

PROPONENTE:

K4 ENERGY s.r.l.

Sede in:

Via Vecchia Ferriera 22, 36100 Vicenza(VI), Italia

Pec: k4-energy-srl-vi@pec.it

K4 ENERGY



PROVINCIA DI
ORISTANO



COMUNE DI
SAN VERO MILIS



COMUNE DI
SOLARUSSA



COMUNE DI
TRAMATZA



REGIONE
AUTONOMA DELLA
SARDEGNA

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON POTENZA COMPLESSIVA DI 23,8 MW NEL COMUNE DI SAN VERO MILIS (OR) E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEI COMUNI DI SAN VERO MILIS (OR), TRAMATZA (OR) E SOLARUSSA (OR)

NOME ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

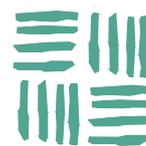
PROGETTO SVILUPPATO DA:

AGREENPOWER s.r.l.

Sede legale: Via Serra, 44

09038 Serramanna (SU) - ITALIA

Email: info@agreenpower.it



agreenpower s.r.l.

GRUPPO DI LAVORO:

Ing. Federico Micheli
Ing. Simone Abis
Dott. Gianluca Fadda

COLLABORATORI:

Ing. Federico Miscali
Dott. Agr. Vincenzo Satta
Dott.ssa Archeol. Anna Luisa Sanna
Ing. Michele Pigliaru
Dott. Geol. Giovanni Mele
Per. Ind. Alberto Laudadio
Geom. Mario Dessi

TIMBRO E FIRMA:

SCALA:	CODICE ELABORATO	TIPOLOGIA	FASE PROGETTUALE		
-	REL14	IMPIANTO AGRIVOLTAICO	DEFINITIVO		
FORMATO:					
-					
3					
2					
1	Seconda emissione	Marzo 2024	Agreenpower	Agreenpower	Agreenpower
0	Prima emissione	Luglio 2023	Agreenpower	Agreenpower	Agreenpower
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA	4
1.1. DATI GENERALI DI PROGETTO.....	5
1.1.1. La società Proponente	5
1.1.2. La proprietà dei terreni.....	5
1.1.3. La società di consulenza e i consulenti specialistici.....	5
2. IL SITO.....	5
2.1. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'IMPIANTO.....	5
2.2. LOCALIZZAZIONE CATASTALE E URBANISTICA	7
3. STATO DI PROGETTO	8
3.1. PREMESSA	8
3.2. CRITERI DI PROGETTAZIONE	8
3.3. LAYOUT D'IMPIANTO	9
4. DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL' IMPIANTO AGROVOLTAICO	11
4.1. CONFIGURAZIONE IMPIANTISTICA	11
4.2. LAYOUT D'IMPIANTO	14
4.2.1. Campi fotovoltaici.....	14
4.3. MODULI FOTOVOLTAICI.....	14
4.4. CONVERTITORI STATICI DC/AC (Inverter)	15
4.5. QUADRO BT (Quadri elettrici in bassa tensione sez. AC)	16
4.6. CABINE ELETTRICHE DI SOTTOCAMPO 36kV/bt (Cabine di sottocampo)	16
4.7. CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE (Cabine di Campo)	17
4.7.1. Trasformatore elevatore BT/MT	18
4.7.2. Trasformatore BT/BT per gli ausiliari	18
4.7.3. Quadro elettrico dei servizi ausiliari	18
4.7.4. Quadro MT.....	18
4.8. CABINA DI RACCOLTA	19
4.9. CAVI DI POTENZA MT E BT	19
4.9.1. Cavi solari CC di stringa	20
4.9.2. Cavi solari CC di parallelo stringhe	20
4.9.3. Cavi MT	20
4.9.4. Altri cavi.....	20
4.10. OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA	20
4.10.1. Collegamenti in fibra ottica.....	21
4.10.2. Interferenze lungo il percorso dell'elettrodotto 36kV interrato	21
4.10.3. Nuova Stazione Elettrica – Opere di rete	22
4.11. TECNICA T.O.C.	22
4.12. OPERE ACCESSORIE	24

4.12.1. Strutture di sostegno dei moduli ad inseguimento solare.....	24
4.12.2. SISTEMA DI MONITORAGGIO	26
4.13. Sistema di monitoraggio ambientale.....	27
4.13.1. Sistema di monitoraggio e informazione.....	27
4.14. Recinzione ed accessi	27
4.15. Videosorveglianza, sicurezza e antintrusione	28
4.16. Impianto di illuminazione esterna perimetrale.....	28
4.17. Impianto di terra	29
4.18. Comando di sgancio emergenza VVFF	29
5. CALCOLI PROGETTUALI.....	29
5.1. Calcolo di dimensionamento preliminare elettrico.....	29
5.2. Campi elettromagnetici - Calcolo delle distanze di prima approssimazione (DPA) ...	30
5.2.1. Impianto	31
5.3. Calcoli di dimensionamento preliminare delle strutture	31
6. FASE DI COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO	32
6.1. Cronoprogramma di costruzione	32
7. PRIME INDICAZIONI PER LA SICUREZZA	33
8. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO	33
8.1. Moduli fotovoltaici e cassetta di terminazione.....	33
8.2. Stringhe fotovoltaiche.....	33
8.3. Quadri elettrici.....	33
8.4. Cabine elettriche	34
8.5. Collegamento elettrici.....	34
9. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO	34
9.1. Cronoprogramma lavori di dismissione	34
10. COSTI E COMPUTI METRICI.....	34
11. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI.....	34
11.1. Leggi e Decreti	34
11.2. Normativa e legislazione in ambito strutturale e civile	34
11.3. Normativa e legislazione e norme CEI in ambito elettrico	35
11.4. Normativa CEI per la sicurezza elettrica	35
11.5. Normativa per impianti fotovoltaici	35
11.6. Normativa CEI per i quadri elettrici	36
11.7. Rete elettrica del Gestore di Rete e connessione impianti	36
11.8. Cavi, cavidotti e accessori	37
11.9. Norme CEI per la conversione di potenza.....	37
11.10. Dispositivi di potenza	37
11.11. Scariche atmosferiche – fulminazione.....	38
11.12. Compatibilità elettromagnetica	38
11.13. Sistema di misura dell'energia elettrica.....	38

1. PREMESSA

Si premette che il presente documento contiene le considerazioni inerenti alla nuova Soluzione Tecnica Minima Generale le cui modalità di esecuzione si ritengono ambientalmente migliorative essendo l'elettrodotto di connessione in cavidotto interrato verso la Stazione Elettrica denominata "Bauladu", di futura realizzazione in agro del Comune di Solarussa anziché l'elettrodotto aereo in triplice terna verso la C.P. NARBOLIA in agro di Narbolia.

La presente **Relazione Tecnica Specialistica** ha lo scopo di fornire le indicazioni tecnologiche della soluzione tecnica innovativa di un "un impianto di agro-energia, ovvero un impianto agricolo-fotovoltaico, ad oggi definito **Agrovoltaico di tipo elevato – avanzato** costituito da un impianto fotovoltaico ad inseguimento solare monoassiale per complessivi **23.796,9 kWp** di potenza di picco e **21.600 kW** di potenza nominale, ai fini dell'immissione in rete, realizzato su suolo privato, e da coltivazioni agricole tra le file e al di sotto dei pannelli fotovoltaici, composto da n. 3 campi e opere connesse alla RTN costituite da cavidotti interrati interni all'impianto e da n. 1 elettrodotto a 36kV in cavidotto interrato di trasporto dell'energia in fregio alla viabilità esistente e opere connesse, sino all'allaccio in antenna su Stazione Elettrica di futura costruzione, da realizzarsi su una superficie di circa 35.720 m² di terreni agricoli ubicati nel Comune di San Vero Milis in località Spinarba presso l'Azienda Agricola Guiso, denominato "**Agrovoltaico San Vero Milis**".

L'impianto Agrovoltaico sarà composto indicativamente da n. 34.740 pannelli fotovoltaici bifacciali in silicio monocristallino da 685 W ciascuno e n.108 inverter distribuiti, posizionati sui pali di fondazione infissi nel terreno su cui sono montate le travi con i "porta moduli" girevoli delle strutture di sostegno mobili mono assiali in acciaio zincato. Il sistema è movimentato da un azionamento lineare controllato da un P.L.C., per la rotazione sull'asse Nord-Sud garantendo quindi che la superficie captante dei moduli fotovoltaici sia sempre perpendicolare ai raggi del sole con un range di rotazione (tilt) che va da - 60° (Est) a + 60° (Ovest); le strutture di sostegno saranno disposte in file parallele da 15 o 30 moduli, per un totale di 1.184 trackers, con altezza al mozzo delle strutture di circa 3,27 m dal suolo. In questo modo nella posizione a +/-60° i pannelli raggiungono un'altezza minima dal suolo di 2,1m e un'altezza massima di circa 4,18 m. Le strutture di sostegno saranno opportunamente distanziate di circa 6 m per evitare sia fenomeni di ombreggiamento reciproci sia per permettere la coltivazione dei terreni tra le file dei moduli fotovoltaici e al di sotto degli stessi, per una superficie di captazione complessiva di circa 107.902,44 m².

Si precisa che la potenza di picco, data dalla somma delle potenze dei pannelli fotovoltaici, risulterà pari a 23.796,90 kWp, potenza alla quale si fa riferimento per il dimensionamento dei componenti dell'impianto Agrovoltaico. La potenza ai fini dell'immissione in rete è pari a 21.600 kW, data dalla somma della potenza dei convertitori di energia, ovvero gli inverter.

Per il dimensionamento di tutti i componenti dell'impianto, tuttavia si farà riferimento alla potenza di picco pari a 23.796,9 kWp.

L'impianto sarà del tipo *grid-connected* e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di impianto e i fabbisogni energetici dell'Azienda Agricola Guiso.

L'impianto sarà connesso in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica della RTN a 220/36 kV da inserire in entrata – uscita alla linea 220 kV "Codrongianos – Oristano" gestita da Terna S.p.A. secondo la Soluzione Tecnica di Connessione emessa da Terna S.p.A. alla società K4 ENERGY S.r.l. in data 16 novembre 2023, Codice di rintracciabilità: 202305427.

La società K4 ENERGY S.r.l. ha provveduto all'accettazione della Soluzione Tecnica di Connessione con relativo pagamento degli oneri previsti in data 22 gennaio 2024.

La Stazione Elettrica della RTN di futura costruzione costituisce la soluzione tecnica di connessione anche per altri produttori di energia. La società Sorgenia Renewables S.p.a. si è costituita come capofila del Tavolo Tecnico e si è fatta carico di redigere e autorizzare il progetto definitivo delle opere di rete, ovvero la Stazione Elettrica denominata "Bauladu" di cui è stata individuata con precisione l'ubicazione in agro del Comune di Solarussa, rendendosi disponibile a metterlo a disposizione e condividerlo, per permetterne l'inclusione nel carteggio progettuale degli altri produttori a fini autorizzativi. Il progetto definitivo delle Opere di Rete, sottoposto a benessere di Terna S.p.A., è parte integrante del progetto complessivo.

Le opere elettriche per la connessione dell'impianto Agrovoltaico San Vero Milis saranno realizzate nel rispetto delle normative CEI di riferimento e alle modalità di connessione alla rete previste dal GSE e dall'ENEL e descritte nel carteggio progettuale "Progetto elettrico"

La produzione annuale di energia dell'Impianto Agrovoltaico San Vero Milis è stimata pari a circa 45.200.000

kWh, calcolata utilizzando il software PVsyst (per approfondimento si rimanda alla relazione “REL26 Stima di producibilità”).

1.1. DATI GENERALI DI PROGETTO

1.1.1. La società Proponente

La società proponente il progetto Agrovoltaiico San Vero Milis è la **K4 ENERGY S.R.L.**, con sede legale in via Vecchia Ferriera n. 22, CAP 36100, Vicenza, iscritta alla Sezione Ordinaria del Registro delle Imprese di Vicenza al n. VI-401036, P.IVA 04398050247.

1.1.2. La proprietà dei terreni

La proprietà dei terreni interessati dalla realizzazione dell’impianto in progetto, è l’azienda agricola denominata “**AZIENDA GUISO SOCIETA' SEMPLICE AGRICOLA**” di seguito anche “**Azienda Agricola Guiso**” di San Vero Milis (OR), rappresentata dai sig.ri Giovanni e Gianmichele Guiso, in qualità di proprietari come risulta dai Certificati di Destinazione Urbanistica dei terreni interessati all’impianto (All. 1: Certificato di Destinazione Urbanistica) e dal Fascicolo Aziendale (All. 3 Fascicolo Aziendale).

La sinergia con l’Azienda Agricola Guiso assicura l’apporto delle competenze agronomiche grazie alle quali è nata l’attività imprenditoriale di seguito descritta che permette la piena coesistenza delle attività agricole sul terreno e la produzione di energia da fonte solare fotovoltaica come descritto nei seguenti capitoli del presente Studio.

L’Azienda Agricola Guiso continuerà a condurre le attività sui terreni agricoli, anche curando la coltivazione delle colture agricole oggetto del presente progetto. Per la sinergia su menzionata l’attività imprenditoriale sinergica si può definire di *agricoltura biologica in un contesto tecnologico*.

1.1.3. La società di consulenza e i consulenti specialistici

Il progetto è seguito dalla società di consulenza AGREENPOWER S.r.l. in Via Serra 44, 09038 Serramanna (SU), Cod. Fisc. e P.IVA: 03968630925 – REA CA 352875, con un gruppo di lavoro dedicato allo sviluppo progettuale coadiuvato da Consulenti specialistici esterni.

Il Team di Sviluppo si avvale di professionisti che operano da un decennio nel settore della progettazione e costruzione di impianti di energia da fonti rinnovabili assicurando competenze e attività che vanno dalla consulenza alle valutazioni tecnico economiche e ambientali, all’ottenimento delle autorizzazioni, alla progettazione, costruzione e direzione lavori di impianti eolici e fotovoltaici nella Regione Sardegna.

2. IL SITO

Il Progetto si realizzerà su terreni nel territorio del Comune di San Vero Milis, in località Spinarba situato a circa 94 km dal capoluogo regionale (Cagliari) e a circa 12,6 km da quello provinciale (Oristano), raggiungibile dal tracciato della Strada Statale 131 Occidentale Sarda (Carlo Felice), nella parte Nord della Provincia di Oristano. In Fig. 3 della pagina seguente si riporta l’inquadramento cartografico del sito.

2.1. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL’IMPIANTO

Il Progetto si realizzerà su terreni a Est dell’abitato di San Vero Milis, lungo la Strada Provinciale 13 di collegamento tra San Vero Milis e Tramatzà.

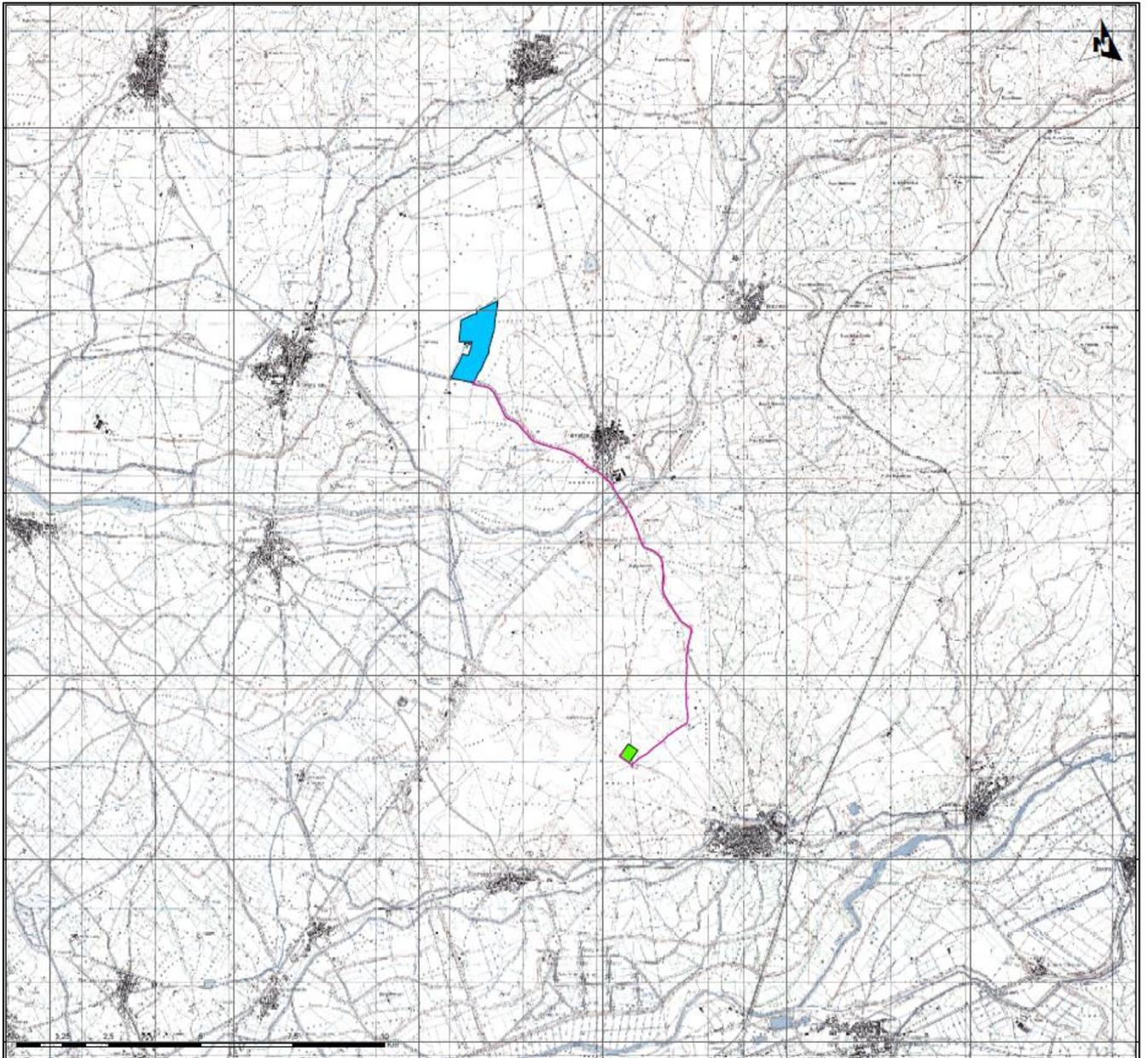
I terreni oggetto dell’intervento si trovano a distanza di 2,5 km dal centro dell’abitato San Vero Milis e ad una distanza dall’abitato di Tramatzà di circa di 2,3 km in direzione Est. La quota dal livello del mare è di circa 22 m.

I terreni oggetto dell’intervento si trovano a distanza di 2,2 km dal perimetro della zona industriale di Milis.

Il sito oggetto dell’intervento è caratterizzato da una conformazione regolare, che nello specifico risulta essere:

- perfettamente pianeggiante e con ottima esposizione che garantisce la massima esposizione solare durante tutto l’arco della giornata;
- privo nelle immediate vicinanze di ostacoli, edifici, torri eoliche, rilievi collinari o montuosi che possano causare ombre, anche lunghe;
- accessibile dalla Strada Provinciale 13 imboccata dallo svincolo di Tramatzà della Strada Statale 131 Occidentale Sarda (Carlo Felice), senza alcun attraversamento di centro abitato.

In Fig. 4 di pag. 7 si riporta la corografia generale dell’area di Impianto Agrovoltaiico e connessione elettrica.



Legenda

- Area impianto
- Elettrodotto di connessione interrato
- NUOVA SE TERNA - Punto di connessione

Fig. 1: Inquadramento Cartografico su tavola IGM 1:25.000

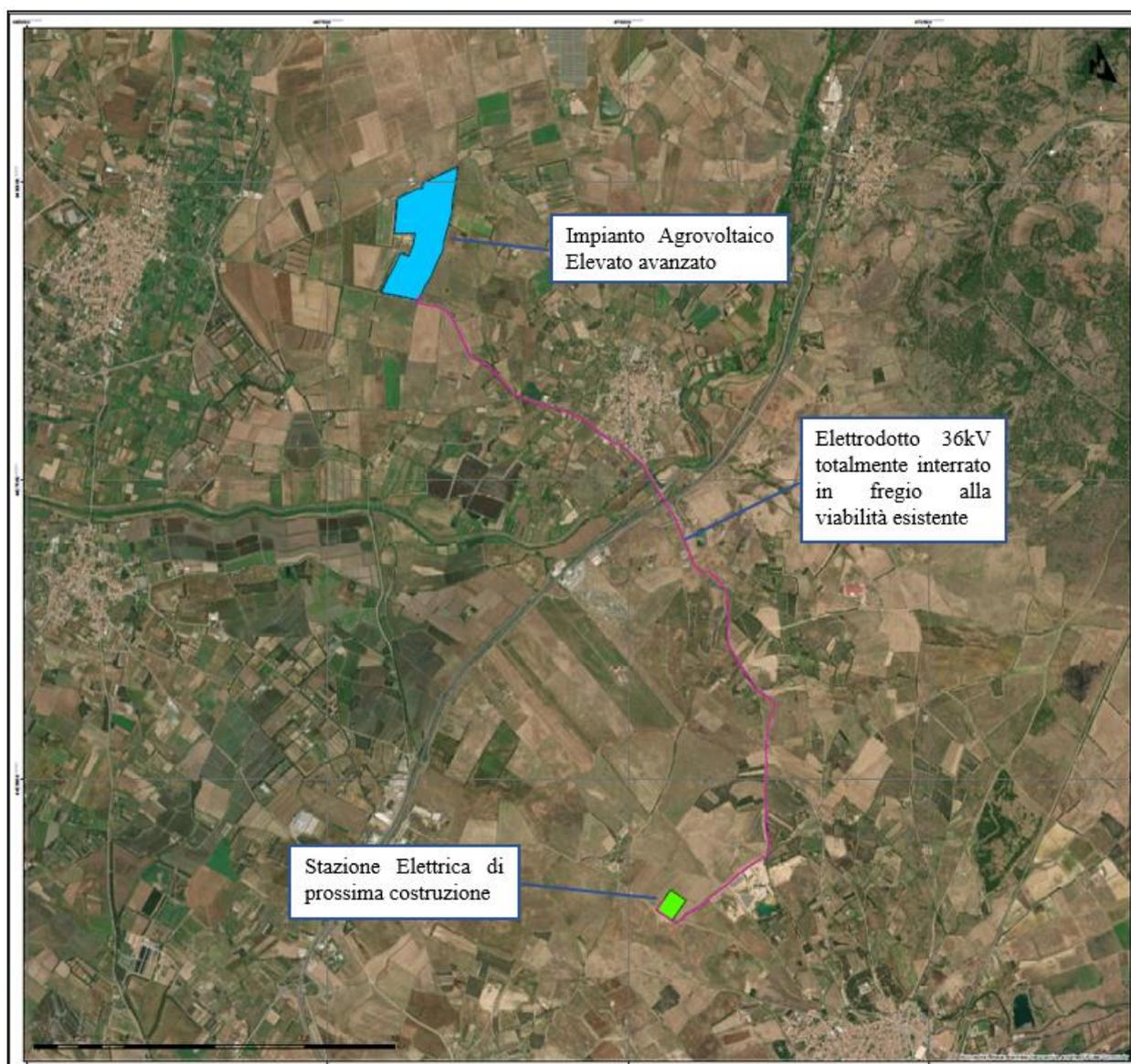


Fig. 2: Corografia generale dell'area di Impianto Agrovoltaiico e connessione elettrica (fonte Google Earth)

2.2. LOCALIZZAZIONE CATASTALE E URBANISTICA

L'area oggetto dell'intervento ha coordinate geografiche: Latitudine 40° 0'53.91"N, Longitudine 8°37'44.35"E, risulta classificato, in base al Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di San Vero Milis, come ZONA E2 Aree di Primaria importanza per la funzione agricola-produttiva.

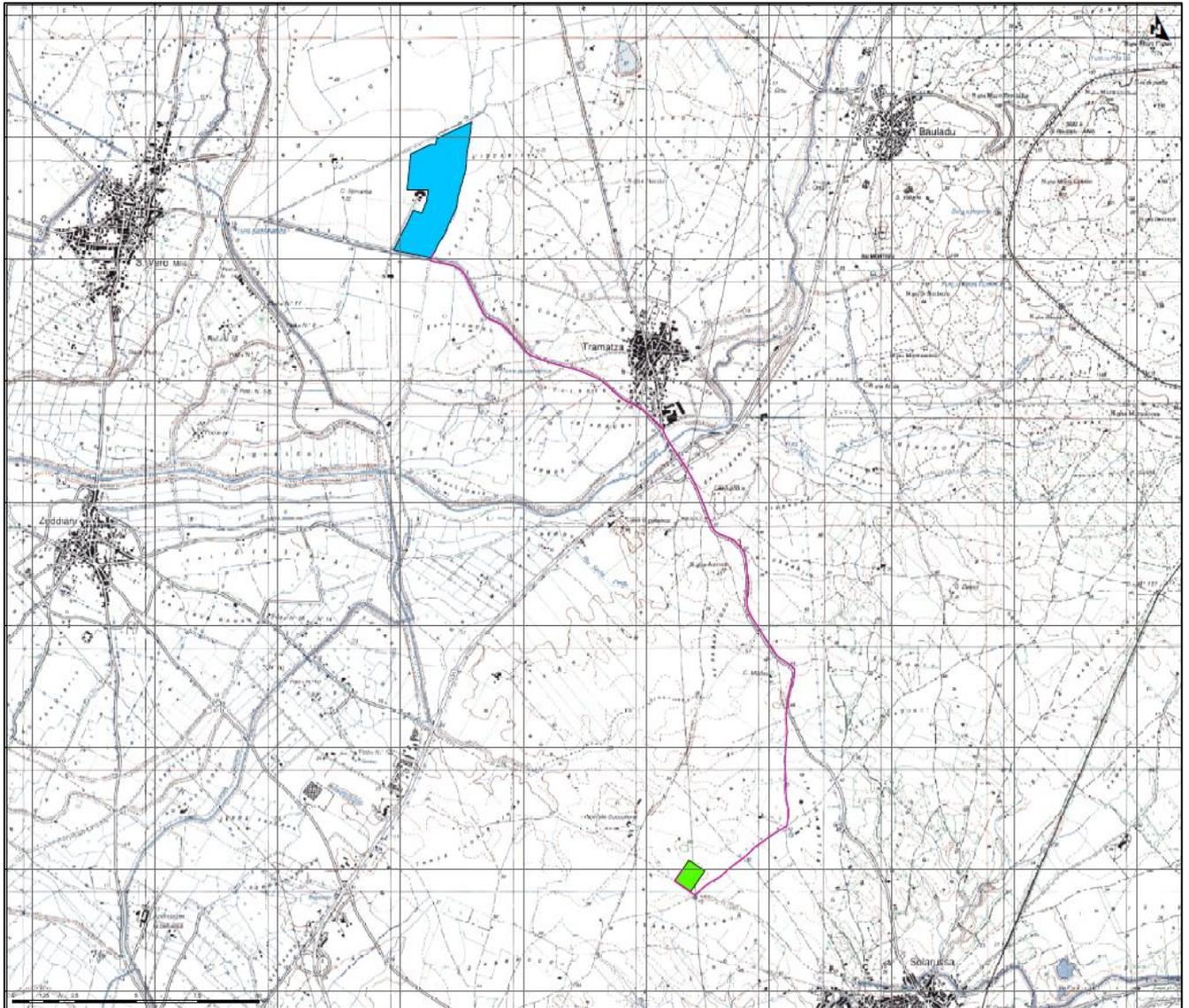
L'area interessata dal progetto è in agro del Comune di San Vero Milis, il tracciato dell'elettrodotto a 36kV in cavidotto interrato, completamente in fregio alla viabilità esistente di connessione alla Stazione Elettrica di futura costruzione interesserà i Comuni di Tramatzu e Solarussa.

In agro del Comune di San Vero Milis, nei terreni dell'Azienda Agricola Guiso, la progettazione prevede l'installazione dei moduli fotovoltaici su terreni censiti nel N.C.T. di San Vero Milis al:

- foglio 10, particella 2114
- foglio 10, particella 45
- foglio 10, particella 2110
- foglio 10, particella 2116
- foglio 10, particella 2112
- foglio 10, particella 2109

Si segnala la presenza in cartografia, particelle 2019 e 2110 di un "reliquato di strada vicinale" ovvero il vecchio tracciato della stradella Comunale che è stato, nel tempo rettificato, come risulta di fatto e dalle visioni aeree.

Il progetto risponde a finalità di interesse pubblico e viene considerato di pubblica utilità dall'art. 12 del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003 n° 387.



Legenda

- Area impianto
- Elettrodotto di connessione interrato
- NUOVA SE TERNA - Punto di connessione

Fig. 3: Inquadramento Cartografico su C.T.R. 1:10.000

3. STATO DI PROGETTO

3.1. PREMESSA

La progettazione dell’Impianto Agrovoltaiico San Vero Milis è stata svolta in considerazione dell’orografia, della minima acclività dei terreni, della presenza della linea di Media Tensione che percorre le aree a Sud in prossimità della Strada Provinciale 13 in direzione Est – Ovest, che sarà spostata o interrata, della sia pur modestissima area di ristagno delle acque di scorrimento superficiali in particolari e non ricorrenti condizioni e grazie all’applicazione di software specifici quale PVsyst©.

3.2. CRITERI DI PROGETTAZIONE

La progettazione è stata tecnicamente sviluppata utilizzando le migliori tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell’intero impianto in termini di potenza massima di produzione e occupazione del suolo.

Sono stati quindi fissati:

- La scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto solare fotovoltaico basato su tecnologia in silicio cristallino a 132 celle e inverter distribuiti;
- la disposizione dei pannelli per massimizzazione dell'energia producibile mediante orientamento Est - Ovest (asse di rotazione orientato Nord-Sud) e sistema monoassiale ad inseguimento;
- l'interasse tra le file delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- la massima inclinazione raggiungibile dal *tracker* nell'inseguimento giornaliero del sole.

Oltre agli aspetti tecnici si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle normative, leggi e norme di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione dell'Impianto Agrovoltaiico con la progettazione definitiva orientata all'ecologia e alle economie di scala di valori;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- impiego di materiali e componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato attuale e futuro, prodotti da Fornitori qualificati e affidabili tra i primi cinque al Mondo.

Per minimizzare le eventuali perdite di produzione dovute a temporanei fuori servizio del convertitore, si è deciso per moduli fotovoltaici di ultima generazione e convertitori di energia (inverter) del tipo distribuito, poiché questi rappresentano l'attuale stato dell'arte e comportano alcuni vantaggi, quali ad esempio:

- 1) Aumento dell'affidabilità del sistema in caso di fuori servizio temporaneo di uno o più convertitori;
- 2) riduzione dei costi del BOS (Balance Of System) e di O&M per la stessa ragione;
- 3) aumento dell'efficienza e affidabilità complessiva del sistema produttivo.

Data la semplicità della geologia del sito e l'omogeneità delle condizioni del terreno, le strutture di sostegno saranno fissate a pali semplicemente infissi o avvitati nel terreno **senza uso di calcestruzzo**.

3.3. LAYOUT D'IMPIANTO

Di seguito, in Fig. 7 della pagina seguente si riporta il layout generale di progetto e l'inquadramento di dettaglio.

Il layout dell'Impianto è stato sviluppato secondo le seguenti linee guida:

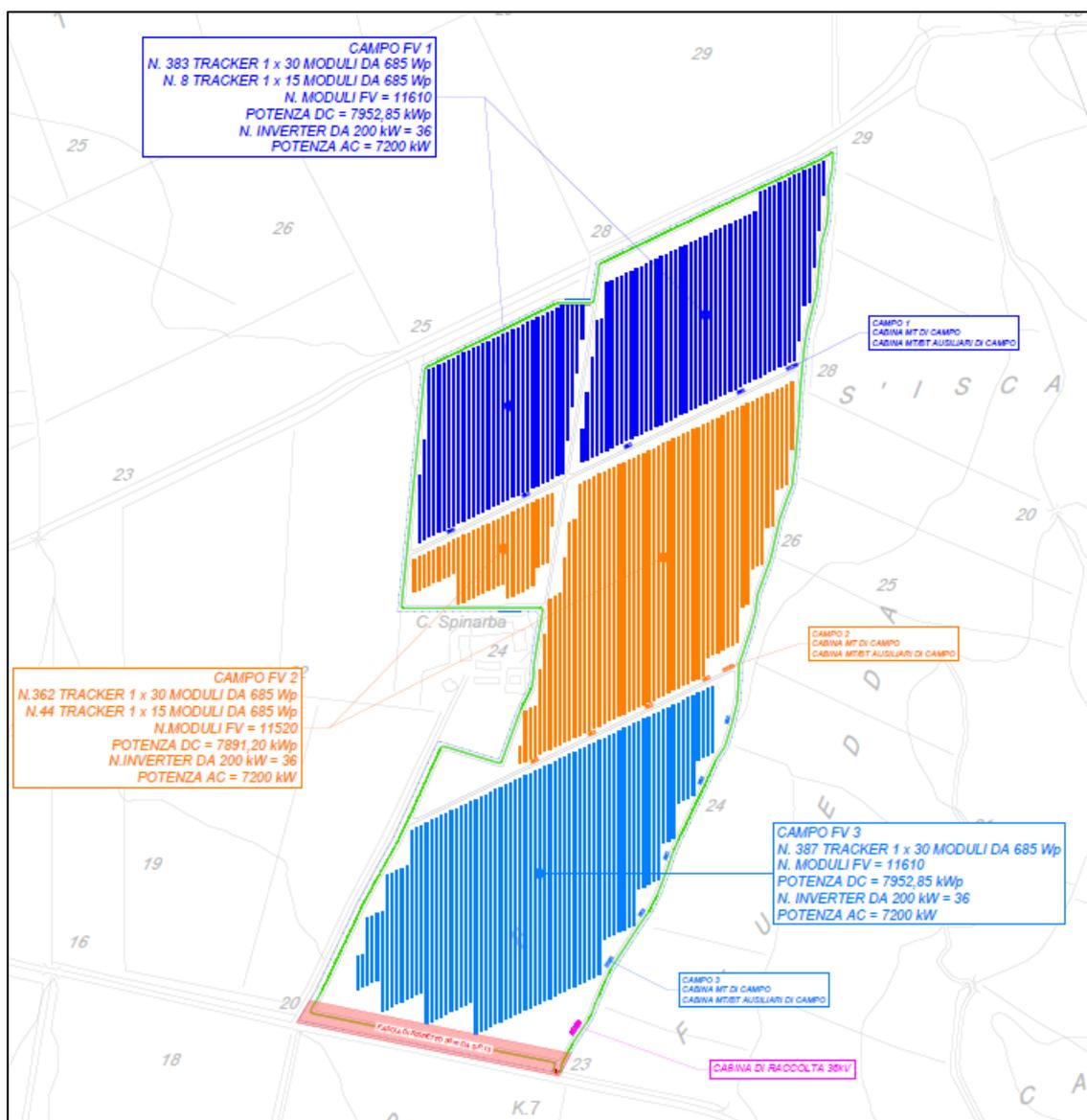
- rispetto dei confini di proprietà;
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 1 fila verticale (disposizione in "portrait");
- interdistanza tra le strutture di sostegno tale da massimizzare la producibilità dell'impianto, evitare i mutui ombreggiamenti fra le strutture stesse durante le ore iniziali e finali di esercizio e soprattutto permettere la lavorazione tra le file e sotto le file dei moduli fotovoltaici da parte dei mezzi agricoli di coltivazione;
- Cabine di campo equipaggiate con tutti i quadri di comando, controllo e protezione necessari al fine di concentrare in un solo vano tecnico funzionale all'Impianto stesso tutta l'elettronica di potenza;
- Viabilità di progetto per servizio e manovra (stradelle) volto a consentire la continuazione delle normali attività agronomiche e la manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto Agrovoltaiico agevole e funzionale in fase di esercizio.

Sono previste fasce di rispetto dai confinanti di 10 metri ed è prevista la fascia di rispetto dal confine su Strada Provinciale 13 di 30 metri.

Le strade interne ai lotti (strada perimetrale e strade interne di raccordo dei filari di pannelli) hanno una larghezza minima di 4 metri.

Il progetto prevede l'installazione di n. 12 Cabine di sottocampo, n. 3 Cabine di Campo, n. 1 Cabina di Raccolta dell'energia.

Le cabine elettriche sono costituite da shelter metallici prefabbricati o da strutture prefabbricate monolitiche autoportanti in cemento armato trasportabili su camion in un unico blocco, già assemblate ed allestite con le necessarie apparecchiature elettromeccaniche.



	Recinzione in progetto
	Cancello di accesso al parco solare fotovoltaico
	Tracker da 30 moduli - struttura per il posizionamento dei pannelli fotovoltaici
	Tracker da 15 moduli - struttura per il posizionamento dei pannelli fotovoltaici
	Inverter fotovoltaico
	Cabine MT/BT di consegna utente
	Cabine MT/BT di sottocampo fotovoltaico.

Fig. 4: Layout d'impianto Agrovoltaico - Inquadramento Cartografico su C.T.R. 1:2.000

Per una miglior visione si rimanda all'elaborato grafico "ELB.PE.01 - Layout impianto e raggruppamento campi fotovoltaici" del progetto elettrico.

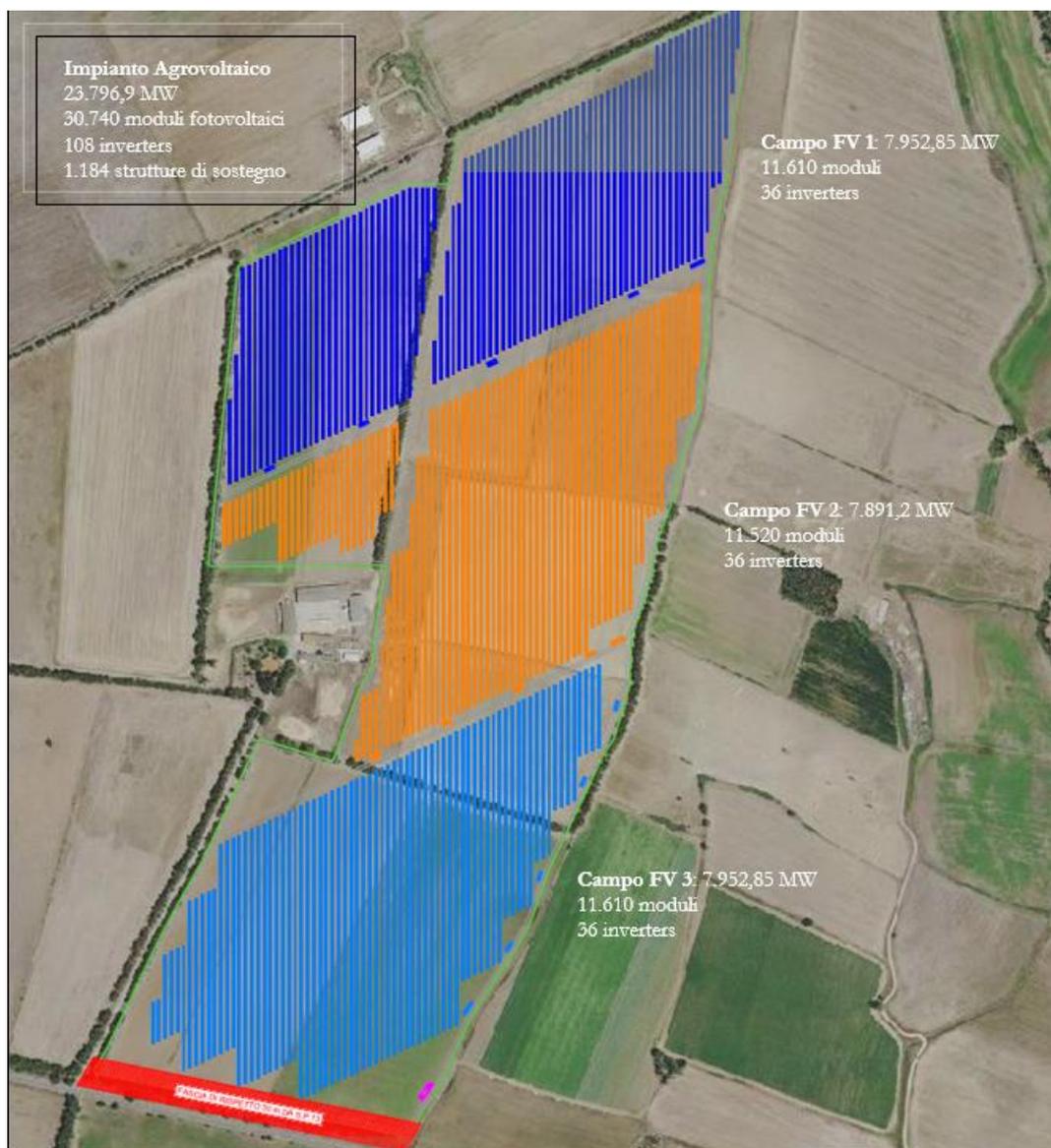


Fig. 5: Layout d'impianto Agrovoltaiico visione di Google Earth

4. DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL' IMPIANTO AGROVOLTAICO

L'impianto Agrovoltaiico San Vero Milis sarà costituito da 3 campi fotovoltaici, aventi le caratteristiche tecniche descritte nel paragrafo seguente.

4.1. CONFIGURAZIONE IMPIANTISTICA

L'Impianto Agrovoltaiico San Vero Milis avrà una potenza di picco installata pari a 23.796,90 kWp, pari alla somma delle potenze nominali dei pannelli bifacciali in silicio della potenza nominale di 685 W, installati in numero di 34.740, raggruppati in stringhe da n. 28 o 30 pannelli e una potenza nominale di 21.600 kW, pari alla somma delle potenze in uscita dei 108 inverter fotovoltaici da 200 kW presenti in impianto.

Il collegamento elettrico tra i vari moduli avverrà direttamente sotto le strutture di sostegno dei pannelli con cavi graffiati alle stesse.

Le strutture saranno disposte secondo file parallele, ad una distanza di 6 m, avranno direzione longitudinale Nord-Sud. Le stringhe saranno collegate agli ingressi degli inverter che costituiranno i sottocampi.

L'impianto è suddiviso in 3 campi fotovoltaici corrispondenti a 3 linee di Media Tensione a 36 kV ARE4H5EX 20,8/36kV in cavo tripolare elicordato interrato che collegano le 3 Cabine di Campo alla Cabina di Raccolta 36 kV posizionata all'estremo Sud/Est dell'impianto.

Ciascun campo fotovoltaico quindi, fa capo ad una Cabina di Campo MT/BT contenente un trasformatore MT/BT 36kV/400V da 100 kVA, un quadro di BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari del campo stesso e un quadro

MT 36 kV che raccoglie le linee interrate a 36 kV provenienti dal sottocampo e l'interruttore MT a 36 kV necessario a collegare la cabina stessa allo stallo a 36 kV messo a disposizione da Terna S.p.A. nella nuova Stazione Elettrica 220/36kV Bauladu in agro del Comune di Solarussa.

Sono presenti in totale 12 Cabine di sottocampo.

La progettazione prevede l'utilizzo di:

- ❖ n. 34.740 **pannelli fotovoltaici** monocristallini bifacciali, di cui circa 11.610 nel campo FV 1, 11.520 nel campo FV 2 e 11.610 nel campo FV 3 in grado di captare la radiazione riflessa dal suolo, prodotti dalla RISEN ENERGY CO., LTD., modello RSM132-8.685N con potenza di picco di 685 W e dimensioni 2.384 x 1.303 x 35 mm, incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di 35 mm, con un peso totale di 34 kg ciascuno;
- ❖ n. 108 **unità di conversione (inverters)** da 200 kVA del Produttore HUAWEI, modello SUN2000-200KTL-H2 da 200kW, che è stato selezionato in base alle specifiche elettriche del pannello fotovoltaico; gli inverters sono distribuiti equamente in ciascuno dei n° 3 campi FV e precisamente: n° 36 inverters nel campo FV 1, n° 36 inverters nel campo FV 2, n° 36 inverters nel campo FV 3;
- ❖ n. 1.184 **strutture di sostegno ad inseguimento solare monoassiale (tracker)** Est-Ovest del Produttore Archtech, modello Skyline, su montanti in profilato d'acciaio direttamente solidali ai pali con profilo ad H infissi nel terreno a profondità determinata in base alle caratteristiche del terreno stesso e alle prove a strappo da effettuarsi prime dell'inizio dei lavori e che saranno determinate dalla progettazione esecutiva. L'utilizzo della tecnologia più opportuna deve essere verificato in fase esecutiva, anche a seguito dello studio dei risultati dei sondaggi geognostici che, obbligatoriamente, dovranno essere eseguiti. Qualora i sistemi di ancoraggio non dovessero raggiungere i valori di portanza richiesti, tali da resistere, con opportuni coefficienti di sicurezza alle azioni sopra menzionate, sarà utilizzata la tipologia di fondazione realizzata con la tecnica del *predrilling*;
- ❖ n° 12 **Cabine di sottocampo** MT/BT prefabbricate e aerate, di uguali dimensioni, posizionate in numero di 4 per ciascun campo FV, ciascuna contenente un quadro MT 36Kv, il trasformatore MT/BT 36kV/800V da 2.000kVA e un quadro BT che alimenta gli inverter da 200kWac dislocati in campo. All'interno di ciascun campo FV le Cabine di sottocampo sono collegate a stella alla rispettiva Cabina di Campo Per l'installazione delle Cabine di sottocampo si prevede uno scavo di **60** cm di profondità, da riempire con uno strato di inerte stabilizzato dello spessore di **10** cm al di sopra del quale sarà alloggiata la vasca prefabbricata a corredo di ogni singola Cabina di sottocampo;
- ❖ n° 3 **Cabine di Campo**, una per ciascun campo FV, prefabbricate e aerate, di uguali dimensioni, a protezione delle Cabine di sottocampo, ciascuna contenente il trasformatore MT/BT 36kV/400V da 100kVA e un quadro di BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari del campo fotovoltaico. Per l'installazione delle Cabine di Campo si prevede uno scavo di **60** cm di profondità, da riempire con uno strato di inerte stabilizzato dello spessore di **10** cm al di sopra del quale sarà alloggiata la vasca prefabbricata a corredo di ogni singola Cabina di Campo.

Sono previste 3 Cabine di Campo collegate alle cabine di sottocampo secondo il seguente schema:

- Campo fotovoltaico 1:
 - Sottocampo 1-1
 - Sottocampo 1-2
 - Sottocampo 1-3
 - Sottocampo 1-4
- Campo fotovoltaico 2:
 - Sottocampo 2-1
 - Sottocampo 2-2
 - Sottocampo 2-3
 - Sottocampo 2-4
- Campo fotovoltaico 3:
 - Sottocampo 3-1
 - Sottocampo 3-2
 - Sottocampo 3-3
 - Sottocampo 3-4

Per l'installazione delle Cabine di Campo si prevede uno scavo di **60** cm di profondità, da riempire con uno strato di inerte stabilizzato dello spessore di **10** cm al di sopra del quale sarà alloggiata la vasca prefabbricata a corredo di ogni singola Cabina di Campo.

- ❖ n° 1 **Cabina di Raccolta 36kV**, prefabbricata e aerata con accesso libero da strada, come prescritto dalle norme nella quale convogliano, in modo separato e indipendente i cavidotti provenienti dalle Cabine di Campo. All'interno trovano alloggio i quadri MT a 36kV necessari al collegamento e alla protezione delle linee provenienti dalle cabine di campo e, inoltre, gli interruttori MT a 36 kV necessari a collegare la cabina stessa allo stallo a 36 kV messo a disposizione da Terna S.p.A. nella nuova Stazione Elettrica "Bauladu". Per l'installazione della Cabina di Raccolta si prevede uno scavo di **60** cm di profondità, da riempire con uno strato di inerte stabilizzato dello spessore di **10** cm al di sopra del quale sarà alloggiata la vasca prefabbricata a corredo della Cabina di Raccolta.
 - n° 1 locale prefabbricato adibito a **Sala Controllo e Servizi Ausiliari**, facente parte della Cabina di Raccolta 36kV per l'alloggio delle apparecchiature di controllo e monitoraggio dei relativi campi FV di impianto;
- ❖ la rete elettrica a bassa tensione in corrente continua interna all'area di impianto per il collegamento delle stringhe ai quadri di parallelo stringhe e da questi agli inverter;
- ❖ la rete telematica interna di monitoraggio in fibra ottica per il controllo dell'impianto Agrovoltaiico mediante trasmissione dati via modem o satellitare;
- ❖ la rete MT interna al campo, di collegamento delle Cabine di Campo con la Cabina di Raccolta;
- ❖ la rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di impianto (controllo, illuminazione, forza motrice, ecc.);
- ❖ la viabilità di servizio interna all'Impianto Agrovoltaiico (stradelle) in materiale inerte compattato (da realizzarsi in sezione in rilevato).
- ❖ un sistema di messa a terra ed equipotenziale che collega tutte le strutture di supporto, cabine ed opere accessorie potenzialmente in grado di essere attraversate da corrente in caso di guasto o malfunzionamento dell'impianto.
- ❖ n° 1 sistema antincendio per ogni cabina;
- ❖ n° 1 sistema di videosorveglianza;
- ❖ l'impianto di illuminazione;
- ❖ la recinzione d'impianto e i cancelli di ingresso

Le tipologie dei componenti sono indicative della miglior tecnologia (affidabile) ad oggi disponibile e sono state scelte per poter effettuare le analisi di produttività, le considerazioni ambientali, acustiche e territoriali (dimensioni e foto inserimenti). Come detto in precedenza, il Proponente si riserva di scegliere la componentistica che, al momento dell'avvio della costruzione dell'Impianto Agrovoltaiico San Vero Milis, offrirà il miglior rapporto prezzo/performance produttive e migliorativi, ma sempre nel rispetto della potenza totale installabile e delle dimensioni di ingombro.

Si riporta di seguito un cenno alle opere di connessione elettrica lato Utente, in attesa di ricevere la progettazione definitiva dal capofila del Tavolo Tecnico: Sorgenia Renewables S.p.A.

- ❖ n° 1 **linea elettrica a 36kV di connessione in cavidotto interrato** per il trasporto dell'energia dalla cabina di consegna alla Stazione Elettrica denominata "Bauladu" di prossima costruzione su terreno in agro del Comune di Solarussa (OR) che costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV, all'interno della suddetta Stazione Elettrica costituisce impianto di rete per la connessione. Il tragitto del cavidotto interrato, interamente in fregio alla viabilità esistente, misura circa 7.426 m di cui circa 5.140 m su strade provinciali e 2.286 m su strade Comunali di penetrazione agraria.

L'elettrodotto interrato è costituito da 3 cavi (3 x 240mm²) di tipo ARE4H5EX 20,8/36kV tripolare elicordato. I moduli fotovoltaici saranno installati mediante supporti mobili, organizzati in file poste in direzione Nord-Sud per permettere il posizionamento della superficie dei pannelli costantemente con un angolo di 45° rispetto al raggio solare incidente in qualunque ora del giorno per ottimizzare al massimo la producibilità dell'Impianto Agrovoltaiico San Vero Milis.

Gli inverter, di potenza pari a 200 kW ciascuno, saranno dislocati in campo e verranno connessi ai quadri BT delle

cabine di sezione di pertinenza con linee in cavidotto interrato.

Le linee in corrente continua che dai moduli arrivano agli inverter saranno realizzate in cavi posati all'interno di canaletta metallica fissata direttamente alla struttura di supporto dei pannelli, e, se necessario potranno essere posati in cavidotti interrati.

Nella cabina di consegna verrà inoltre installato un ulteriore trasformatore MT/BT 15kV/400V da 100 kVA con un relativo quadro di BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari del campo stesso.

4.2. LAYOUT D'IMPIANTO

Di seguito, in Fig. 7 della pagina seguente si riporta la planimetria generale di progetto e l'inquadratura di dettaglio.

Sono previste fasce di rispetto dai confinanti e fasce di rispetto dai fabbricati e dal confine su Strada Provinciale 13 di 30 metri.

Le strade interne ai lotti (strada perimetrale e strade interne di raccordo dei filari di pannelli) hanno una larghezza minima di 4 metri.

Le cabine elettriche sono costituite da strutture prefabbricate monolitiche auto-portanti in cemento armato trasportabili su camion in un unico blocco, già assemblate ed allestite con le necessarie apparecchiature elettromeccaniche.

4.2.1. Campi fotovoltaici

L'Impianto Agrovoltaiico San Vero Milis sarà composto da n° 3 campi fotovoltaici divisi ciascuno in n° 4 Sottocampi, collegati ognuno ad una Cabina di Campo; tali cabine elettriche saranno interconnesse in entra-esce tramite un collegamento in MT alla tensione nominale di 0 36 kV.

I sottocampi avranno le seguenti caratteristiche:

AGROVOLTAICO SAN VERO MILIS			
Distribuzione delle strutture di sostegno nei sottocampi			
<i>Configurazione di tracker</i>	<i>Campo FV 1 (n.)</i>	<i>Campo FV 2 (n.)</i>	<i>Campo FV 3 (n.)</i>
30 moduli	383	362	387
15 moduli	8	44	0
Capacità DC (kW)	7.952,85	7.891,2	7.952,85

Tab. 1: Distribuzione delle strutture di sostegno nei Campi fotovoltaici

4.3. MODULI FOTOVOLTAICI

La tecnologia di pannelli fotovoltaici bifacciali, in grado, cioè di captare la radiazione riflessa dal suolo (albedo) grazie alle celle fotovoltaiche, presenti anche sul retro del modulo fotovoltaico generalmente cieco, è stata scelta in quanto i maggiori Produttori mondiali l'hanno progettata specificamente per impianti di grande taglia connessi alla rete elettrica ed è realizzata realizzando un cd. wafer di componenti in diversi strati racchiusi da una cornice di alluminio anodizzato che, oltre a facilitare le operazioni di montaggio e a permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua.

- vetro temperato con trattamento anti-riflesso;
- EVA (etilene vinil acetato) trasparente;
- celle FV in silicio monocristallino;
- EVA trasparente;
- strato trasparente (vetroso o polimerico) con trattamento anti-riflesso.

Il pannello selezionato è provvisto di:

- certificazione TUV su base IEC 61215;
- certificazione TUV su base IEC 61730;
- cavi precablati e connettori rapidi tipo MC4;
- certificazione IP67 della scatola di giunzione.

I moduli fotovoltaici avranno caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche verificate attraverso prove di tipo, secondo la Norma CEI EN 61215 (per moduli al silicio cristallino).

Ciascun modulo sarà essere accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta in materiale duraturo, posto sopra il modulo fotovoltaico, che riportano le principali caratteristiche del modulo stesso, secondo la Norma CEI EN 50380.

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell’Impianto, con una potenza indicativa di 685 Wp, saranno di prima scelta e dotati di scatola di giunzione (“Junction box”) installata sul lato posteriore dei moduli stesso, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido (al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione).

I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive previste per l’impianto.

Il fornitore dei moduli dovrà aderire ad un consorzio di riciclo e dovrà dichiarare il nome del consorzio a cui aderisce.

Le caratteristiche tecniche del modello di pannello fotovoltaico scelto per il progetto in esame sono riportate nella tabella seguente:

AGROVOLTAICO SAN VERO MILIS	
DATI COSTRUTTIVI PANNELLI FOTOVOLTAICI	
Tipo pannello	Bifacciale
Tecnologia	Silicio monocristallino
Numero di celle	132 (6*11 + 6*11)
Guadagno bifacciale	+ 5% + 25%
Corrente massima	14.22 A
Tensione massima	685 W
Efficienza (%)	22.5
Dimensioni (indicative) (L x A x P)	2.384 x 1.303 x 35 mm
Peso (circa)	34 kg

Tab. 2: Caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico

Per maggiori dettagli sui dati elettrici dei moduli si rimanda alla scheda tecnica del produttore.

L’impianto sarà composto da n. 34.740 moduli fotovoltaici, connessi a 108 convertitori di energia (inverter).

I moduli fotovoltaici, ciascuno con potenza nominale di picco pari a 685 Wp, saranno raggruppati in stringhe da 30 moduli.

- Alla cabina di campo 1 sono sottese 4 Cabine di sottocampo
- Alla cabina di campo 2 sono sottese 4 Cabine di sottocampo
- Alla cabina di campo 3 sono sottese 4 Cabine di sottocampo

Dai moduli fotovoltaici alle cabine inverter di ciascun sottocampo sono distribuite le linee DC in cavo interrato che collegano i moduli direttamente allo stadio di ingresso DC degli inverter.

4.4. CONVERTITORI STATICI DC/AC (Inverter)

I convertitori di energia CC/CA o inverter, convertono la corrente continua in corrente alternata (uno o più inverter in parallelo), agendo come generatori di corrente e attuano il condizionamento e il controllo della potenza trasferita.

Nell’impianto Agrovoltaco San Vero Milis saranno installati n. 108 inverters di stringa, posizionati sulla struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici, tramite delle apposite barre di supporto. L’installazione scelta garantirà una ventilazione adeguata all’inverter e un’idonea schermatura dalla radiazione solare diretta.

I gruppi di conversione sono basati su inverter statici a commutazione forzata (con tecnica PWM) e sono in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto caratteristico della curva di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico.

Gli inverter sono dotati di un sistema di diagnostica interna in grado di inibire il funzionamento in caso di malfunzionamento, e devono essere dotati di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA e CC.

Gli inverter saranno dotati di marcatura CE e di tutte le necessarie certificazioni di prodotto.

L'inverter HUAWEI modello SUN2000-200KTL-H2 da 200kW è stato selezionato in base alle specifiche elettriche del pannello fotovoltaico.

In ogni Campo FV dell'impianto Agrovoltaiico, sarà distribuito un numero di inverter di stringa in grado di gestire la potenza in DC relativa, con le idonee caratteristiche lato DC e lato AC.

Per i dettagli tecnici ed elettrici dell'inverter si rimanda alla scheda tecnica del produttore contenuta nella relazione "REL15 Disciplinare descrittivo".

Caratteristiche tecniche:

CARATTERISTICHE INVERTER SUN2000-200KTL-H2		
Rendimento Max	%	> 99
Rendimento Europeo	%	> 98,8
Dimensioni (L x A x P)	mm	1.035 x 700 x 365
Peso Complessivo	kg	86

Tab. 3: Caratteristiche tecniche dell'inverter

PARAMETRI INGRESSO (DC)		
Tensione Massima DC	V_{max}	1 500
Range di Tensione MPPT	V_{mppt}	500 - 1.500
Corrente di ingresso (Imax)	A	180
Corrente di cortocircuito Max.	A	155.2
N° di MPPT Indipendenti	-	9
N° di Ingressi DC (da string comb)	-	18
Potenza DC Max	kW	225

Tab. 4: Parametri di ingresso lato DC

PARAMETRI INGRESSO (AC)		
Tensione Nominale AC	V	1.080
Range di tensione V 480 ÷ 690	V	
Frequenza di Rete / Range	Hz	50 / 60
cos φ @ PMAX (REGOLABILE)	-	1 / (adj \pm 0)
Distorsione armonica totale THD	%	% < 1%
Potenza Massima @ 600V;50Hz	kW	200
Potenza Apparente kVA 150	kVA	215

Tab. 5: Parametri di ingresso lato AC

4.5. QUADRO BT (Quadri elettrici in bassa tensione sez. AC)

A valle di ogni inverter e quindi distribuiti in campo, sarà presente un quadro di bassa tensione in resina min IP 65 conforme alla norma CEI EN 60439-1 (17-13/1), che conterrà un dispositivo di interruzione automatica di tipo scatolato con funzione di protezione (da sovracorrenti) e sezionamento della linea in bassa tensione verso le Cabine di sottocampo.

4.6. CABINE ELETTRICHE DI SOTTOCAMPO 36kV/bt (Cabine di sottocampo)

Le n° 12 Cabine di sottocampo sono costituite da uno shelter metallico del tipo prefabbricato di dimensioni esterne pari a circa 6 x 3,9 x h 3,8 m, contenente il quadro elettrico in media tensione MT, il trasformatore BT/MT da 2.000 kVA e il quadro elettrico di bassa tensione. Per i dettagli dimensionali e le sezioni si rimanda all'elaborato grafico "ELB.PE.05 Cabine 36 kV impianto di produzione - piante, prospetti, sezioni" del progetto elettrico.

La cabina è solidale alla platea di fondazione avente altezza esterna di circa 60 cm (interna di 50 cm) e dotata di fori diametro 18 cm a frattura prestabilita in modo da consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi MT/BT nei quattro lati.

Per l'installazione delle Cabine di sottocampo si prevede uno scavo di **60** cm di profondità, da riempire con uno strato di inerte stabilizzato dello spessore di **10** cm al di sopra del quale sarà alloggiata la vasca prefabbricata a corredo di ogni singola Cabina di sottocampo;

Ciascuna cabina prevederà sia un sistema di ventilazione naturale a mezzo di griglie posizionate nelle pareti a due differenti livelli di altezza sia un impianto di condizionamento e di ventilazione forzata adeguato allo smaltimento dei carichi termici introdotti nel locale dalle apparecchiature in base ad un termostato installato in ogni vano.

Dal punto di vista elettrico, le n° 12 Cabine di sottocampo hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) e di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

L'energia prodotta dai sistemi di conversione DC/AC (convertitori o inverter) sarà immessa nel lato BT di un trasformatore 36/0,8kV (livello secondario di tensione indicativo in funzione della tipologia di inverter scelto) di potenza di circa 2.000 kVA (con funzione di isolamento).

Nelle Cabine di sottocampo saranno presenti:

- un quadro elettrico di bassa tensione, min IP20 Forma 1, conforme alla norma CEI EN 60439-1 (17-13/1), per linee di potenza idoneo a contenere i dispositivi di interruzione automatica, di tipo scatolato o modulare, con funzione di protezione (da sovracorrenti e contatti indiretti) e sezionamento delle linee in bassa tensione in arrivo dagli inverter in campo e dagli ausiliari. Il quadro conterrà anche un trasformatore BT/BT a 10 kVA;
- la centralina termometrica del trasformatore BT/AT;
- i dispositivi di protezione e sezionamento di tipo modulare per la protezione (da sovracorrenti e da contatti indiretti) e sezionamento delle linee di alimentazione dei servizi ausiliari del quadro di bassa tensione, del quadro di Alta tensione 36 kV e del trasformatore BT/AT nonché dell'UPS.

Le linee in corrente continua che dai moduli arrivano agli inverter saranno realizzate in cavi posati all'interno di canaletta metallica fissata direttamente alla struttura di supporto dei pannelli, e, se necessario potranno essere posati in cavidotti interrati.

4.7. CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE (Cabine di Campo)

Le n°3 Cabine di Campo sono costituite da uno shelter metallico del tipo prefabbricato di dimensioni esterne pari a circa 12,5 x 3,9 x h 3,8 m, (oppure un monoblocco in struttura monolitica autoportante (cemento armato vibrato - CAV), conforme alla norma CEI EN 62271-202 con dimensioni (esterne) contenente il quadro elettrico a 36kV, il trasformatore per i servizi ausiliari BT/MT da 100 kVA e il quadro elettrico di bassa tensione

Per i dettagli dimensionali e le sezioni si rimanda all'elaborato grafico "ELB.PE.05 - Cabine 36 kV impianto di produzione - piante, prospetti, sezioni" del progetto elettrico.

I passaggi, previsti per il transito delle persone, saranno larghi almeno 80 cm, al netto di eventuali sporgenze; se dietro un quadro chiuso sarà previsto il transito delle persone, la larghezza del passaggio potrà essere ridotta a 50 cm.

Per l'installazione delle Cabine di Campo si prevede uno scavo di **60** cm di profondità, da riempire con uno strato di inerte stabilizzato dello spessore di **10** cm al di sopra del quale sarà alloggiata la vasca prefabbricata a corredo di ogni singola Cabina di sottocampo;

La cabina è solidale alla platea di fondazione avente altezza esterna di circa 60 cm (interna di 50 cm) e dotata di fori diametro 18 cm a frattura prestabilita in modo da consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi MT/BT nei quattro lati.

A completamento delle cabine saranno forniti:

- N° 2 Porte di accesso in lamiera o VTR;
- N° 1 Porta di accesso in lamiera zincata e pre-verniciata.

Il calore prodotto dal trasformatore e dai quadri sarà smaltito tramite ventilazione naturale per mezzo di apposite griglie di aerazione e tramite ventilazione meccanica per mezzo di n°2 torrini di estrazione elicoidale sulla sommità della cabina da 3.600 mc/h cadauno.

Ciascuna Cabina di Campo sarà costituita da elementi prefabbricati suddivisi in più scomparti e sarà progettata per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità. Le pareti e il tetto saranno tali da garantire impermeabilità all'acqua e il corretto isolamento termico. Il locale avrà le dimensioni indicative riportate nell'elaborato di dettaglio e poggierà su una platea prefabbricata interrata.

Ciascuna cabina prevederà sia un sistema di ventilazione naturale a mezzo di griglie posizionate nelle pareti a due differenti livelli di altezza sia un impianto di condizionamento e di ventilazione forzata adeguato allo smaltimento dei carichi termici introdotti nel locale dalle apparecchiature in base ad un termostato installato in ogni vano.

In particolare, in ciascuna Cabina di Campo saranno presenti:

- un quadro di bassa tensione, min IP20 Forma 1, conforme alla norma CEI EN 60439-1 (17-13/1), per linee di potenza idoneo a contenere i dispositivi di interruzione automatica, di tipo scatolato o modulare, con funzione di protezione (da sovracorrenti e contatti indiretti) e sezionamento delle linee in bassa tensione in arrivo dagli inverter in campo e dagli ausiliari. Il quadro conterrà anche un trasformatore BT/BT da 10kVA;
- la centralina termometrica del trasformatore BT/MT;
- i dispositivi di protezione e sezionamento di tipo modulare per la protezione (da sovracorrenti e da contatti indiretti) e sezionamento delle linee di alimentazione dei servizi ausiliari del quadro di bassa tensione, del quadro di Alta tensione 36 kV e del trasformatore BT/AT nonché dell'UPS.

L'uscita in alta tensione 36kV di ciascun trasformatore sarà collegata dalla rispettiva Cabina di Campo, mediante una linea AT indipendente, ad una partenza nel quadro AT installato nella cabina di campo stessa.

La Cabina di Campo ospiterà un quadro principale AT equipaggiato con:

- un interruttore generale (dispositivo generale sul quale interviene la protezione generale del campo fotovoltaico),
- una cella misure e relativo contatore,
- con una partenza per alimentare il trasformatore AT/BT (36/0,4 kV) relativo ai servizi ausiliari della stessa ATR ed avente potenza nominale 100 kVA,
- un interruttore avente la funzione di dispositivo di interfaccia (sul quale interviene la protezione di interfaccia),
- tre partenze per il collegamento di ciascuno dei campi fotovoltaici.

4.7.1. Trasformatore elevatore BT/MT

In ciascuna Cabina di sottocampo sarà presente un trasformatore di tensione trifase BT/MT 0,8kV/36kV di tipo isolato in resina idoneo per l'installazione in impianti fotovoltaici, per installazioni da interno, dotato di centralina e sonde termometriche e progettato e dimensionato tenendo in considerazione la presenza di armoniche di corrente prodotte dai convertitori e di potenza sufficiente a gestire la potenza sottesa a ciascun campo FV, comunque fissa da 2.000 kVA con un livello di tensione primaria di 36 kV.

L'uscita AT di ogni trasformatore sarà collegata ad un quadro di alta tensione 36 kV con idonee protezioni e, mediante una linea AT indipendente, ad una partenza nel quadro AT installato nella Cabina di Campo).

4.7.2. Trasformatore BT/BT per gli ausiliari

All'interno di ciascuna Cabina di Campo è presente anche un trasformatore di tensione BT/AT 0,4kV/36 kV di taglia nominale di 100 kVA (isolato in resina) per l'alimentazione dei servizi ausiliari d'impianto

4.7.3. Quadro elettrico dei servizi ausiliari

All'interno di ciascuna Cabina di Campo sarà inoltre previsto il quadro elettrico per i servizi ausiliari con il compito di provvedere a tutte quelle esigenze necessarie al funzionamento ed al mantenimento delle apparecchiature interne ed esterne (i.e. servizi di cabina, ausiliari degli inverter, alimentazione dei tracker, sistema SCADA, sistema di security e di videosorveglianza, etc.).

Saranno previste le seguenti dotazioni minime:

- Interruttori magnetotermici (generale e per ogni linea di alimentazione);
- Trasformatore di isolamento BT/BT per alimentazione quadro servizi ausiliari.
- Interruttori magnetotermici differenziali per ciascuna linea di alimentazione
- Scaricatore di sovratensione;
- UPS di backup.

4.7.4. Quadro MT

Sempre in ciascuna Cabina di Campo sarà installato un quadro AT a semplice sistema di sbarre, assemblato in fabbrica e testato con prove di tipo.

Esso sarà costituito da 3:

- un interruttore generale (dispositivo generale sul quale interviene la protezione generale del campo fotovoltaico),
- una cella misure e relativo contatore,
- con una partenza per alimentare il trasformatore AT/BT (36/0,4 kV) relativo ai servizi ausiliari della stessa ATR ed avente potenza nominale 100 kVA,
- un interruttore avente la funzione di dispositivo di interfaccia (sul quale interviene la protezione di interfaccia),
- tre partenze per il collegamento di ciascuno dei campi fotovoltaici

4.8. CABINA DI RACCOLTA

La Cabina di Raccolta sarà collocata al confine Sud/Est dell’impianto, lungo Strada Provinciale 13. La Cabina di Raccolta sarà del tipo prefabbricato prefabbricata in cemento armato vibrato in monobox di tipo monolitico o mediante il montaggio in opera di pareti e solette prefabbricate e sarà costituita da un **locale consegna** e un **locale misura**. All’interno della Cabina di Raccolta è presente un locale adibito a **Sala Controllo e Servizi Ausiliari**, per l’alloggio delle apparecchiature di controllo e monitoraggio dei relativi campi FV di impianto.

Più in dettaglio, il manufatto da impiegare sarà del tipo box prefabbricato conforme alla tabella di Unificazione UE DG2061 Tipo A con dimensioni minime 18,01 x 4,65 x h 3,9 m

Per i dettagli dimensionali e le sezioni si rimanda all’elaborato grafico “ELB.PE.O6 - Cabina di raccolta 36 kV - piante, prospetti” del progetto elettrico.

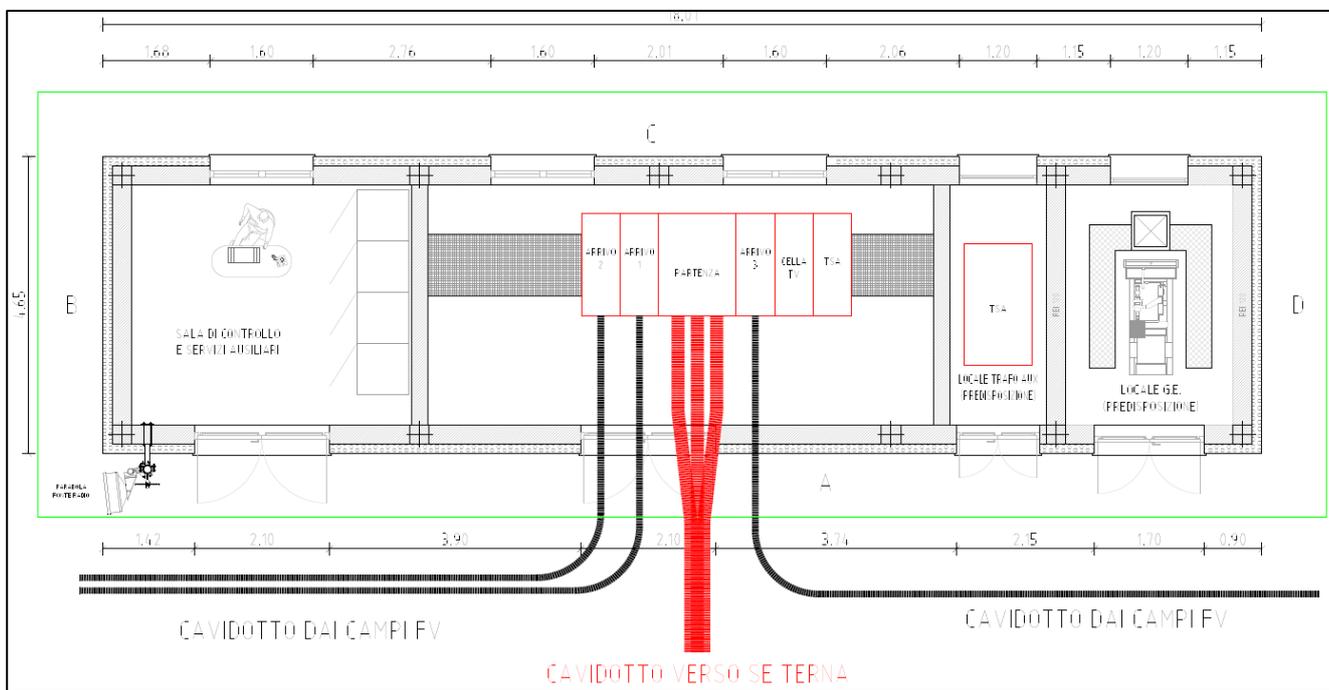


Fig. 6: Cabina di Raccolta

4.9. CAVI DI POTENZA MT E BT

La connessione delle apparecchiature dell’impianto fotovoltaico sia alle Cabine di Campo sia alla Cabina di Raccolta e infine alla Stazione Elettrica avverrà tramite rispettivamente linee in BT e MT. Tali linee saranno installate in cavidotti interrati e opportunamente individuabili mediante degli appositi nastri di segnalazione.

I cavi di interconnessione tra moduli fotovoltaici e gli inverter saranno del tipo tripolare elicordato.

Caratteristiche tecniche:

Il cablaggio tra inverter e trasformatore AT/BT avverrà all’interno delle Cabine di sottocampo.

Il cablaggio MT avverrà anch’esso in posa interrata (cavidotti)

Tutti i cavi utilizzati rispetteranno i requisiti minimi di portata, massima caduta di tensione e massima corrente di corto circuito e saranno forniti con adeguata certificazione. In particolare, le linee saranno dimensionate prevedendo una caduta di tensione massima pari al 1% in nella parte in corrente continua e 1% in nella parte in corrente alternata BT.

Soluzioni di cablaggio alternative all'interramento potrebbero essere adottate, quali ad esempio il cablaggio tramite canalette fuori terra. Si rimanda alla fase di progettazione esecutiva la definizione di tali dettagli costruttivi.

4.9.1. Cavi solari CC di stringa

I cavi verranno posati su rastrelliere portacavi o fissati direttamente sulla struttura di supporto tramite fascette. Nei casi di particolare esposizione (ad esempio nelle risalite dalla String Box o attraversamenti longitudinali tra vele fotovoltaiche), verrà garantita adeguata protezione meccanica con tubi in PVC o in polietilene ad alta densità (HDPE) a doppia parete per applicazioni elettriche.

4.9.2. Cavi solari CC di parallelo stringhe

Tali cavi saranno di tipo unipolare, in corda di alluminio rigida, omologati per una tensione 1,2/1,8 kV, opportunamente dimensionati in funzione delle correnti di attraversamento.

I cavi di interconnessione tra moduli fotovoltaici e le connessioni tra stringhe e inverter potranno essere del tipo "solare" **FG21M21PV3 (1500 Vcc)**, con sezioni impiegate variabili dai 6 ai 16 mm².

Caratteristiche tecniche:

Conduttore:	Flessibile rame stagnato secondo CEI 20-29 classe 5
Isolante:	HEPR - tipo G21
Guaina:	Mescola elastomerica reticolata senza alogeni tipo M21
Norma di riferimento:	CEI 20-91

Tab. 6: Caratteristiche cavi "solari" FG21M21PV3 (1500 Vcc)

4.9.3. Cavi MT

La linea in AT a 36 kV interna al campo sarà realizzata con cavi di tipo **ARE4H5E tripolare elicordato** in alluminio, con isolamento estruso in gomma etilenpropilenica (HEPR) e aventi una tensione di isolamento di 20,8/36 kV (U_m=42 kV). I cavi saranno posati direttamente interrati.

Saranno inoltre progettati per tutte quelle situazioni dove è fondamentale la protezione contro i danneggiamenti. Per la presenza della guaina a spessore maggiorato, conformemente alla norma CEI 11-17 punto 4.3.11b, questo cavo può essere considerato equivalente ad un cavo armato e può essere direttamente interrato senza alcuna protezione meccanica esterna. Potrà essere inoltre richiesta la protezione da idrocarburi.

4.9.4. Altri cavi

Per le linee in BT saranno utilizzati cavi unipolari e multipolari a bassa emissione di fumi opachi e gas tossici (limiti previsti dalla Norma CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla Norma CEI 20-37) e assenza di gas corrosivi.

4.10. OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA

La soluzione di connessione, da realizzarsi in **linea elettrica a 36kV in cavidotto interrato**, totalmente in fregio alla viabilità esistente, è stata prescritta dal Gestore di Rete Terna S.p.a. nella Soluzione Tecnica Minima Generale di connessione (STMG) allegata al Preventivo di Connessione con Codice di Rintracciabilità 202305427, e prevede il collegamento su una **nuova Stazione Elettrica** della RTN a 220/36 kV da inserire in entra – esce alla linea 220 kV "Codrongianos – Oristano" gestita da Terna S.p.A.

Alla data di trasmissione del presente documento è stata identificata la localizzazione della nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione 220/36 kV, denominata "Bauladu", è già stata sottoposta ad analisi di prefattibilità tecnica e potrà essere realizzata nel comune di Solarussa (OR), essendo stato indetto il tavolo tecnico avente come capofila la società Sorgenia Renewables S.p.A. alla quale è stato assegnato l'incarico di progettazione e autorizzazione della SE.

L'energia prodotta dall'impianto Agrovoltaiico San Vero Milis sarà raccolta, mediante le **3** linee provenienti dalle n° 3 Cabine di Campo, una per ciascun Campo FV direttamente al livello 36 kV¹, e trasferita in un quadro di potenza a 36 kV con la stessa tensione di esercizio (tensione di riferimento per l'isolamento 40,5 kV) inserito nella Cabina di Raccolta. Sostanzialmente, la Cabina di Raccolta sostituisce la stazione elettrica MT/AT a carico del Produttore.

L'energia elettrica prodotta è poi trasferita, dalla Cabina di Raccolta, tramite n. 3 cavi (3 x 240mm²) di tipo ARE4H5E tripolare elicordato a 36 kV (nominali di esercizio), in fregio alla viabilità esistente, sia asfaltata che di penetrazione rurale, sui terminali dedicati a quella tensione nella nuova Stazione Elettrica 220/36kV Bauladu.

Il tragitto del cavidotto interrato, interamente in fregio alla viabilità esistente, misura circa 7.377 m di cui circa 5.140 m su strada asfaltata e 2.286 m su strade Comunali di penetrazione agraria.

L'impianto di connessione permetterà il collegamento alla rete del Distributore locale attraverso i dispositivi di parallelo previsti dalla norma CEI 11-20.

L'elettrodotto a 36 kV in cavidotto interrato sarà realizzato n. 3 cavi (3 x 240mm²) di tipo ARE4H5EX 20,8/36kV tripolare elicordato. Il tragitto del cavidotto interrato, interamente in fregio alla viabilità esistente è complessivamente lungo circa 7.426 m di cui circa 5.140 m su strade Provinciali e 2.286 m su strade Comunali di penetrazione agraria, suddiviso come segue:

- Tratto 1: dalla Cabina di Raccolta in fregio alla Strada Provinciale 13 sino alla intersezione con la Strada Provinciale 15 Abbasanta – Santu Lussurgiu. Lunghezza tratto 2.450 m;
- Tratto 2: dall'intersezione SP 13 e SP15, in fregio alla Strada Provinciale 15 Abbasanta – Santu Lussurgiu sino alla intersezione con la strada di penetrazione agraria Comunale “Solarussa – Tramatzza”. Lunghezza 2.690 m;
- Tratto 3: sempre in fregio alla strada Comunale Solarussa – Tramatzza sino alla intersezione con la strada di penetrazione agraria Comunale “Siamaggiore – Villanova Truschedu”. Lunghezza tratto 970 m;
- Tratto 4: sempre in fregio alla strada interpodereale Comunale Siamaggiore – Villanova Truschedu sino al sito di installazione della nuova SE Bauladu. Lunghezza tratto 1.316 m;

I dettagli di posa e i vari tratti di conduttura sono descritti negli elaborati grafici “ELB.PE.02 - Elettrodotto 36 kV - attraversamenti e parallelismi - Inquadramento su CTR e tipologia di posa” ed “ELB.PE.03 - Elettrodotto 36 kV - attraversamenti e parallelismi - Inquadramento su ortofoto e tipologia di posa” del progetto elettrico.

Nel dettaglio, tale soluzione prevede la realizzazione dei seguenti impianti:

- Montaggi elettromeccanici con scomparto di arrivo + consegna: 1
- Fibra ottica - posa sotterranea: circa 7.426 m
- Cavi interrati a 36kV di tipo ARE4H5EX 20,8/36kV tripolare elicordato: circa 7.426 m ciascuno

Si rimanda al documento del progetto elettrico “ELB.PE.02 - Elettrodotto 36 kV - attraversamenti e parallelismi - Inquadramento su CTR e tipologia di posa” per una visualizzazione grafica su immagine satellitare di quanto proposto e del tracciato di connessione.

4.10.1. Collegamenti in fibra ottica

Le caratteristiche dei collegamenti in fibra ottica per la trasmissione dati previsti in parallelo ai sopraccitati cavi di potenza dovranno rispondere ai requisiti da tabelle di unificazione per cavo ottico dielettrico a 24 fibre ottiche per posa in tubazione per la linea interrata.

4.10.2. Interferenze lungo il percorso dell'elettrodotto 36kV interrato

Il sopralluogo puntuale, condotto in sito e lungo lo sviluppo dell'elettrodotto interrato, sia da parte degli esperti archeologo e geologo ha avuto lo scopo di individuare l'interferenza che può avere un impatto diretto sulla progettazione dell'impianto Agrovoltaiico e in particolar modo della connessione elettrica di trasporto dell'energia.

In sintesi, l'intera area di impianto non presenta rilevanti strutture antropiche e vegetazionali. La sola connessione elettrica interferisce per i seguenti attraversamenti, elencati partendo dalla Cabina di Raccolta verso la SE Bauladu:

- 1) **Strada Provinciale 13**, che sarà effettuato con la tecnica della **trivellazione orizzontale teleguidata**

¹ Come evidenziato nella delibera ARERA 439/2021/R/EEL” l’ottimizzazione dei costi complessivi per il sistema elettrico, poiché la realizzazione di impianti della RTN a 150-132/36 kV consente di razionalizzare la medesima RTN, con riflessi positivi anche per i richiedenti la connessione”.

(**T.O.C.**) o *microtunnelling* per una lunghezza di circa 30 metri.

- 2) **Elemento idrico Strahler FIUME_2144**, che sarà effettuato con tecnica T.O.C. per una lunghezza di circa 40 metri.
- 3) **Riu Mannu di Tramatzza** o Cìspiri, iscritto nell'elenco delle acque pubbliche di cui al R.D. 1775/1993, che sarà attraversato con una unica perforazione teleguidata – T.O.C. in subalveo per una lunghezza di circa 100 metri.
- 4) **Complanare Est**, che sarà attraversata con una unica perforazione teleguidata – T.O.C. in subalveo per una lunghezza di circa 60 metri.
- 5) **Complanare Ovest** che sarà effettuato per una lunghezza di circa 140 metri.

L'attraversamento con tecnica **trivellazione orizzontale teleguidata** - T.O.C. sarà realizzato nel caso non sia possibile procedere al fissaggio dell'elettrodotto 36kV in corrugato a lato delle strutture viarie esistenti (ponti) dell'Elemento idrico Strahler FIUME_2144 e soprattutto del Riu Mannu di Tramatzza o Cìspiri.

In generale, la risoluzione delle interferenze individuate sarà ottenuta mediante una precisa definizione del layout di progetto che considera la presenza dei sopracitati elementi d'interferenza. A tale proposito si vedano gli elaborati grafici “ELB.PE.02 - Elettrodotto 36 kV - attraversamenti e parallelismi - Inquadramento su CTR e tipologia di posa” ed “ELB.PE.03 - Elettrodotto 36 kV - attraversamenti e parallelismi - Inquadramento su ortofoto e tipologia di posa” del progetto elettrico.

4.10.3. Nuova Stazione Elettrica – Opere di rete

L'impianto Agrovoltaiico San Vero Milis sarà collegato in antenna a 36 kV allo stallo di arrivo Produttore che, insieme alla nuova SE 220/36 kV, costituisce Opere di Rete per la connessione.

La Stazione Elettrica di trasformazione RTN 220/36 kV è sita in agro di Solarussa (OR), è stata denominata “Bauladu”, sarà realizzata per la connessione di diversi impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili ed una cabina primaria di E-distribuzione. La società Sorgenia Renewables Srl si è costituita come capofila del tavolo tecnico, ed ha ricevuto incarico di redazione della progettazione definitiva da sottoporre al benessere di Terna S.p.A.

La nuova stazione SE Bauladu verrà inserita in entra – esce alla linea RTN già esistente 220 kV Codrongianos – Oristano mediante due elettrodotti aerei.

Alla data di trasmissione del presente documento è stata identificata la localizzazione della nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione 220/36 kV, denominata “Bauladu”, è già stata sottoposta ad analisi di prefattibilità tecnica e potrà essere realizzata nel comune di Solarussa (OR), essendo stato indetto il tavolo tecnico avente come capofila la società Sorgenia Renewables S.p.A. alla quale è stato assegnato l'incarico di progettazione e autorizzazione della SE

4.11. TECNICA T.O.C.

La **trivellazione orizzontale teleguidata (T.O.C.)** è una modalità tecnica di attraversamento che permette l'esecuzione degli interventi alla profondità di scavo desiderata e nella massima sicurezza, in modo rapido, garantendo la non alterazione del paesaggio, essendo sostanzialmente nulle le movimentazioni di terreno e quindi **pianamente compatibile con i vincoli paesaggistici.**

Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

L'indagine del sito e l'attenta analisi dell'eventuale presenza di sottoservizi e/o qualsiasi impedimento alla realizzazione della perforazione, è una fase fondamentale per la corretta progettazione di una perforazione orizzontale. Per analisi dei sottoservizi e per la mappatura degli stessi si utilizzerà il sistema “Georadar”.

La prima vera e propria fase della perforazione è la realizzazione del “foro pilota”, in cui il termine pilota sta ad indicare che la perforazione in questa fase è controllata ossia “pilotata”. La “sonda radio” montata sulla punta di perforazione emette delle onde radio che indicano millimetricamente la posizione della punta stessa. I dati rilevabili e sui quali si può interagire sono:

- ✓ Altezza;
- ✓ Inclinazione;

- ✓ Direzione;
- ✓ Posizione della punta.

Il foro pilota viene realizzato lungo tutto il tracciato della perforazione da un lato all'altro dell'impedimento che si vuole attraversare. La punta di perforazione viene spinta dentro il terreno attraverso delle aste cave metalliche, abbastanza elastiche così da permettere la realizzazione di curve altimetriche.

All'interno delle aste viene fatta scorrere dell'aria ad alta pressione ed eventualmente dell'acqua che contribuirà sia al raffreddamento della punta che alla lubrificazione della stessa, l'aria invece permetterà lo spurgo del materiale perforato ed in caso di terreni rocciosi, ad alimentare il martello "fondo-foro".

Generalmente la macchina teleguidata viene posizionata sul piano di campagna ed il foro pilota emette geometricamente una "corda molla" per evitare l'intercettazione dei sottoservizi esistenti. In alcuni casi però, soprattutto quando l'impianto da posare è una condotta fognaria non in pressione, è richiesta la realizzazione di una camera per il posizionamento della macchina alla quota di perforazione desiderata.

La seconda fase della perforazione teleguidata è l'allargamento del "foro pilota", che permette di posare all'interno del foro, debitamente aumentato, un tubo camicia o una composizione di tubi camicia generalmente in PEAD.

L'allargamento del foro pilota avviene attraverso l'ausilio di strumenti chiamati "Alesatori" che sono disponibili in diverse misure e adatti ad aggredire qualsiasi tipologia di terreno, anche rocce dure. Essi vengono montati al posto della punta di perforazione e tirati a ritroso attraverso le aste cave, al cui interno possono essere immesse aria e/o acqua ad alta pressione per agevolare l'aggressione del terreno oltre che lo spurgo del materiale.

La terza ed ultima fase che in genere, su terreni morbidi e/o incoerenti, avviene contemporaneamente a quella di "alesaggio", è l'infilaggio del tubo camicia all'interno del foro alesato.

La tubazione camicia generalmente in PEAD, se di diametro superiore ai 110 mm, viene saldata a caldo preventivamente, e ancorata ad uno strumento di collegamento del tubo camicia all'asta di rotazione. Questo strumento, chiamato anche "girella", evita durante il tiro del tubo camicia che esso ruoti all'interno del foro insieme alle aste di perforazione.

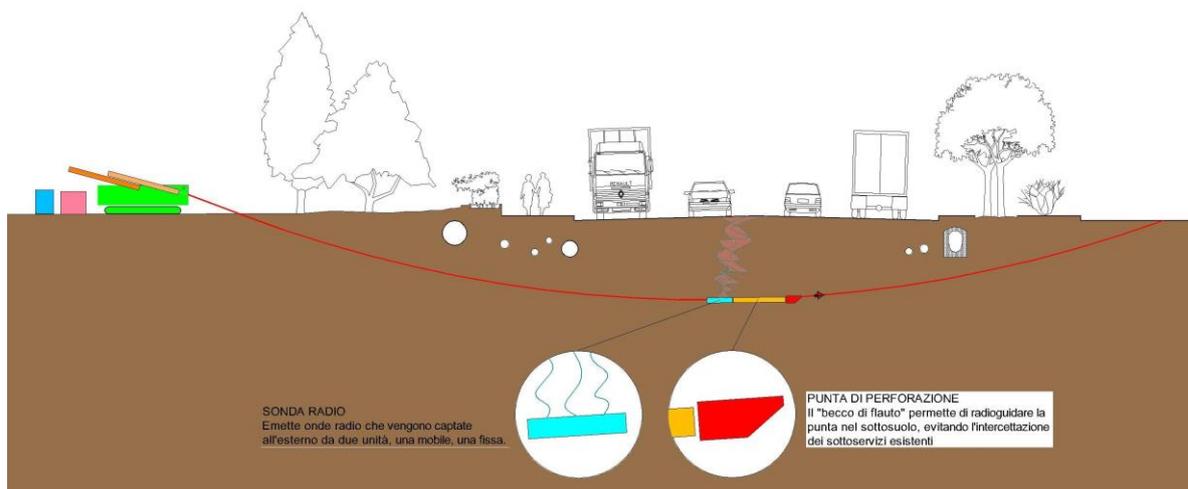


Fig. 7 – T.O.C. Realizzazione del foro pilota con controllo altimetrico – Esempio

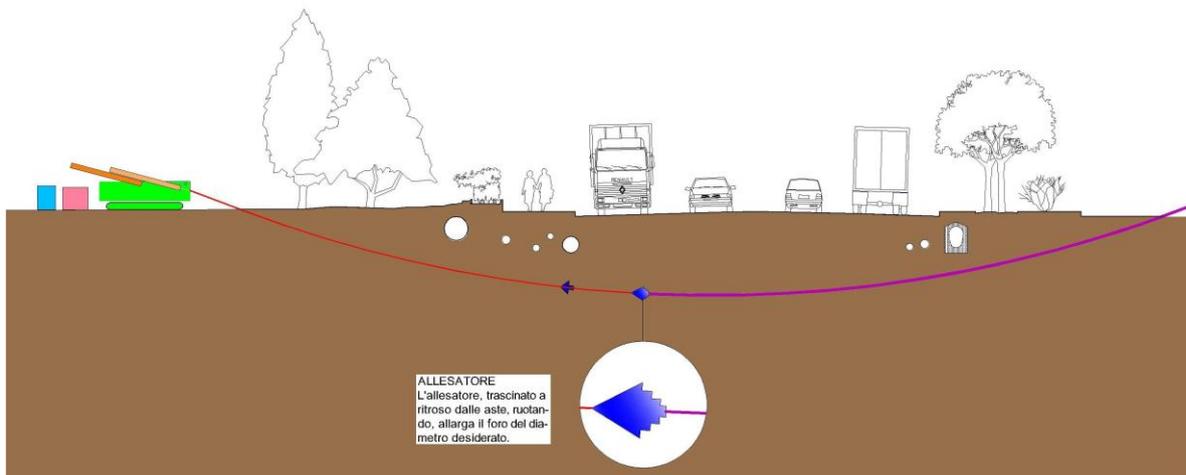


Fig. 8 – T.O.C. Alesaggio del foro pilota e tiro tubo camicia – Esempio

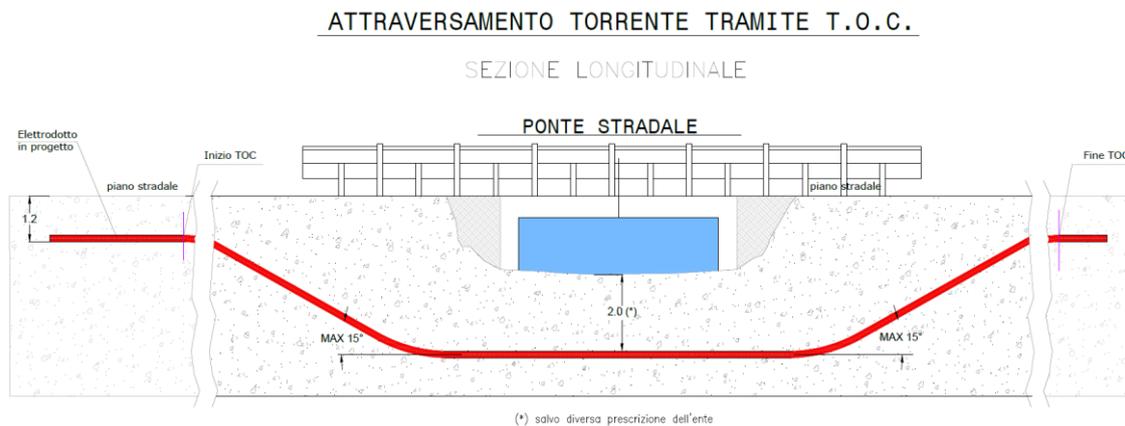


Fig. 9: Sezione intervento microtunneling – Esempio

4.12. OPERE ACCESSORIE

4.12.1. Strutture di sostegno dei moduli ad inseguimento solare

Sono state previste strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici di tipo fisso, modello “Skyline” della Archtech caratterizzate da un’ottima resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute agli agenti atmosferici.

Le strutture di sostegno ad inseguimento solare permettono l’orientamento del pannello fotovoltaico con un angolo di tilt di $-60^\circ / +60^\circ$ e saranno fissate al terreno con pali infissi.

La configurazione della struttura di sostegno progettata è costituita dalla stringa di 15 o 30 pannelli montati con una disposizione di 2 file di pannelli in posizione verticale.

Le strutture avranno le seguenti dimensioni indicative: 39,87 m (lunghezza) x 2,38 m (larghezza) x 4,18 m (altezza max - 4,98 m), altezza minima da terra del pannello fotovoltaico 2,1 m.

I calcoli strutturali sono definiti e riportati nella Relazione “REL24 Calcolo preliminare strutture”

I pali che compongono le strutture sono sottoposti a un trattamento protettivo tramite immersione galvanica in bagno caldo di zinco (UNI EN ISO 1461), volto ad aumentare ulteriormente la qualità del materiale, a garantire un’elevata protezione alla corrosione aumentandone la durata nel tempo e diminuendo notevolmente la manutenzione necessaria nel corso della vita dell’impianto.

Le strutture metalliche di supporto saranno composte da elementi in acciaio o alluminio imbullonati a formare delle mensole sulle quali verranno imbullonati o rivettati saldamente i moduli fotovoltaici.

Le sovrastrutture così formate saranno collegate vincolate ad una sottostruttura che permetterà loro la rotazione lungo l’asse nord-sud. La rotazione avverrà grazie ad attuatori elettrici o idraulici che consentiranno la movimentazione delle sovrastrutture verso est ed ovest con angolature variabili tipicamente tra $\pm 45^\circ$ e $\pm 55^\circ$ rispetto all’orizzontale permettendo la massima captazione dell’irraggiamento.

I tracker che verranno installati saranno dotati della funzionalità “backtracking”, ossia un apposito sistema di controllo che gestisce la rotazione affinché, quando il sole è particolarmente basso, si eviti l’ombreggiamento reciproco tra le varie file vicine. Questo comporta un aumento di energia prodotta di circa 5%.

L’asse dei tracker è posizionata a circa 3,27m di altezza, cosicché, nel momento di massima inclinazione, il punto più basso del pannello sia ad una quota $\geq 2,10\text{m}$, in ottemperanza con le “Linee Guida in materia di impianti Agrivoltaici”.

Le strutture così costituite saranno ancorate a mezzo di profilati metallici opportunamente dimensionati e ancorati al terreno per infissione, avvitamento o tramite pali trivellati in calcestruzzo a seconda della portanza del terreno e se necessario a valle delle prove a strappo da condursi post autorizzazione alla costruzione delle opere. Dalla progettazione definitiva e dalle analisi geotecniche in campo tale necessità non appare, stante anche l’uniformità e l’omogeneità delle caratteristiche dei terreni oggetto di installazione dell’impianto agrovoltaico

Per un tipico di struttura si rimanda all’elaborato grafico “ELB.PC.02 Particolari strutture”.

Si riportano in Fig. 10 e Fig. 11 degli esempi di macchina battipalo e il palo di fondazione.

Per approfondimenti si rimanda alla relazione “REL22 Gestione terre e rocce da scavo”.

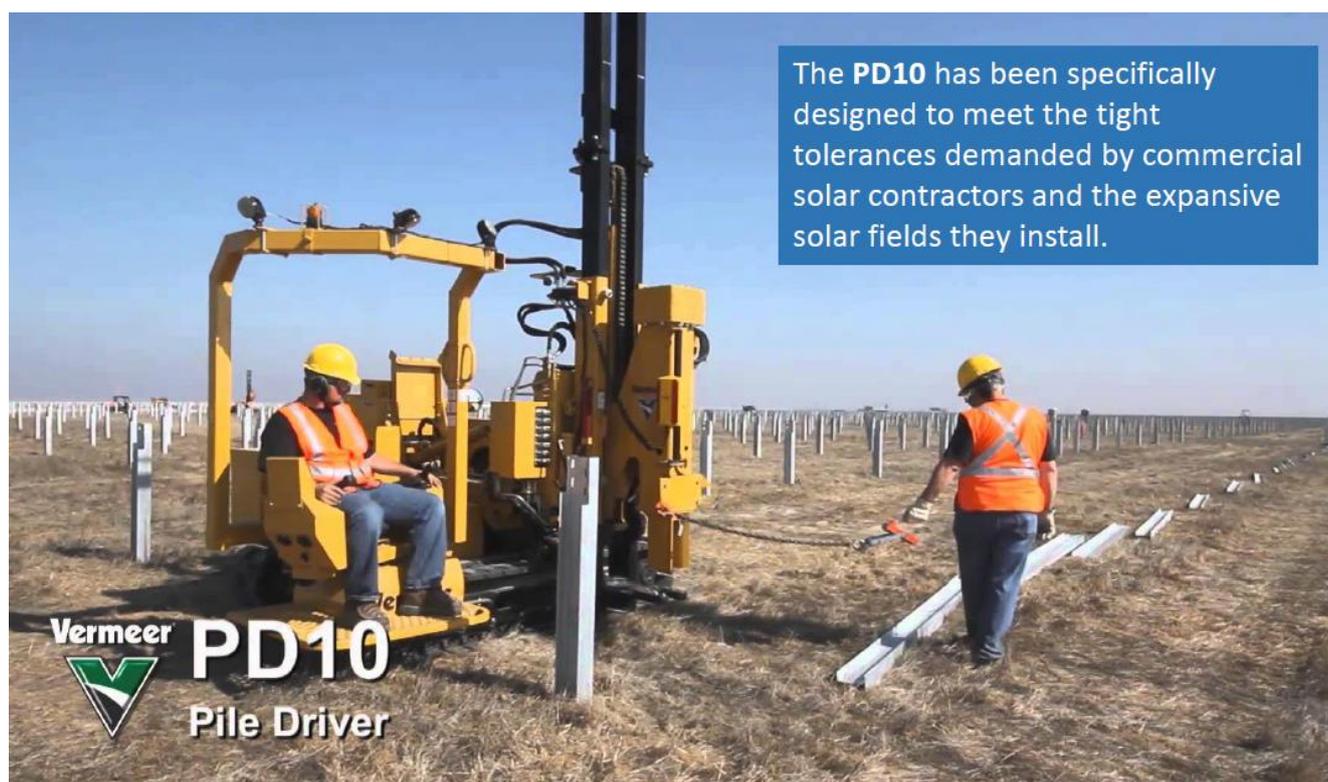


Fig. 10: Macchina battipalo (esempio)

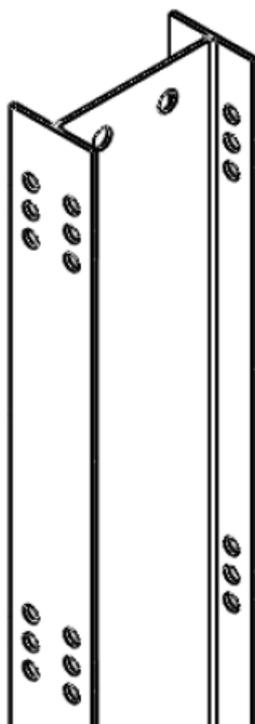


Fig. 11: Palo di fondazione – sezione ad “I”

4.12.2. SISTEMA DI MONITORAGGIO

Al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto Agrovoltaiico San Vero Milis mantenendone il controllo h24 si prevede di installare un sistema di misura, monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU, in grado di fornire in tempo reale, e mantenere in memoria per un tempo prestabilito, tutti i parametri di funzionamento dell'impianto solare fotovoltaico.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni, tra le altre:

- di produzione dal campo solare
 - o Potenza prodotta e consumata (kW)
 - o Energia prodotta (kWh) per fascia oraria
 - o Energia acquistata (kWh) per fascia oraria
 - o Energia venduta (kWh) per fascia oraria
 - o Energia consumata (kWh) per fascia oraria
 - o Energia autoconsumata (kWh) per fascia oraria
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.
- Datalog illimitato delle misure
- Analisi delle misure storiche

Nello specifico, partendo dal livello hardware, saranno previste schede elettroniche di acquisizione (ingressi) installate nelle string box, negli inverter, nei quadri di comando e nelle centraline di rilevamento dati ambientali. I dati rilevati saranno inviati ai singoli RTU e quindi convogliati allo SCADA. A questo livello, le interfacce di comunicazione per i “bus di campo”, saranno seriali.

In ogni singola unità RTU sarà implementata la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori, mentre nello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come ad esempio valutazione delle performance, produzioni in diversi intervalli temporali, etc.

Per raggiungere questo obiettivo le interfacce dello SCADA saranno di tipo sinottico a multilivello.

Oltre a queste funzioni base, lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta

funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e producibilità effettiva.

I dati rilevati verranno salvati in appositi data base e sarà possibile la visualizzazione da remoto mediante interfaccia web.

Il sistema sarà dotato degli apparati periferici di monitoraggio che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza e tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari.

Inoltre, dovrà essere predisposto un apparato di telecontrollo specifico per il controllo al sistema RIU a fine della regolazione di esercizio anche questo dovrà essere dotato di link di connessione primaria e secondaria.

Dovrà essere assicurata la fornitura dei segnali necessari alla regolazione automatica della tensione nelle reti MT mediante il variatore sotto carico (VSC) posto sul primario dei trasformatori AT/MT delle cabine primarie di distribuzione.

4.13. Sistema di monitoraggio ambientale

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare di dati climatici e i dati di irraggiamento sul campo fotovoltaico.

I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA di cui al paragrafo precedente, abbinati alle specifiche tecniche dell'impianto Agrovoltaiico, contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto Agrovoltaiico.

Il sistema nel suo complesso avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e *auto tuning*.

I dati ambientali monitorati saranno:

- dati di irraggiamento;
- dati ambientali;
- temperature moduli.

I dati di irraggiamento saranno rilevati mediante l'utilizzo di piranometri installati in modo solidale alle strutture di sostegno dei moduli. I dati ambientali saranno rilevati mediante strumenti di rilevamento installati su apposito palo di supporto.

4.13.1. Sistema di monitoraggio e informazione

Al fine di mantenere sotto controllo l'impianto di produzione si prevede di installare un sistema di misura e controllo in grado di fornire in tempo reale, e mantenere in memoria per un tempo prestabilito, tutti i parametri di funzionamento dell'impianto solare fotovoltaico.

A tal fine, tutti gli inverter saranno collegati con una linea dati (tipo RS485 o Ethernet), con le rispettive cabine di trasformazione.

Le cabine di trasformazione saranno collegate tra loro con un cavo in fibra ottica, fino alla cabina di consegna.

I parametri principali controllati sono:

- Potenza prodotta e consumata (kW)
- Energia prodotta (kWh) per fascia oraria
- Energia acquistata (kWh) per fascia oraria
- Energia venduta (kWh) per fascia oraria
- Energia consumata (kWh) per fascia oraria
- Energia autoconsumata (kWh) per fascia oraria
- Indicatore di ottimizzazione dei consumi (indica quando l'utente è in autoconsumo o in scambio)
- Incentivo (Euro), se richiesto e ottenuto e/o prezzo di vendita dell'energia elettrica
- Datalog illimitato delle misure
- Analisi delle misure storiche

Si prevede di rendere disponibile mediante rete internet i parametri di funzionamento dell'impianto.

Gli impianti saranno accessibili da remoto.

4.14. Recinzione ed accessi

L'area di impianto sarà delimitata da una recinzione perimetrale, costituita da rete metallica a pali infissi

direttamente nel terreno. La recinzione sarà costituita da pannelli rigidi in rete elettrosaldata costituita da tondini in acciaio zincato e nervature orizzontali di supporto con altezza complessiva di 2,0 m. In sommità è prevista l'installazione di concertina. La struttura di sostegno sarà realizzata con montanti infissi nel terreno in lamiera di acciaio zincato con idonei attacchi a collare per l'ancoraggio dei pannelli a mezzo di bulloni antifurto. Gli elementi della recinzione avranno verniciatura con resine poliestere di colore verde muschio.

La recinzione sarà di altezza pari a 2m, rialzata da terra di circa 10cm per lasciare il passaggio della piccola fauna locale.

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista l'installazione di un cancello ad accesso carraio e pedonale a Nord dell'impianto Agrovoltaiico.

Per un tipico di struttura si rimanda all'elaborato grafico "ELB.PC.01 Particolari recinzioni".

4.15. Videosorveglianza, sicurezza e antintrusione

Il sistema di sicurezza e anti-intrusione da installare presso l'impianto prevede l'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

Il sistema includerà le seguenti modalità di protezione:

1. Sistema antintrusione: finalizzato a rilevare eventuali intrusioni e generare allarmi. Sarà opportunamente suddiviso in zone lungo il perimetro dell'impianto. Saranno installate barriere a microonde con strutture di supporto poste tra la recinzione e i moduli;
2. Sistema TVCC: le telecamere di videosorveglianza a circuito chiuso saranno disposte lungo il perimetro e avranno tecnologia PTZ (Pan-Tilt-Zoom) per garantire un idoneo sistema di visione panoramica in rotazione ed inclinazione. Esse permetteranno la modalità di visualizzazione sia ottica che termica per la visione notturna e saranno collegate ad un sistema di controllo da remoto. In caso di allarme generato dal sistema antintrusione in una determinata zona di impianto, la telecamera relativa a quell'area permetterà di visualizzare in dettaglio la zona allarmata. Telecamere Dome saranno disposte su alcune cabine di campo. L'intero sistema di sicurezza (antintrusione e videosorveglianza) sarà collegato ad una società di vigilanza.
3. Sistema di controllo degli accessi: il cancello di accesso e le porte delle cabine saranno equipaggiati con contatti collegati al sistema di antintrusione. In prossimità dell'accesso all'impianto sarà disposta una telecamera fissa, anch'essa collegata al sistema antintrusione.
4. Sistema meccanico di deterrenza: cancello e recinzione metallici. Il cancello sarà realizzato mediante serrature conformi alla normativa UNI EN 1303 (con chiave a duplicazione controllata).
5. Tutti i sistemi saranno conformi alle normative vigenti e in particolare alle normative relative alla garanzia della riservatezza della privacy.

4.16. Impianto di illuminazione esterna perimetrale

L'illuminazione è collegata all'impianto allarme per ridurre l'inquinamento luminoso. Infatti, l'impianto di illuminazione verrà attivato solamente quando l'impianto di allarme darà il segnale di allarme.

L'impianto di illuminazione esterno sarà realizzato con corpi illuminanti opportunamente distanziati dalle parti in tensione ed in posizione tale da non ostacolare la circolazione dei mezzi.

I proiettori saranno del tipo con corpo di alluminio, a tenuta stagna, grado di protezione IP65, con lampade al sodio alta pressione o altra tecnologia scelta in fase di progetto esecutivo e verranno montati su pali in vetroresina di altezza adeguata, aventi alla base una casetta di derivazione.

Il valore medio di illuminamento minimo in prossimità delle cabine elettriche sarà di 30 lux mentre all'interno dei locali del cliente dovrà essere garantito un valore medio di 100 lux con organi di comando indipendenti per singoli locali. Ogni locale sarà inoltre dotato di illuminazione di emergenza che garantisca l'evacuazione dei locali ai termini di legge. Tutti i locali utente dovranno essere dotati di impianto di distribuzione della FM.

In particolare, è stata prevista l'illuminazione in prossimità della cabina di raccolta, delle singole cabine di trasformazione e dei percorsi perimetrale e interni di accesso alle cabine di trasformazione. L'illuminazione sarà effettuata mediante l'impiego di corpi illuminanti a Led, e proiettori a led per illuminazione esterna, ubicati sulle pareti esterne delle cabine nonché su paline ancorate al terreno mediante piccolo plinto di fondazione, per i percorsi perimetrali e quelli interni di accesso alle cabine di trasformazione.

Tali corpi illuminanti saranno alimentati da specifica linea elettrica prevista come carico ausiliario di cabina. L'illuminazione di emergenza sarà realizzata mediante kit inverter più batterie localizzati nei corpi illuminanti già previsti all'interno delle cabine elettriche

4.17. Impianto di terra

L'impianto di terra dell'impianto Agrovoltaiico, conformemente alle prescrizioni del Cap. 9 della Norma CEI 11-1 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, sarà costituito da una treccia di rame nudo interrata lungo il percorso della dorsale del cavidotto del campo fotovoltaico (conduttore di rame nudo 50 mm²) e dal dispersore delle cabine in campo (cabine di trasformazione, di raccolta e di Consegna);

Sarà poi realizzato un impianto di messa a terra sotto ciascuna cabina di trasformazione tramite dispersore orizzontale ad anello in corda di rame nuda sez. 70 mm² e n° 6 dispersori verticali in acciaio zincato con profilo a croce 50x50x5 mm di lunghezza 2,5 m a cui saranno collegate le masse di ogni sottocampo. Le cabine saranno poi collegate fra loro in modo da equi-potenzializzare tutta la centrale tramite corda di rame nuda sez. 95 mm².

Sia il sistema di distribuzione della sezione in corrente continua che quello lato BT della sezione in alternata sarà del tipo IT (flottante senza punti a terra) con protezione da primo guasto con relè di isolamento elettrico. Solo le masse metalliche saranno collegate all'impianto di terra di protezione realizzando una protezione dai contatti indiretti.

La protezione contro i contatti diretti è assicurata dalla scelta di moduli fotovoltaici in classe II certificata (senza messa a terra della cornice), dai cablaggi con cavi in doppio isolamento (isolamento delle parti attive) e dall'utilizzo di involucri e barriere secondo la normativa vigente.

4.18. Comando di sgancio emergenza VVFF

Al fine di adempiere alle prescrizioni di cui al D.P.R. 1° agosto 2011 n. 151, recepiti dalla Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici edizione 7 febbraio 2012, si prevederà all'installazione di un comando di sgancio di emergenza. Tale dispositivo di comando, ubicato in posizione segnalata ed accessibile, deve consentire il sezionamento dell'impianto elettrico.

Nelle tavole esecutive verrà indicata la posizione del pulsante di sgancio; in corrispondenza del pulsante dovrà essere installata idonea cartellonistica recante le scritte, come per esempio "DISPOSITIVO DI EMERGENZA" e delle scritte recanti la simbologia di pericolo di natura elettrica.

5. CALCOLI PROGETTUALI

5.1. Calcolo di dimensionamento preliminare elettrico

L'impianto di bassa tensione sarà realizzato in corrente alternata e continua, suddiviso in tre campi FV che fanno capo a n° 12 Cabine di sottocampo - ognuna delle quali collega un gruppo di inverter distribuiti e contiene un trasformatore BT/AT, i quadri elettrici BT ed AT e i servizi ausiliari.

L'uscita in Alta Tensione da ciascun Cabina di sottocampo sarà collegata, mediante una linea AT indipendente, ad una partenza nel quadro AT installato nella Cabina di Campo di sua pertinenza, posizionate come descritto in precedenza. Da qui la linea in AT da ciascuna Cabina di Campo porta alla Cabina di Raccolta di sua pertinenza.

I calcoli elettrici di progetto sono stati effettuati in considerazione dalla soluzione impiantistica identificata e delle specificità del sito in questione: in particolare, sono stati ipotizzati dei valori plausibili di corrente di guasto e corrente di corto circuito sul punto di connessione dell'Impianto.

I cavi in media tensione sono previsti:

- per il collegamento dell'impianto alla nuova SE Terna di cui al preventivo di connessione;
- da ciascuna cabina AT/BT di sottocampo alla relativa cabina di campo;
- da ciascuna cabina di campo fino alla cabina di raccolta.

I cavi di cui al punto a) saranno posati in cavidotto interrato, in accordo alle prescrizioni della CEI 11-17. I cavi impiegati saranno in alluminio con isolamento estruso in gomma etilpropilenica (HEPR) con tensione di isolamento 20,8/36kV (ad esempio tipo ARE4H5E).

Le sezioni e le tipologie di cavo previste in progetto sono indicate nelle tabelle seguenti:

Partenza linea	Arrivo Linea	Tipo di cavo	Formazione	Campo Fotovoltaico
----------------	--------------	--------------	------------	--------------------

STALLO 36 kV SE TERNA	CABINA DI RACCOLTA 36 kV	ARE4H5EX tripolare elicordato	3x(3x240) mmq	Linea di raccolta dei 3 campi
Partenza linea	Arrivo Linea	Tipo di cavo	Formazione	Campo Fotovoltaico
CABINA DI RACCOLTA 36 kV	CABINA DI CAMPO 1	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x240) mmq	Campo 1
CABINA DI CAMPO 1	CABINA DI SOTTOCAMPO 1-1	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 1
CABINA DI CAMPO 1	CABINA DI SOTTOCAMPO 1-2	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 1
CABINA DI CAMPO 1	CABINA DI SOTTOCAMPO 1-3	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 1
CABINA DI CAMPO 1	CABINA DI SOTTOCAMPO 1-4	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 1

Partenza linea	Arrivo Linea	Tipo di cavo	Formazione	Campo Fotovoltaico
CABINA DI RACCOLTA 36 kV	CABINA DI CAMPO 2	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x240) mmq	Campo 2
CABINA DI CAMPO 2	CABINA DI SOTTOCAMPO 2-1	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 2
CABINA DI CAMPO 2	CABINA DI SOTTOCAMPO 2-2	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 2
CABINA DI CAMPO 2	CABINA DI SOTTOCAMPO 2-3	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 2
CABINA DI CAMPO 2	CABINA DI SOTTOCAMPO 2-4	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 2

Partenza linea	Arrivo Linea	Tipo di cavo	Formazione	Campo Fotovoltaico
CABINA DI RACCOLTA 36 kV	CABINA DI CAMPO 3	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x240) mmq	Campo 3
CABINA DI CAMPO 3	CABINA DI SOTTOCAMPO 3-1	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 3
CABINA DI CAMPO 3	CABINA DI SOTTOCAMPO 3-2	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 3
CABINA DI CAMPO 3	CABINA DI SOTTOCAMPO 3-3	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 3
CABINA DI CAMPO 3	CABINA DI SOTTOCAMPO 3-4	ARE4H5EX tripolare elicordato	(3x50) mmq	Campo 3

Tab. 7: Linee elettriche interrato - caratteristiche

5.2. Campi elettromagnetici - Calcolo delle distanze di prima approssimazione (DPA)

Il DPCM dell'8 luglio 2003 stabilisce diversi criteri di valutazione dei campi elettromagnetici in prossimità di linee elettriche ad alta tensione e fissa i limiti di esposizione nei confronti dei campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti eserciti alla frequenza di 50 Hz.

In particolare, viene fissato il valore di attenzione di 10 μT (microtesla) ovvero il valore di induzione magnetica che non deve essere superato nei luoghi definiti “a permanenza prolungata di persone”. Questo valore è da intendersi con riferimento alla mediana nelle 24 ore.

I limiti di esposizione per i campi magnetici sono pari a 3 μT nelle aree con permanenze di persone di almeno 4 ore giornaliere (valore di attenzione) per i nuovi elettrodotti (obiettivo di qualità).

I limiti di esposizione pari a 100 μT per i campi magnetici non si devono superare mai in alcuna condizione di contiguità con la popolazione.

Ai fini della verifica per l'impianto in oggetto, trattandosi di una nuova realizzazione, il limite da considerare è costituito dall'obiettivo di qualità (**3 μT**).

Si rimanda alla relazione “REL.PE.01 - Relazione tecnica campi elettromagnetici” per il calcolo delle DPA per l'impianto Agrovoltaiico.

5.2.1. Impianto

Sulla base di quanto previsto dal DPCM 8/7/2003, le sorgenti del campo magnetico che sono oggetto di valutazione sono costituite dalle linee elettriche in corrente alternata e dalle cabine di campo; nello specifico, per l'impianto in oggetto le sorgenti individuate sono:

- 1) Linee elettriche a servizio del parco:
 - a) elettrodotto 36 kV di interconnessione fra le cabine di sottocampo e le cabine di campo;
 - b) elettrodotto 36 kV di interconnessione fra le cabine di campo e la cabina di raccolta;
 - c) elettrodotto 36 kV di interconnessione fra la cabina di raccolta e lo stallo a 36 kV della nuova SE Terna;
- 2) le cabine di campo contenenti trasformatori 36/0,4 kV, quadri a 36 kV, quadri BT 0,4 kV;
- 3) le cabine di sottocampo contenenti trasformatori 36/0,8 kV, quadri a 36 kV, quadri BT 0,8 kV;
- 4) la cabina di raccolta contenente quadri a 36 kV.

Pertanto, per tali sorgenti è stata effettuata la valutazione delle distanze di prima approssimazione (DPA). La determinazione delle fasce di rispetto è stata eseguita con riferimento all'obiettivo di qualità fissato in **3 μT** .

Dalle verifiche effettuate si riscontra che l'impianto non produce effetti negativi da campi elettrici e magnetici sulla popolazione esterna per quanto riguarda la frequenza di rete (50 Hz) in conformità alla normativa vigente.

Si rimanda alla relazione “REL.PE.01 - Relazione tecnica campi elettromagnetici” per il calcolo delle DPA per l'impianto Agrovoltaiico.

5.3. Calcoli di dimensionamento preliminare delle strutture

Le opere strutturali previste dal progetto sono relative alle:

1. Pali di fondazione e strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici (calcolo svolto dal produttore del sistema ad inseguimento che sarà oggetto di trattazione dettagliata in fase di progettazione esecutiva);
2. Fondazioni delle cabine di campo, delle cabine di raccolta e delle cabine di consegna (oggetto di dimensionamento in fase di progettazione esecutiva).

I calcoli sono stati eseguiti in conformità alle seguenti norme:

- «Norme tecniche per le costruzioni» (NTC 2018) di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 e ss.mm.ii.
- Nota n. 3187 del Consiglio superiore dei Lavori pubblici del 21 marzo 2018
- Circolare esplicativa delle NTC 2018 (quando disponibile).
- Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica).
- CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione).
- UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.
- UNI EN 1993 (serie) Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio.
- UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo
- UNI EN 1997 (serie) Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.

- UNI EN 1998 (serie) Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.

Più nel dettaglio, il dimensionamento preliminare del sistema di ancoraggio delle strutture di sostegno è stato svolto applicando le combinazioni allo SLU (statica e sismica), previste nel DM 17 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni” (NTC 2018), alle sollecitazioni presenti sulla struttura, in particolare dei carichi variabili dovuti al vento (azione di carico variabile principale) e alla neve (azione di carico variabile secondaria) e all’azione sismica definita mediante il metodo pseudostatico.

Si rimanda alla relazione “REL24 Calcolo preliminare strutture”.

I moduli fotovoltaici saranno installati in configurazione “portrait” (lungo il lato corto) su 1 fila ed un’inclinazione variabile con estremi variabili tra +/-60° sull’orizzontale (lungo la direzione est-ovest).

La struttura metallica di sostegno prevista si sviluppa in senso longitudinale (nord-sud) ed è composta dai seguenti elementi:

- N°4 montanti in profilato d’acciaio;
- sovrastruttura in travi in acciaio imbullonate;
- meccanismo di azionamento composto da un motore elettrico, un quadro di comando, sbarre e corde in acciaio per la movimentazione.

Il peso della sovrastruttura metallica (inclusiva di organi di movimentazione) sarà suddiviso equamente sui 4 montanti.

L’insieme dei pannelli e della struttura a sostegno, completamente in acciaio, prende il nome di “vela” e sarà vincolata alla struttura di fondazione mediante i montanti in profilato d’acciaio ad “I”, direttamente infissi nel terreno per una profondità minima di 1,5 m che sarà determinata in base alle caratteristiche del terreno.

Si è tenuto conto delle caratteristiche geomeccaniche del sito come da relazione geotecnica di cui al documento alla relazione “REL07 Relazione geologica e di modellazione geotecnica”.

La lunghezza minima di trivellazione dei pali è stata ad oggi considerata in funzione della tipologia di terreno di riferimento, risultata uniforme (Cfr. “REL07 Relazione geologica e di modellazione geotecnica”)

Ad ogni modo, il costruttivo della struttura di sostegno e del palo di fondazione sarà definito in fase esecutiva, una volta note le caratteristiche della tipologia della struttura di sostegno proposta dall’appaltatore del contratto di costruzione dell’impianto Agrovoltaiico, che potrebbe essere differente da quella indicata nella progettazione definitiva, anche a seguito di considerazioni tecnico economiche al momento dell’ordine dei componenti, post ottenimento delle autorizzazioni alla costruzione e connessione elettrica dell’impianto Agrovoltaiico.

Si ricorda che, generalmente, le strutture metalliche con inseguitore sono strutture pre-dimensionate dal fornitore sulla base delle caratteristiche dell’area di installazione e i dettagli di tale dimensionamento saranno resi disponibili solamente in fase di progettazione esecutiva dal fornitore stesso, considerate anche le eventuali prove a strappo da condurre in sito, successivamente al rilascio dell’Autorizzazione Unica.

In merito alle cabine elettriche, come già esplicitato, si prevede l’impiego di una struttura prefabbricata di cui si è definita la parte tecnica ed architettonico-funzionale in base alle condizioni ambientali e di impiego, rimandando i calcoli strutturali alla fase esecutiva di dettaglio.

Ai fini del dimensionamento preliminare delle platee delle cabine elettriche sono state effettuate le seguenti verifiche:

- Verifica a ribaltamento;
- Verifica a scorrimento sul piano di posa;
- Verifica della capacità portante.

Per i dettagli sui criteri di dimensionamento delle strutture si rimanda alla relazione “REL24 Calcolo preliminare strutture”.

6. FASE DI COSTRUZIONE DELL’IMPIANTO

La costruzione dell’intero impianto Agrovoltaiico sarà avviata a valle del rilascio dell’Autorizzazione Unica e una volta ultimata la progettazione esecutiva di dettaglio del progetto (che completerà i dimensionamenti in base alle scelte di dettaglio dei singoli componenti).

6.1. Cronoprogramma di costruzione

Per quanto riguarda le modalità operative di costruzione si farà riferimento alle scelte progettuali esecutive. Si stima un periodo di costruzione di 9/10 mesi come analiticamente riportato nell'elaborato "CR001 Cronoprogramma lavori di esecuzione" al quale si rimanda.

7. PRIME INDICAZIONI PER LA SICUREZZA

L'accesso all'area di cantiere per l'impianto Agrovoltaiico avverrà utilizzando la viabilità di penetrazione agraria esistente, a Nord-Ovest dell'area di installazione dell'impianto, in aperta campagna, con deviazione a destra dalla SP 13 in direzione San Vero Milis, dove è prevista l'area destinata al "campo base". Il posizionamento dell'area di deposito dei materiali e dei rifiuti temporanei, sarà stabilita in fase di progettazione esecutiva in base al cronoprogramma di approvvigionamento materiali (la logistica) stabilito dall'Appaltatore e in funzione delle lavorazioni previste.

Entrambe le sopracitate aree saranno opportunamente recintate. L'accesso al sito avverrà utilizzando la viabilità esistente: per il trasporto dei materiali e delle attrezzature si prevede l'utilizzo di mezzi tipo furgoni e cassonati, in modo da stoccare nelle aree di deposito la quantità di materiale strettamente necessaria alla lavorazione giornaliera.

Per approfondimenti rimanda all'elaborato "REL21 Prime indicazioni sulla sicurezza".

8. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

Le operazioni di manutenzione ordinaria programmata e straordinaria sono illustrate nell'elaborato "REL19 Piano di gestione e manutenzione" al quale si rimanda per approfondimenti. Di seguito si descrivono le principali operazioni

8.1. Moduli fotovoltaici e cassetta di terminazione

La manutenzione preventiva sui singoli moduli non richiede la messa fuori servizio di parte o di tutto l'impianto e consiste principalmente in:

- **ispezione visiva**, tesa all'identificazione dei danneggiamenti ai vetri (o supporti plastici) anteriori, deterioramento del materiale usato per l'isolamento interno dei moduli, microscariche per perdita di isolamento ed eccessiva sporcizia del vetro (o supporto plastico);
- **controllo cassetta di terminazione**, mirata ad identificare eventuali deformazioni della cassetta di terminazione, la formazione di umidità all'interno, lo stato dei contatti elettrici della polarità positive e negative, lo stato dei diodi di by-pass, il corretto serraggio dei morsetti di intestazione dei cavi di collegamento delle stringhe e l'integrità della siliconatura dei passacavi;
- per il mantenimento in efficienza dell'impianto, si prevede, inoltre, la **pulizia periodica dei moduli** fotovoltaici a mezzo di idonei macchinari con un consumo di acqua pari a circa 100 m³ all'anno (stimando tre pulizie annue).

8.2. Stringhe fotovoltaiche

La manutenzione preventiva delle stringhe non comporta la messa fuori servizio di parte o di tutto l'impianto Agrovoltaiico, né dei sottocampi, deve essere effettuata dal quadro elettrico in corrente continua e consiste principalmente nel

- **Controllo delle grandezze elettriche**: con l'utilizzo di uno strumento multimetro per il controllo dell'uniformità delle tensioni a vuoto e delle correnti di funzionamento per ciascuna delle stringhe che fanno parte dell'impianto Agrovoltaiico; se tutte le stringhe sono nelle stesse condizioni di esposizione, possono essere ritenuti accettabili scostamenti fino al 10%.

8.3. Quadri elettrici

La manutenzione preventiva sui quadri elettrici non comporta operazioni di fuori servizio di parte o di tutto l'impianto e consiste in:

- **ispezione visiva** tesa alla identificazione di danneggiamenti dell'armadio e dei componenti contenuti ed alla corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti sul fronte quadro;
- **controllo protezioni elettriche**: per verificare l'integrità dei diodi di blocco e l'efficienza degli scaricatori di sovratensione;
- **controllo organi di manovra**: per verificare l'efficienza degli organi di manovra;

- **controllo cablaggi elettrici:** per verificare, con prova di sfilamento, i cablaggi interni dell'armadio (solo in questa fase è opportuno il momentaneo fuori servizio) ed il serraggio dei morsetti;
- **controllo elettrico:** per controllare la funzionalità e l'alimentazione del relè di isolamento installato, se il generatore è flottante, e l'efficienza delle protezioni di interfaccia;
- **UPS:** le batterie dei sistemi di accumulo saranno oggetto di manutenzione in relazione alle specifiche indicazioni poste dai costruttori.

8.4. Cabine elettriche

Le operazioni di manutenzione preventiva nelle cabine elettriche saranno in genere eseguite con impianto fuori servizio e limitate ad una ispezione visiva mirata ad identificare danneggiamenti meccanici dell'armadio/cabina di contenimento, infiltrazione di acqua, formazione di condensa, eventuale deterioramento dei componenti contenuti e controllo della corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti.

Per le operazioni di manutenzione preventiva dei componenti delle cabine elettriche che non si limitino alla ispezione visiva è necessaria la messa fuori servizio di parte dell'impianto Agrovoltaiico, del sottocampo di pertinenza e deve essere svolta unicamente da personale formato, informato, esperto e certificato. In caso di verifiche e manutenzioni che comportano la messa in tensione delle apparecchiature le operazioni devono essere condotte nell'assoluto rispetto delle norme di sicurezza e in particolare in conformità alle indicazioni della norma CEI 11-27 e CEI EN 50110-1.

8.5. Collegamento elettrici

La manutenzione preventiva sui cavi elettrici di cablaggio consiste, per i soli cavi a vista, in un'ispezione visiva tesa all'identificazione di danneggiamenti, bruciature, abrasioni, deterioramento isolante, variazioni di colorazioni del materiale usato per l'isolamento e fissaggio saldo nei punti di ancoraggio (per esempio la struttura di sostegno dei moduli).

9. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto solare fotovoltaico, a fine vita produttiva, prevista a 30 anni dall'entrata in esercizio, sarà interamente smantellato e l'area restituita all'uso industriale attualmente previsto. Per approfondimenti rimanda all'elaborato "REL19 Piano di dismissione dell'impianto e ripristino dei luoghi".

9.1. Cronoprogramma lavori di dismissione

Per quanto riguarda le modalità operative di dismissione e smantellamento si farà riferimento alle scelte progettuali esecutive. Si stima un periodo di costruzione di 9/10 mesi come analiticamente riportato nell'elaborato "CR002 Cronoprogramma lavori dismissione" al quale si rimanda.

10.COSTI E COMPUTI METRICI

L'incidenza dei costi di costruzione, comprensivi degli oneri per la sicurezza, è di € 19.594.039,55, quindi pari a circa €/kWp 823,4. La stima è stata effettuata con un approccio teso a minimizzare i costi di fornitura e di realizzazione, in conformità con gli attuali standard di mercato del settore.

La valutazione previsionale dei costi di realizzazione dell'impianto è riportata in dettaglio nell'elaborato "COM01 Computo metrico impianto".

Gli oneri per la sicurezza sono stati stimati in € 608.896,63 come riportato nell'elaborato "COM02 Computo metrico sicurezza".

11.RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

I principali riferimenti normativi e legislativi nazionali sono di seguito riportati

11.1. Leggi e Decreti

- ❖ Direttiva Macchine 2006/42/CE
- ❖ "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018" indicate dal DM del 17 Gennaio 2018, pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale il 20 febbraio 2018, in vigore dal 22 marzo 2018, con nota n. 3187 del Consiglio superiore dei Lavori pubblici (Cslpp) del 21 marzo 2018 e relative circolari applicative della norma.

11.2. Normativa e legislazione in ambito strutturale e civile

- ❖ Decreto Ministeriale Infrastrutture 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018";

- ❖ Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);
- ❖ CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione);
- ❖ D.M. 15 Luglio 2014 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore ad 1 m³”.

11.3. Normativa e legislazione e norme CEI in ambito elettrico

- ❖ D. Lgs. 9 Aprile 2008 n. 81 e ss.mm.ii.;
- ❖ Legge N. 123 del 3 Agosto 2007, art. 1 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- ❖ CEI EN 50110-1 (Esercizio degli impianti elettrici);
- ❖ CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici);
- ❖ CEI 0-10 (Guida alla manutenzione degli impianti elettrici);
- ❖ CEI 82-25 (Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione);
- ❖ CEI 0-16 (Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica);
- ❖ CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- ❖ CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori.
- ❖ quantità superiore ad 1 m³”.

11.4. Normativa CEI per la sicurezza elettrica

- ❖ 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;
- ❖ CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- ❖ CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- ❖ CEI 64-8/7 (Sez.712) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari;
- ❖ CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- ❖ CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori
- ❖ IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects;
- ❖ IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems;
- ❖ CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- ❖ CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori ...;
- ❖ CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature.
- ❖ CEI EN 61936-1 (CEI 99-2): Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.

11.5. Normativa per impianti fotovoltaici

- ❖ ANSI/UL 1703:2002 Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels;
- ❖ IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols;
- ❖ CEI EN 50380 (CEI 82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- ❖ CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;
- ❖ CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino;
- ❖ CEI EN 50521(82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- ❖ CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento;
- ❖ CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione;

- ❖ CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento;
- ❖ CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- ❖ CEI EN 60904-4 (82-32) Dispositivi fotovoltaici - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento - Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura;
- ❖ CEI EN 60904-5 (82-10) Dispositivi fotovoltaici - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto;
- ❖ CEI EN 60904-7 (82-13) Dispositivi fotovoltaici - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici;
- ❖ CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaici - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico;
- ❖ CEI EN 60904-9 (82-29) Dispositivi fotovoltaici - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari;
- ❖ CEI EN 60068-2-21 (91-40) 2006 Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda;
- ❖ CEI EN 61173 (CEI 82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida;
- ❖ CEI EN 61215 (CEI 82-8) Moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- ❖ CEI EN 61646 (CEI 82-12) Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- ❖ CEI EN 61277 (CEI 82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida;
- ❖ CEI EN 61345 (CEI 82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV);
- ❖ CEI EN 61683 (CEI 82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza;
- ❖ CEI EN 61701 (CEI 82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV);
- ❖ CEI EN 61724 (CEI 82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- ❖ CEI EN 61727 (CEI 82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete;
- ❖ CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- ❖ CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- ❖ CEI EN 61829 (CEI 82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V;
- ❖ CEI EN 62093 (CEI 82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- ❖ CEI EN 62108 (82-30) Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) – Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

11.6. Normativa CEI per i quadri elettrici

- ❖ CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole Generali;
- ❖ CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2: Quadri di potenza;
- ❖ CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

11.7. Rete elettrica del Gestore di Rete e connessione impianti

- ❖ CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- ❖ CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- ❖ CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- ❖ CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante;

- ❖ CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori;
- ❖ CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio degli impianti elettrici;
- ❖ CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica.

11.8. Cavi, cavidotti e accessori

- ❖ CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- ❖ CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV;
- ❖ CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- ❖ CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata;
- ❖ CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- ❖ CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
- ❖ CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;
- ❖ CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici;
- ❖ CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali;
- ❖ CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi; Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;
- ❖ CEI EN 50262 (CEI 20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche;
- ❖ CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori;
- ❖ CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali;
- ❖ CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- ❖ CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche; Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori e Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori.

11.9. Norme CEI per la conversione di potenza

- ❖ CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione;
- ❖ CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali;
- ❖ CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori;
- ❖ CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4;
- ❖ Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza.

11.10. Dispositivi di potenza

- ❖ CEI EN 50123 (serie) (CEI 9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua;
- ❖ CEI EN 50178 (CEI 22-15) Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza;
- ❖ CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata;
- ❖ CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua;
- ❖ CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali;

- ❖ CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici;
- ❖ CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori– Contattori e avviatori elettromeccanici.

11.11. Scariche atmosferiche – fulminazione

- ❖ CEI EN 50123 (serie) (CEI 9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua;
- ❖ CEI EN 50178 (CEI 22-15) Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza;
- ❖ CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione;
- ❖ CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove;
- ❖ CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali;
- ❖ CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio;
- ❖ CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- ❖ CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

11.12. Compatibilità elettromagnetica

- ❖ CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC;
- ❖ CEI EN 50263 (CEI 95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i rele di misura e i dispositivi di protezione;
- ❖ CEI EN 60555-1 (CEI 77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni;
- ❖ CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione;
- ❖ CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali;
- ❖ CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase);
- ❖ CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione;
- ❖ CEI EN 61000-3-12 (CEI 210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 A e <= 75 A per fase;
- ❖ CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera;
- ❖ CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali;
- ❖ CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera;
- ❖ CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali.

11.13. Sistema di misura dell'energia elettrica

- ❖ CEI EN 50123 (serie) (CEI 9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua;
- ❖ CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- ❖ CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparat di misura;
- ❖ CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2);
- ❖ CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);

- ❖ CEI EN 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S);
- ❖ CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C);
- ❖ CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B);
- ❖ CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- ❖ CEI EN 62059-31-1 (13-56) Apparat per la misura dell'energia elettrica – Fidatezza Parte 31-1: Prove accelerate di affidabilità - Temperatura ed umidità elevate.

Indice delle Figure

Fig. 1: Inquadramento Cartografico su tavola IGM 1:25.000

Fig. 2: Corografia generale dell'area di Impianto Agrovoltaiico e connessione elettrica (fonte Google Earth)

Fig. 3: Inquadramento Cartografico su C.T.R. 1:10.000

Fig. 4: Layout d'impianto Agrovoltaiico - Inquadramento Cartografico su C.T.R. 1:2.000

Fig. 5: Layout d'impianto Agrovoltaiico visione di Google Earth

Fig. 6: Cabina di Raccolta

Fig. 7 – T.O.C. Realizzazione del foro pilota con controllo altimetrico – Esempio

Fig. 8 – T.O.C. Alesaggio del foro pilota e tiro tubo camicia – Esempio

Fig. 9: Sezione intervento microtunneling – Esempio

Fig. 10: Macchina battipalo (esempio)

Fig. 11: Palo di fondazione – sezione ad "I"

Indice delle Tabelle

Tab. 1: Distribuzione delle strutture di sostegno nei Campi fotovoltaici

Tab. 2: Caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico

Tab. 3: Caratteristiche tecniche dell'inverter

Tab. 4: Parametri di ingresso lato DC

Tab. 5: Parametri di ingresso lato AC

Tab. 6: Caratteristiche cavi "solari" FG21M21PV3 (1500 Vcc)

Tab. 7: Linee elettriche interrate - caratteristiche