente mentre il contatore dell'energia scambiata con la rete sarà alimentato da avvolgimenti dedicati dei TA e TV installati nello stallo AT. I relativi apparati di misura, dotati di modem ed antenna per la telelettura da remoto, saranno ubicati all'interno del locale dedicato nel fabbricato.

3.2.5. Servizi ausiliari

I servizi ausiliari saranno derivati dal quadro servizi ausiliari di stazione e saranno alimentati dal trasformatore MT/BT connesso alle sbarre di MT dell'impianto, e soccorse da gruppo elettrogeno che assicuri l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza tensione alle sbarre dei quadri principali BT. Le utenze fondamentali, quali protezioni, comandi, segnalazioni, apparati di teletrasmissione, saranno alimentate in corrente continua tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori, ovvero alimentate in alternata sotto il circuito delle utenze privilegiate, derivato da UPS alimentato dagli stessi raddrizzatori e batterie.

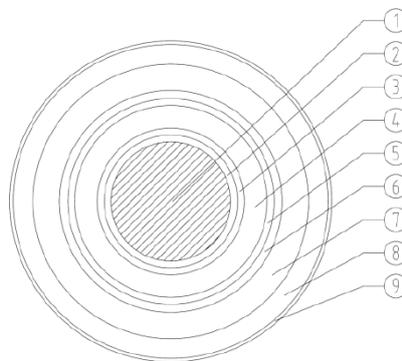
Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRISOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 30
--	---	---------------

3.2.6. Impianto di utenza per la connessione - Elettrodotto 150 kV

Il collegamento tra la Cabina Utente e lo stallo AT dedicato in SE Terna sarà eseguito mediante opportuno cavidotto avente una lunghezza pari a circa 20 m.

Ciascuna fase del cavo AT sarà costituita da un conduttore in alluminio compatto di sezione pari a 630 mm², con isolamento in polietilene reticolato (XLPE), nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio saldata longitudinalmente e rivestimento in polietilene con grafitatura esterna. Sia sul conduttore che sull'isolamento è presente uno schermo semiconduttivo. Di seguito è indicata la scheda tecnica del cavo, le cui principali caratteristiche elettriche sono di seguito sintetizzate:

Cable Structure:



- 1 Conductor: Aluminium round stranded compacted class 2 IEC 60228 of nominal cross-section equal to 1600 sq.mm longitudinally waterblocked by waterblocking yarns and tapes between conductor inner strands
- 2 Semiconductive waterblocking tape applied helically with overlap
- 3 Conductor non-metallic extruded screen: Extruded semiconducting compound
- 4 Insulation: XLPE super-clean according to IEC 60840 of 17.3 mm nominal thickness
- 5 Core non-metallic extruded screen: Extruded semiconducting compound bonded to insulation
- 6 Semiconductive waterblocking tapes applied helically with overlap
- 7 Metallic sheath: Smooth welded aluminium sheath of 0.93 mm nominal thickness
- 8 Sheath: HDPE type ST7 according to IEC 60840 of 4.0 mm nominal thickness. Sheath colour: Natural
- 9 Extruded semiconducting compound serving as electrode for the DC voltage test of the oversheath. Colour: Black

Figura 21: Sezione cavo AT 150 kV di collegamento con la SE Terna

Si prevede una posa in trincea con disposizione dei cavi a "trifoglio", che verranno interrati ad una profondità di 1,6 metri e posati su un letto in calcestruzzo C12/15 con spessore di circa 10 cm. Al di sopra dei cavi verrà posato uno strato di circa 50 cm di sabbia e una tegola a protezione meccanica del cavo. Il completamento del riempimento avverrà con materiale di risulta o di riporto, e sarà collocato un nastro monitor all'incirca a metà dello strato del materiale sovrastante il cavo.

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 31
---	---	---------------

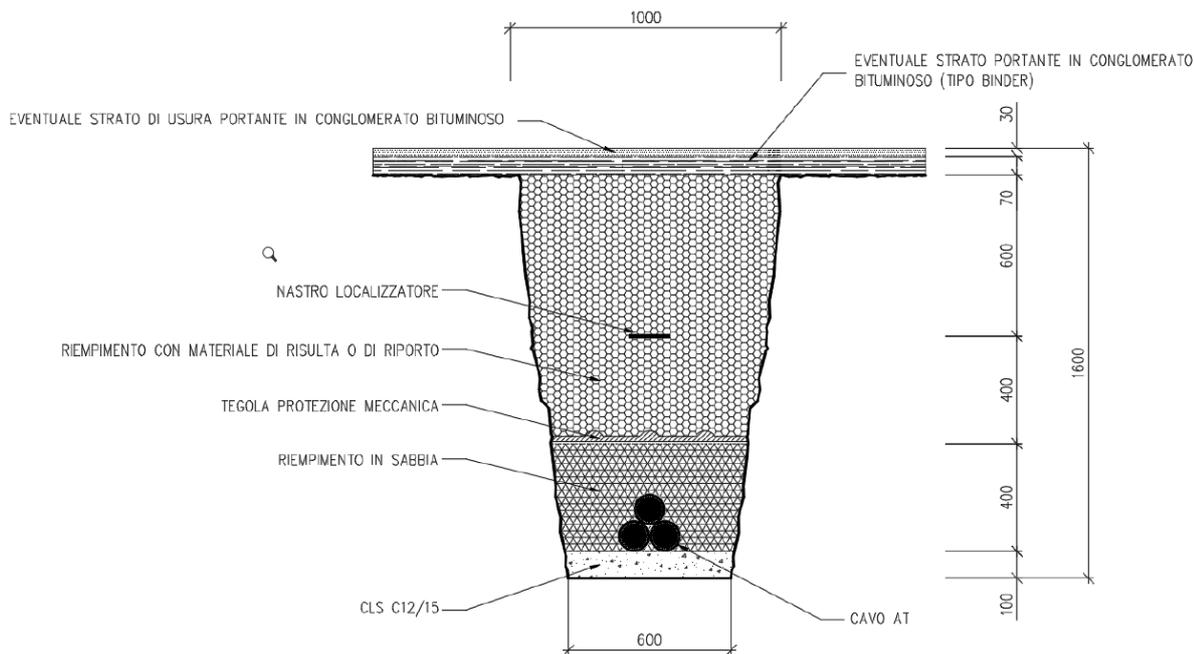


Figura 22: Sezione di scavo cavidotto 150 kV

3.2.7. Opere di rete – Nuova SE Cammarata Calabria 150 kV (CMMN) e raccordi aerei 150 kV

La nuova stazione elettrica Terna denominata SE Cammarata Calabria 150 kV (CMMN), sita nel Comune di Spezzano Albanese verrà realizzata al fine di connettere diversi impianti di produzione da fonte rinnovabile. Tra i produttori, Sorgenia Renewables Srl si è costituita come capofila del tavolo tecnico, al fine di redigere la progettazione definitiva sottoposta al benestare di Terna S.p.A. La nuova stazione SE 150 kV verrà inserita in entra – esce alla esistente linea 150 kV CP Tarsia – CP Cammarata mediante due raccordi aerei.

La consistenza della nuova stazione elettrica sarà quindi composta da una singola sezione a 150 kV, del tipo unificato Terna con isolamento in aria e sarà costituita da:

- No. 1 sistema a doppia sbarra;
- No. 2 stalli linea su esistente elettrodotto CP Tarsia – CP Cammarata;
- No. 2 passi sbarra per il parallelo sbarre di tipo basso;
- No. 2 stalli linea per connessione futuri elettrodotti in doppia antenna e-distribuzione verso CP Firmo;
- No. 1 stallo linea per connessione impianti di produzione;
- No. 3 passi sbarra disponibili per future esigenze di rete.

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 32
---	---	---------------

Inoltre, verrà installata una terna di Trasformatori Induttivi di Potenza (TIP) 150/0,40 kV da 3x125 kVA, così da garantire l'alimentazione BT 400 V ai servizi ausiliari di Stazione in caso di disservizio da parte del Distributore di zona.

L'altezza massima delle altre parti attive d'impianto (sbarre 150 kV) sarà di 7,50 m.

L'area occupata dalla SE Terna 150 kV, è di circa 16.880 m², con lati della SE rispettivamente di 142 e 84,2 m, al netto della fascia di rispetto di 10 m perimetrale. Di seguito la planimetria elettromeccanica di quanto sopra descritto:

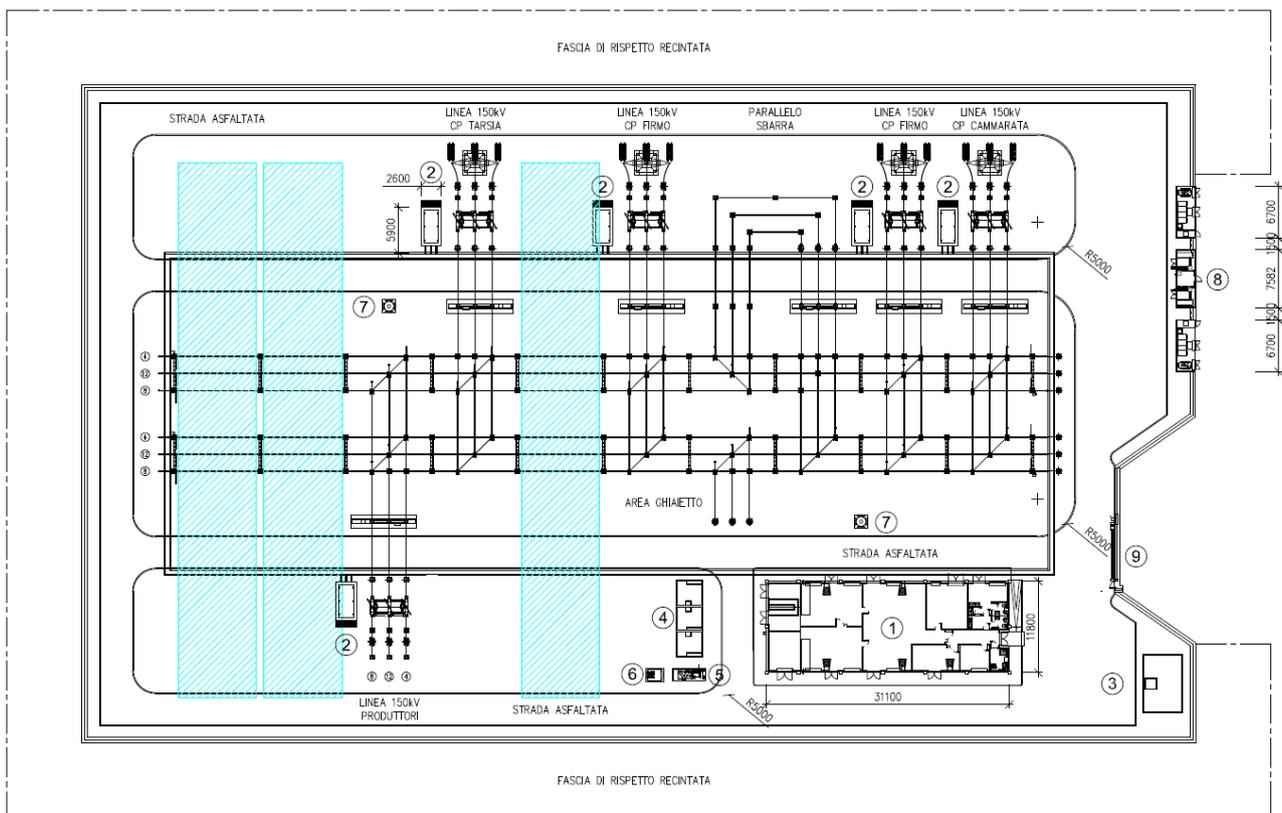


Figura 23: Planimetria SE Cammarata Calabria 150 kV (CMMN)

In questa stazione, nella sua attuale estensione, sono previsti i seguenti fabbricati:

- No. 1 edificio comandi e servizi ausiliari integrato;
- No. 2 cabine di consegna MT ad uso del distributore territorialmente competente;
- No. 1 cabina punto di consegna Terna;
- No. 5 chioschi per apparecchiature elettriche fuori terra;

Le principali apparecchiature costituenti il nuovo impianto sono: interruttori, sezionatori per connessione delle sbarre AT, sezionatori sulla partenza linee con lame di terra, scaricatori di sovratensione ad ossido metallico, trasformatori di tensione e di corrente per misure e protezioni, bobine ad onde convogliate per la trasmissione dei segnali.

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 33
---	---	---------------

In merito ai raccordi aerei 150 kV CP Tarsia – CP Cammarata, la lunghezza planimetrica del raccordo verso Tarsia sarà di circa 117 m, mentre il raccordo aereo costruito verso Cammarata sarà di circa 90 m.

4. SICUREZZA ELETTRICA DI IMPIANTO

4.1. Misure di protezione generale

Dovranno essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse). Pertanto, tutte le masse metalliche accessibili esistenti nell'area di impianto dovranno essere collegate ad un impianto di terra.

4.2. Elementi di un impianto di terra

Per ogni apparecchiatura contenente impianti elettrici dovrà essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra.

Tale impianto dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

- il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra (norma CEI 64-8/5);
 - il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno dovranno essere considerati a tutti gli effetti dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o comunque isolata dal terreno (norma CEI 64-8/5);
 - il conduttore di protezione, parte del collettore di terra, arriverà in ogni impianto e dovrà essere collegato a tutte le prese a spina o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non potrà essere utilizzato come conduttore di protezione;
 - il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiranno i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il
-

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 34
---	---	---------------

conduttore di neutro avrà anche la funzione di conduttore di protezione (norma CEI 64-8/5);

- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee ovvero le parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma CEI 64-8/5).

4.3. Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Il coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali prevede quanto riportato di seguito. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

I parametri da considerare per il dimensionamento degli impianti di terra sono i seguenti:

- valore della corrente di guasto a terra;
- durata del guasto a terra;
- caratteristiche del suolo (resistività).

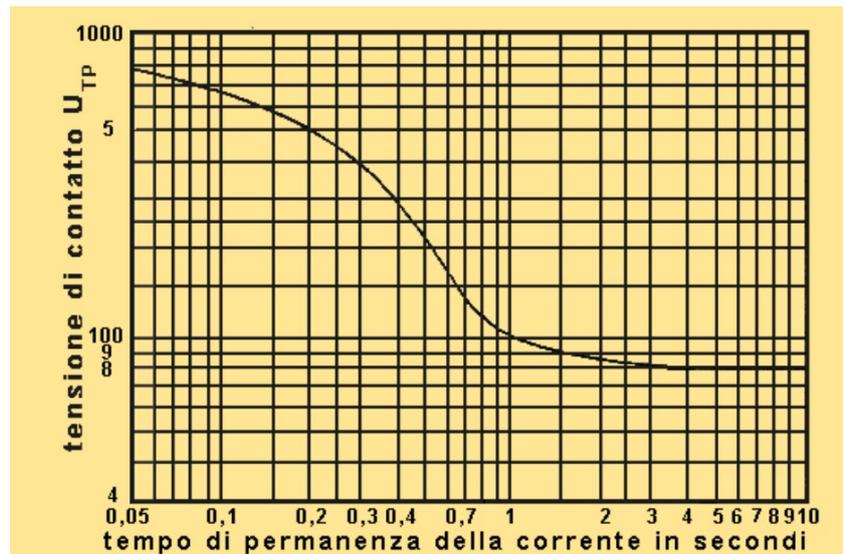
Il principale indicatore per la verifica dell'adeguatezza dell'impianto di terra è la curva di sicurezza delle tensioni di contatto ammissibili U_{tp} che, in funzione del tempo di eliminazione del guasto T_f è calcolata mediante la formula seguente:

$$U_{TP}(T_F) = I_B(T_F) * \frac{1}{H_F} * Z_T(U_T) * B_F$$

Dove:

- $I_b(T_f)$: corrente (percorso mano sinistra-piedi), che determina una probabilità di fibrillazione ventricolare $\leq 5\%$;
- $Z_t(U_t)$: impedenza del corpo umano (percorso mano-mano, superfici di contatto estese in condizioni di asciutto) con probabilità $\leq 50\%$ della popolazione di essere superata;
- B_f : fattore corporeo che determina il valore di $Z_t(U_t)$ in relazione al diverso percorso della corrente (0,75 percorso mano-piedi, 0,5 percorso mani-piedi);
- H_f : fattore di percorso, per alcuni percorsi della corrente (1,0 mano sinistra sinistra-piede(i) piede(i), 0,4 mano sinistra-mano destra, 0,8 mano destra-piede(i), 0,04 piede destro-piede sinistro);

La curva di sicurezza delle tensioni di contatto ammissibili U_{tp} per correnti di durata limitata, in funzione del tempo di eliminazione del guasto T_f è mostrata nel grafico sottostante:



- La norma prevede che per guasti con durata notevolmente superiore a 10s si può usare una U_{tp} pari a 80V. Inoltre, la stessa norma, in materia di tensione di passo ammissibile U_{sp}, stabilisce che se un impianto è idoneo alla verifica U_{tp}, sarà idoneo anche per U_{sp}.

L'impianto disperdente di terra deve essere dimensionato e costruito in modo tale da garantire tensioni di contatto in tutti i punti dell'impianto dovute ad un guasto a terra non superiori i valori della tensione di contatto ammissibile U_{tp} in relazione alla durata del guasto.

Per la determinazione della resistenza di terra R_e è necessaria la conoscenza della corrente di terra I_e. Si considera che la tensione di terra U_e risulti sempre minore o uguale alla tensione di contatto ammissibile.

Quindi, se:

$$U_e \leq U_{tp}$$

ed essendo:

$$U_e = R_e * I_e$$

Allora:

$$R_e < U_{tp} / I_e$$

Se non è noto il valore della corrente di terra si fa riferimento al valore della corrente convenzionale di guasto a terra I_{fc}.

4.4. Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti dovranno essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8/1 ÷ 7.

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 36
---	---	---------------

In particolare, i conduttori dovranno essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione dovranno avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente convenzionale di intervento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi dovranno essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ ed } I_f \leq 1,45 * I_z$$

Gli interruttori automatici magnetotermici dovranno interrompere le correnti di corto circuito che possano verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$$I_{cc}^2 * t \leq K^2 * S^2$$

Dove:

- I_{cc} è la corrente di cortocircuito;
- t è il tempo di intervento dell'interruttore;
- K è un coefficiente che dipende dal tipo di isolamento del cavo;
- S è la sezione del cavo.

4.5. Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra

- Protezione di impianto: al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad esso collegate, contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto dovrà essere installato un limitatore di sovratensioni denominato SPD (Surge Protection Device) in conformità alla normativa tecnica vigente.
- Per la protezione di particolari utenze molto sensibili alle sovratensioni, quali ad esempio computer video terminali, centraline elettroniche in genere e dispositivi elettronici a memoria programmabile, le prese di corrente dedicate alla loro inserzione nell'impianto dovranno essere alimentate attraverso un dispositivo limitatore di sovratensione in aggiunta al dispositivo di cui al punto sopra.

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRISOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 37
--	---	---------------

5. NORME E SPECIFICHE TECNICHE

Le opere in argomento sopra esposte, se non diversamente precisato nelle Prescrizioni o nelle Specifiche Tecniche del Gestore di rete in esse richiamate, saranno in ogni modo progettate, costruite e collaudate in osservanza di norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore al momento della accettazione, con particolare attenzione a quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica.

Vengono di seguito elencati come esempio, alcuni riferimenti normativi relativi ad apparecchiature e componenti d'impianto.

- Norma **CEI 0-21** Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- 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 64-08** impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Norma **CEI 11-27** "Lavori su impianti elettrici";
- Norma **CEI EN 61936-1** "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Prescrizioni comuni";
- Norma **CEI EN 50522** "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- Norma **CEI EN 50341-2-13** "Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia";
- Norma **CEI 11-17; V1** "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo";
- 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 60896-22** "Batterie stazionarie al piombo - Tipi regolate con valvole - Prescrizioni";
- Norma **CEI EN 60332-1-1** "Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Apparecchiatura";

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 38
---	---	---------------

- Norma **CEI 20-37-0** "Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Generalità e scopo";
- Norma **CEI EN 61009-1** "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari";
- Norma **CEI EN 60358-1** "Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi - Norme generali";
- 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 61869-1** "Trasformatori di misura - Prescrizioni generali";
- Norma **CEI EN 61869-2** "Trasformatori di misura - Prescrizioni addizionali per trasformatori di corrente";
- Norma **CEI EN 61896-3** "Trasformatori di misura - Prescrizioni addizionali per trasformatori di tensione induttivi";
- Norma **CEI EN 61896-5** "Trasformatori di misura - Prescrizioni addizionali per trasformatori di tensione capacitivi";
- Norma **CEI 57-2** "Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata";
- Norma **CEI 57-3; V1** "Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate";
- Norma **CEI 64-2** "Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione";
- Norma **CEI 64-8; V5** "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua";
- Norma **CEI 79-2; V2** "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione - Norme particolari per le apparecchiature";
- Norma **CEI 79-3** "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione - Norme particolari per gli impianti";
- Norma **CEI EN 60839-11-1** "Sistemi di allarme e di sicurezza elettronica - Sistemi elettronici di controllo d'accesso - Requisiti per il sistema e i componenti";
- Norma **CEI EN 60335-2-103** "Norme particolari per attuatori per cancelli, porte e finestre motorizzati";
- Norma **CEI EN 60076-1** "Trasformatori di potenza";
- Norma **CEI EN 60076-2** "Trasformatori di potenza - Sovratemperature in trasformatori immersi in liquidi";
- Norma **CEI EN 60137** "Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV";
- Norma **CEI EN IEC 60721-3-3** "Classificazioni delle condizioni ambientali";

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRISOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 39
--	---	---------------

- Norma **CEI EN IEC 60721-3-4** "Classificazioni delle condizioni ambientali";
- Norma **CEI EN IEC 60068-3-3** "Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature";
- 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 50110-1 e 2** "Esercizio degli impianti elettrici";
- Norma **CEI 7-6** "Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici";
- Norma **UNI EN ISO 2178** "Misurazione dello spessore del rivestimento";
- Norma **UNI EN ISO 2064** "Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici. Definizioni e convenzioni relative alla misura dello spessore";
- Norma **CEI EN 60507** "Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata";
- Norma **CEI EN 62271-1** "Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione";
- Norma **CEI EN 60947-7-2** "Morsetti componibili per conduttori di protezione in rame";
- 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";
- Norme **UNI EN 54-1** "Componenti di sistemi di rilevazione automatica di incendio";
- Norme **UNI 9795** "Sistemi automatici di rilevazione e di segnalazione manuale d'incendio";
- Norma **CEI EN 61000-6-2** "Immunità per gli ambienti industriali";
- Norma **CEI EN 61000-6-4** "Emissione per gli ambienti industriali";
- Norma **CEI EN 50182** "Conduttori per linee aeree - Conduttori a fili circolari cordati in strati concentrici";
- Norma **CEI EN 61284** "Linee aeree - Prescrizioni e prove per la morsetteria";

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 40
---	---	---------------

- Norma **CEI EN 60383-1**; V1 "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata - Definizioni, metodi di prova e criteri di accettazione";
 - Norma **CEI EN 60305** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V - Elementi di isolatori di vetro e di ceramica per sistemi in corrente alternata - Caratteristiche degli elementi di isolatori a cappa e perno - Caratteristiche di elementi di catene di isolatori a cappa e perno";
 - Norma **CEI 11-60** "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne";
 - Norma **CEI 211-4** "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
 - Norma **CEI 211-6**, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana";
 - Norma **CEI 103-6** "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto";
 - Norma **CEI 106-11** "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Linee elettriche aeree e in cavo";
 - Codice di rete emesso da Terna.
-

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 41
---	---	---------------

6. OPERE CIVILI

Di seguito vengono descritti i principali lavori civili necessari alla realizzazione dell'opera.

Preparazione del sito

Il terreno che ospiterà le opere di progetto verrà preparato in modo tale da permettere l'installazione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici e di tutte le apparecchiature necessarie all'esercizio dell'impianto. Nello specifico verrà effettuato scotico del terreno superficiale e livellamento.

Realizzazione di strade e recinzioni

Contestualmente ai lavori di preparazione del sito verrà realizzata la viabilità interna e perimetrale del sito. Le strade saranno della larghezza di 6 metri e il fondo stradale verrà realizzato con ghiaietto e misto stabilizzato. Sempre in questa fase saranno installati la recinzione perimetrale e i cancelli di accesso al sito.

Infissione dei tracker

I tracker verranno infissi a terra per mezzo di macchine battipalo, non si prevedono opere di fondazione per il sostegno degli stessi. Rispetto alle tradizionali fondazioni in cemento armato tale sistema risulta essere meno invasivo e permette una maggiore facilità di rimozione al momento della dismissione dell'impianto.

Scavi per fondazioni apparecchiature elettriche e percorso cavi

A valle delle operazioni di preparazione del sito sarà possibile iniziare gli scavi per le fondazioni delle apparecchiature, per il passaggio dei cavi di potenza e per la posa della rete di terra.

Come descritto precedentemente, a servizio dell'impianto agrivoltaico sono previste cabine e apparecchiature preassemblate. Sarà quindi necessario prevedere il fissaggio delle suddette apparecchiature elettriche a basamenti in calcestruzzo armato. Gli scavi previsti saranno della profondità di circa 40 cm per le platee. Per le cabine prefabbricate invece si prevede uno scavo di 100 cm, all'interno del quale verrà alloggiata la vasca di fondazione a corredo della cabina stessa, a sua volta la vasca poggerà su uno strato di magrone dello spessore di 10 cm.

Per la posa dei cavi di potenza saranno previste differenti sezioni di scavo, in funzione del numero di cavi interessati dalla singola sezione. La sezione tipo, partendo dal fondo dello scavo a risalire fino a livello campagna, prevede quanto descritto di seguito:

Progetto: Fattoria Solare "San Biagio" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 42
---	---	---------------

- Strato in sabbia vagliata all'interno del quale saranno posati i cavi elettrici, contenuti all'interno di tubi corrugati o a diretto contatto con la sabbia stessa;
- Qualora i cavi vengano posati a diretto contatto con la sabbia vagliata, sarà predisposta opportuna protezione meccanica (tegolo di protezione);
- Strato di terreno di riporto all'interno del quale verrà annegato del nastro monitore a identificare la presenza dei cavi;
- Strato di misto stabilizzato fino a livello campagna dove necessario;
- La larghezza dello scavo è funzione del numero di cavi interessati dal singolo tratto.

Scavi per impianto di irrigazione e condotte idriche

Contestualmente ai lavori sopra descritti verranno realizzati gli scavi relativi alla realizzazione dell'impianto idrico. Verranno realizzati degli scavi a sezione ristretta per l'alloggiamento delle condotte idriche di impianto. La profondità di scavo sarà funzione del diametro del tubo, in particolare si avranno profondità di scavo variabili da 1 metro a 60 cm. Il riempimento dello scavo avverrà per mezzo di terreno di riporto.

7. SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA

Il sito sarà dotato di un sistema di sicurezza e antintrusione con lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate. Il sistema di sorveglianza/deterrenza potrà utilizzare sia sistemi di antintrusione perimetrale cablati in fibra ottica sulla recinzione e sia sistemi di rilevazione video mediante telecamere digitali a doppia tecnologia ad alta risoluzione che consentiranno di monitorare in tempo reale il perimetro e le aree di maggior interesse impiantistico. I sistemi video saranno posti sui pali di illuminazione che si trovano lungo il perimetro. Il sistema di video sorveglianza avrà il compito di garantire al servizio di vigilanza locale gli strumenti necessari per effettuare un'analisi immediata degli eventi a seguito di allarme generato dal sistema perimetrale e per eventuali azioni da intraprendere.
