

REGIONE SARDEGNA

COMUNE DI MORES (SS)

Riqualificazione di un'area agricola consistente nella coltivazione con tecnologie tipiche della cosiddetta **agricoltura di precisione** e nella installazione di un nuovo impianto fotovoltaico della potenza complessiva di **14.602,00 kWp** (lato DC) con struttura ad inseguimento monoassiale e **sistema di accumulo da 5MW/20MWh** denominato **AGRIVOLTAICO MORES** da realizzare nel comune di Mores (SS) da connettere in alta tensione (AT) secondo la soluzione di connessione (STMG) alla RTN da Terna S.p.A. avente Codice Pratica **202202090**.

Nome Documento:

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

Proponente:

PACIFICO

PACIFICO ZAFFIRO S.R.L.

piazza Walther von der Vogelweide, 8 - 39100 - Bolzano (BZ)

Progettista:



Dott. Ing. Pietro ZARBO
Ordine degli Ingegneri Agg. n. 1341

Nome Elettronico Documento (file): Relazione Tecnica Descrittiva

00	01/09/2023	1 Emissione	Ing. P. Zarbo	Ing. P. Zarbo	Pacifico Zaffiro s.r.l.
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	AUTORIZZATO

SOMMARIO

1	PREMESSE	4
2.	IL PROPONENTE.....	5
3.	IL PROGETTO.....	6
3.1.	Generalità	6
3.2.	Produzione attesa.....	7
3.3.	Obiettivi.....	8
3.4.	Cronoprogramma attività.....	9
3.5.	Risorse finanziarie	9
4.	LOCALIZZAZIONE	12
4.1.	Area impianto.....	12
4.2.	Contesto vincolistico e territorio	15
4.3.	Superficie occupata	15
5.	PREPARAZIONE DELL'AREA	18
5.1.	Livellamento del terreno.....	18
5.2.	Recinzione	18
5.3.	Area SSE utente.....	19
6.	COMPONENTI DELL'IMPIANTO.....	21
6.1.	Struttura portamoduli.....	21
6.2.	Sistema di controllo tracker.....	25
6.3.	Ingranaggi ed attuatori	25
6.4.	Sistema di telecontrollo e supervisione	25
7.	CONFIGURAZIONE ELETTRICA.....	27
8.	SISTEMA DI TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA.....	28
8.1.	Trasporto Energia Dai Moduli Ai Quadri BT Parallelo Inverter	28
8.2.	Trasporto Energia Dal Quadro BT Parallelo Inverter Al Trasformatore MT/BT.....	30
8.3.	Trasporto Energia Dal Trasformatore MT Alla SSE Utente E Consegna	30
8.4.	Locali Tecnici.....	32
8.5.	Trasporto Energia Dalla Cabina Di Consegna Alla Rete Nazionale.....	32

9.	IMPIANTI AUSILIARI.....	34
9.1.	<i>Impianto di messa a terra</i>	<i>34</i>
10.	ESERCIZIO.....	35
10.1.	<i>Manutenzione impianto elettrico.....</i>	<i>35</i>
10.2.	<i>Manutenzione struttura.....</i>	<i>36</i>
10.3.	<i>Pulizia dei moduli.....</i>	<i>36</i>
11.	DISMISSIONE	37
11.1.	<i>Struttura.....</i>	<i>37</i>
11.2.	<i>Moduli fotovoltaici.....</i>	<i>37</i>
11.3.	<i>Componenti elettrici.....</i>	<i>38</i>
11.4.	<i>Altro materiale.....</i>	<i>38</i>

1 PREMESSE

La presente relazione si prefigge lo scopo di descrivere il progetto per la realizzazione di un nuovo *impianto agrivoltaico* denominato **AGRIVOLTAICO MORES** con tecnologia ad *inseguimento monoassiale* della potenza totale di **14.602 kWp** co annessa attività agricola e sistema di accumulo e relative opere di connessione che la società **Pacifico Zaffiro s.r.l.** intende realizzare nel Comune di Mores (SS), in un'area catastalmente identificata al NCT Foglio 16 particelle 139, 158, 159, 172, 217, 230 e Foglio 17 particelle del catasto 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 148, 150, 151, 157, 158, 166, 168, 169, 246 e 247 Terreni del comune di Mores.

La denominazione *Agro-fotovoltaico* (vedi relazione agronomica per le specifiche) è giustificata dal fatto che all'interno dell'area di realizzazione del campo fotovoltaico tra le file dei moduli fotovoltaici è prevista un'attività agricola e che rispetta i requisiti previsti nelle linee guida 2022. *La presente relazione sarà focalizzata alla descrizione tecnica dell'impianto fotovoltaico e le opere connesse, maggiori dettagli sulla parte agricola possono ritrovarsi nella "Relazione Agronomica" e nella "Relazione Preliminare".*

La presente relazione generale fa parte della documentazione del progetto definitivo che include le relazioni specialistiche e gli elaborati progettuali con i dettagli ove si invita la lettura per i dettagli tecnici e metodologie di progettazione.

2. IL PROPONENTE

La Società **Pacifico Zaffiro Srl**, che propone il presente progetto, è una società veicolo (SPV) a responsabilità limitata con socio unico, appositamente costituita nel 2023 per lo sviluppo, costruzione, e operazione di questo progetto. La Società ha lo scopo di contribuire allo sviluppo sostenibile nel paese, inteso come lo sviluppo che soddisfa i bisogni dell'attuale generazione senza compromettere la capacità di quelle future di soddisfare i loro.

La Società, ad oggi, ha sede legale ed ufficio amministrativo in Italia a Bolzano nella piazza Walther von der Vogelweide n.ro 8 con iscrizione presso la Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Bolzano.

Pacifico Zaffiro Srl fa parte del gruppo Pacifico Energy Partners GmbH, con sede legale a Monaco di Baviera è un gestore di fondi infrastrutturali con un importante track-record di investimento in impianti di produzione di energia rinnovabile in Europa, con un portafoglio attualmente in gestione pari a circa 1,900 MW. Pacifico Green Development GmbH intrattiene strette relazioni con banche finanziatrici di progetti italiani ed europei di impianti a fonte rinnovabile, avendo originato e strutturato più di 200 milioni di euro di finanziamenti a lungo termine non-recourse in vari mercati.

Pacifico Green Development GmbH ha acquisito in Polonia grandi progetti fotovoltaici in diverse fasi di sviluppo che dovrebbero raggiungere una capacità fino a 900 MW e ha compiuto ulteriori passi per espandere la propria posizione nel mercato fotovoltaico italiano con nuovi progetti per un totale di oltre 850 MW nelle regioni Lazio, Puglia, Sicilia, e Sardegna. La mission di Pacifico si focalizza sulla sostenibilità, sulle collaborazioni a lungo termine con sviluppatori locali, sulla trasparenza, sull'approccio imprenditoriale, e su solide partnership. L'approccio allo sviluppo dei progetti della società combina le eccellenti competenze interne con fidate partnerships con esperti locali. Nell'ambito dello sviluppo di progetti greenfield Pacifico utilizza anche società veicolo di progetto (SPV), interamente controllate dal gruppo Pacifico come nel caso di Pacifico Zaffiro S.r.l. appartenente a Pacifico Green Development GmbH. Ulteriori informazioni sono disponibili al sito <https://www.pacificoenergy.com/>

3. IL PROGETTO

3.1. Generalità

Le attività necessarie per realizzare un progetto fotovoltaico sono classificate in:

Attività propedeutiche:

- ☐ Individualizzazione dell'area ove realizzare il progetto (localizzazione);
- ☐ Progettazione ed obiettivi;
- ☐ Pianificazione dei lavori (Cronoprogramma attività);
- ☐ Reperimento Risorse finanziarie;
- ☐ Preparazione dell'area;
- ☐ Individuazione dei componenti strutturali (struttura porta moduli) ed elettrici (moduli, inverter, quadri elettrici, etc);
- ☐ Individuazione della soluzione di connessione.

Installazione:

- ☐ Pianificazione delle risorse per eseguire o lavori (mezzi, attrezzature e competenze);
- ☐ Installazione fondazione struttura porta moduli;
- ☐ Posa locali tecnici;
- ☐ Realizzazione cavidotti;
- ☐ Preparazione del terreno per la parte agricola;
- ☐ Cablaggio dei componenti elettrici.

3.2. *Produzione attesa*

Per il sito sede dell'intervento, cioè il comune di **MORES**, avente coordinate geografiche Lat. 40° 32' 11.00" N; Long. 8° 51' 01.00" ed una quota altimetrica media di 264 m s.l.m., i valori medi mensili della irradiazione solare sul piano di inseguimento, considerando che la struttura prevista è ad inseguimento monoassiale con asse di rotazione nord-sud, sono rappresentati nella seguente tabella. Quindi in base ai dati di irraggiamento di ingresso, al tipo di struttura ed alle perdite tipiche di un impianto fotovoltaico la produzione di energia media prevista è circa **1805 kWh/kWp** e quindi, considerando la potenza di 14.602, kWp pari a **26.356 MWh/anno** (si veda "Relazione Producibilità").

3.3. Obiettivi

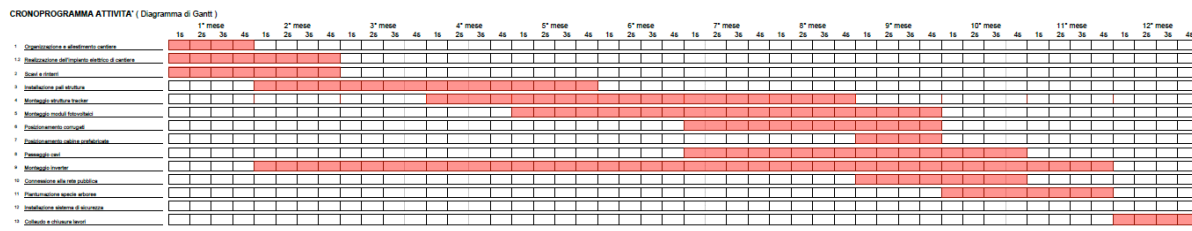
Con tale intervento, il proponente, oltre a remunerare il capitale investito, apportare benessere economico, contribuire ad aumentare il livello occupazionale nell'area oggetto dell'intervento, mira alla produzione di energia da fonti rinnovabili a basso impatto ambientale e quindi a contribuire il raggiungimento dei seguenti obiettivi comunitari, nazionali e regionali:

- ☐ contribuire a coprire la crescente domanda di energia elettrica senza emissione di gas ad effetto serra;
- ☐ partecipare alla Strategia Energetica Regionale, Nazionale e Comunitaria promuovendo le fonti energetiche rinnovabili;

Infatti, il presente progetto, nella sua vita utile stimata in 30 anni, produrrà energia elettrica da fonti rinnovabili per circa **688.850 MWh**.

A	Potenza Impianto	14.602 kWp
B	Produzione attesa kWh/kWp*anno	1.850
C	Produzione attesa kWh/anno	A*B = 27.013.700
D	Durata Impianto in anni	30
E	Produzione totale attesa tot.	C*D = 810.411 MWh
F	Produzione totale al netto della perdita di performance (-15%) MWh	E*0,85 = 688.850 MWh
G	RISPARMIO CO2	F*0,531 = 365.779.004 kg
H	RISPARMIO TEP	F/11.630 = 147.861

3.4. Cronoprogramma attività



Per una più comoda lettura si aggiunge ingrandimento delle principali attività (vedi anche Tavola "Particolare Planimetria di cantiere").

- 1 Organizzazione e allestimento cantiere
- 1.2 Realizzazione dell'impianto elettrico di cantiere
- 2 Scavi e rinterri
- 3 Installazione pali struttura
- 4 Montaggio struttura tracker
- 5 Montaggio moduli fotovoltaici
- 6 Posizionamento corrugati
- 7 Posizionamento cabine prefabbricate
- 8 Passaggio cavi
- 9 Montaggio inverter
- 10 Connessione alla rete pubblica
- 11 Piantumazione specie arboree
- 12 Installazione sistema di sicurezza
- 13 Collaudo e chiusura lavori

3.5. Risorse finanziarie

Il progetto sarà interamente finanziato dal proponente senza ricorso a capitale pubblico.

L'investimento necessario per la realizzazione del progetto è stimato in euro 17 milioni circa al netto delle imposte sul valore aggiunto.

QUADRO ECONOMICO GENERALE Valore complessivo dell'opera privata			
DESCRIZIONE	IMPORTI IN €	IVA %	TOTALE € (IVA compresa)
A) COSTO DEI LAVORI			
A.1) Interventi previsti	11.324.564	1.132.456	12.457.021

QUADRO ECONOMICO GENERALE Valore complessivo dell'opera privata			
DESCRIZIONE	IMPORTI IN €	IVA %	TOTALE € (IVA compresa)
A.2) Oneri di sicurezza	391.100	86.042	477.142
A.3) Opere di mitigazione	133.354	29.338	162.691
A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	450.000	99.000	549.000
A.5) Opere connesse	8.050.000	1.771.000	9.821.000
TOTALE A	20.349.018	3.117.836	23.466.854
B) SPESE GENERALI			
B.1 Spese tecniche relative alla progettazione, ivi inclusa la redazione dello studio di impatto ambientale o dello studio preliminare ambientale e del progetto di monitoraggio ambientale, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità,	801.776	176.391	978.166
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	200.000	44.000	244.000
B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	75.000	16.500	91.500
B.4) Spese per Rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini (includere le spese per le attività di monitoraggio ambientale)	210.000	46.200	256.200
B.5) Oneri di legge su spese tecniche B.1), B.2), B.4) e collaudi B.3)			
B.6) Imprevisti	51.471	11.324	62.795
B.7) Spese varie	267.259	58.797	326.055
TOTALE B	200.444	44.098	244.542
C) eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge (...specificare) oppure indicazione della disposizione relativa l'eventuale esonero.			
"Valore complessivo dell'opera" TOTALE (A + B + C)	22.154.967	3.515.145	25.670.111,81

La stima è basata su costi di mercato delle forniture e dei servizi necessari da acquistare per impianti di queste dimensioni.

4. LOCALIZZAZIONE

4.1. Area impianto

L'area di riferimento amministrativo è quella del territorio del **Comune di Mores** in provincia di **Sassari**, in area prevalentemente pianeggiante con quota media 265 s.l.m. la superficie complessiva a disposizione del proponente è di circa 33 ettari.

Il sito che ci interessa si trova a circa 1,7 km dal centro abitato di Mores, in Sardegna. Per raggiungerlo dal centro abitato, bisogna percorrere la Strada Statale SS 128 bis in direzione est per circa 1 km, quindi prendere la S.P. 47 sempre in direzione Sud est e proseguire per circa 1,5 km fino ad arrivare al luogo di intervento (per ulteriori dettagli si vedano anche relazione paesaggistica ed elaborati tecnici allegati alla presente).

Geograficamente l'area è individuata Lat. 40° 32' 11.00" N; Long. 8° 51' 01.00" E ed una quota altimetrica media di circa 264 m s.l.m.

Dal punto di vista cartografico, l'intervento in progetto ricade all'interno delle seguenti cartografie:

- ☐ Foglio I.G.M. N. 480 – sez. I quadrante denominato “MORES” alla scala 1:25.000;
- ☐ Foglio C.T.R. 1:10000 - foglio 480070 sezione 074 denominato “TITIREDDU”.
- ☐ Foglio 16 particelle 139, 158, 159, 172, 217, 230 e Foglio 17 particelle del catasto 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 148, 150, 151, 157, 158, 166, 168, 169, 246 e 247 Terreni del comune di Mores.





4.2. Contesto vincolistico e territorio

L'area ove verrà installato l'impianto fotovoltaico e le relative opere di connessioni è libera da vincoli di natura ambientale (vedi anche Studio di impatto ambientale), infatti:

- ✓ zone umide: l'area di intervento **NON** è una zona umida;
- ✓ zone costiere: l'area di intervento **NON** è una zona costiera;
- ✓ zone montuose o forestali: l'area di intervento **NON** ricade in zone montuose o forestali;
- ✓ riserve e parchi naturali: l'area di intervento **NON** ricade all'interno di riserve o parchi naturali;
- ✓ zone classificate o protette dalla legislazione degli Stati membri o zone protette speciali designate dagli Stati membri in base alle Direttive 79/409/CEE e 92/43/CEE: l'area di intervento **NON** è classificata né protetta in base alle direttive degli Stati membri;
- ✓ zone nelle quali gli standard di qualità ambientale fissati dalla legislazione comunitaria sono già stati superati: l'area ove è previsto l'intervento **NON** appartiene alla zona interessata;
- ✓ zone a forte densità demografica: la zona **NON** risulta essere a forte densità demografica;
- ✓ zone di importanza storica, culturale o archeologica: la zona su cui si inserisce il progetto **NON** risulta essere di particolare importanza storica, culturale o archeologica;
- ✓ territori con produzioni agricole di particolare qualità e tipicità di cui all'art.21 del D.Lgs. 18 Maggio 2001 n. 228: la zona su cui si inserisce il progetto **NON** presenta produzioni agricole di particolare qualità e tipicità;
- ✓ **NON** è ricompresa nel **perimetro dei beni sottoposti** a tutela ai sensi del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (incluse le zone gravate da usi civici di cui all'articolo 142, comma 1, lettera h), del medesimo decreto) **ne' ricade nella fascia di 500 mt di rispetto dei beni sottoposti** a tutela ai sensi della **parte seconda** oppure **dell'articolo 136** del medesimo decreto legislativo;

Secondo quanto sopra esposto, l'area interessata dall'installazione degli interventi sembra rientrare tra le aree idonee di cui **all'art. 20 comma 8 lett. c) quater del D.L. 199/2021 e ss.mm.ii.**

4.3. Superficie occupata

I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dell'impianto sono in silicio cristallino con cornice della Trina Solar, modello Vertex TSM-DE20, ed ha una potenza di picco da 700 Wp.

L'architettura elettrica del sistema prevede la conversione su più inverter di stringa da 175 kW, che dividono funzionalmente il generatore in diversi sottocampi. Il sistema in corrente continua è flottante ed è assimilabile ad un sistema IT.

L'impianto è elettricamente sintetizzabile come segue:

- ✓ Potenza Totale Impianto: 14.602 kWp;
- ✓ Numero Moduli Fotovoltaici: n. 20.860 pannelli marca Trina Solar, modello Vertex 700 Wp a 144 celle se Half Cut;
- ✓ Inverter: n. 80 inverter da stringa modello PVS 175 con potenza nominale 175 kW e potenza massima in uscita a 185 kW;
- ✓ Collegamento serie moduli: n. 30 moduli collegati in serie in modo da formare una stringa con parametri idonei per l'equilibrio di tutto il sistema trasporto energia in DC – arrivano agli inverter;
- ✓ Collegamento parallelo stringhe: n. 9 stringhe saranno collegate in parallelo direttamente negli inverter che fungono anche da quadri di parallelo stringhe;
- ✓ Collegamento parallelo inverter: i cavi di idonea sezione uscenti dagli inverter trasportano la corrente in alternata (AC) fino al quadro parallelo inverter nella cabina di campo CCx della relativa sezione per poi confluire tutta l'energia nel relativo sottocampo;
- ✓ Trafo MT/BT: n. 4 trasformatori MT/BT (30/0,8 kV) della potenza idonea a 3.700 kVA e 50 Hz (vedi schema unifilare) saranno collegati in parallelo ai quadri MT;
- ✓ Dai quadri MT i cavi collegheranno i sottocampi alla stazione utente e consegna di MT/AT a 36 kV localizzata all'interno del campo FTV;
- ✓ Tutti i quadri avranno gli opportuni dispositivi di controllo, misuratori di produzione e sicurezza previsti dalla normativa di riferimento.

L'impianto fotovoltaico quindi, a livello elettrico, in progetto ha una potenza di 14.602 kWp, è costituito da 4 sezioni da circa 3,7MWp ciascuno che confluiscono in due sottocampi; ciascun sottocampo è costituita da 1 quadro parallelo BT contenete un trasformatore BT/MT da 3,7 MVA 0,8/36 KV per poi confluire in una cabina di parallelo MT di campo.

La distanza necessaria tra i moduli viene calcolata in base alla posizione dell'impianto (inclinazione del terreno, posizione geografica dell'impianto), il tipo di struttura (impianto fisso o ad inseguimento) e l'altezza dei moduli.

5. PREPARAZIONE DELL'AREA

5.1. *Livellamento del terreno*

Per migliorare le condizioni del terreno che ospiterà l'impianto fotovoltaico, si dovranno eseguire delle opere di sistemazione del terreno per ottenere dei piani regolari con adeguati livelli.

Dato che nel terreno ***non vi è presenza di piante particolari da proteggere*** essendo prettamente utilizzato per scopi agricoli, è necessario solo il livellamento del piano di posa delle strutture.

Le depressioni dell'area saranno colmate con il materiale proveniente dagli scavi e dal livellamento del terreno eseguiti nell'ambito del cantiere senza comunque cambiare la morfologia del terreno e/o le pendenze naturali.

Allo stato attuale il terreno non presenta una viabilità interna e sarà necessaria prevedere area di percorribilità (piste di servizio dell'impianto, parcheggi per gli autoveicoli e area di sedime) e per eseguirla sarà utilizzato materiale arido proveniente da cava (tout venant e misto stabilizzato), e non saranno utilizzati materiali quali bitume e cls in modo da non modificare le caratteristiche del terreno e inaridire la superficie del terreno. Tale viabilità comunque sarà posta lungo le aree di confine con il fine di non sacrificare aree che saranno destinate a coltivazione.

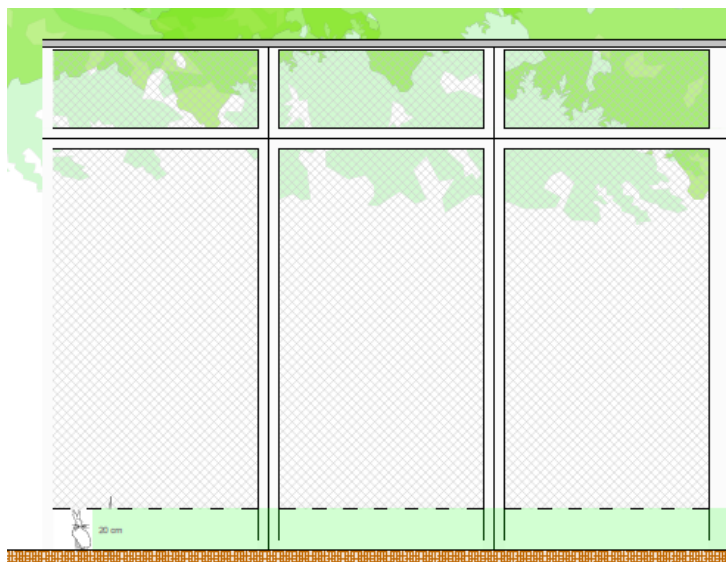
5.2. *Recinzione*

Per garantire la sicurezza dell'impianto, l'area di pertinenza sarà delimitata da una recinzione metallica integrata da un impianto di allarme antintrusione e di videosorveglianza.

La recinzione continua lungo il perimetro dell'area d'impianto sarà costituita da elementi modulari rigidi in tondini di acciaio elettrosaldati di diverso diametro che le conferiranno una particolare resistenza e solidità. Essa offre una notevole protezione da eventuali atti vandalici.

La recinzione avrà altezza complessiva di circa 2,00 mt, supportata da pali di sezione 60x60 mm disposti ad interassi regolari di circa 3,00 mt con 4 fissaggi su ogni pannello ed incastrati nel terreno,

tramite macchina battipalo senza utilizzo di calcestruzzo fino alla profondità massima di 1,00 m dal piano campagna.



La parte bassa della recinzione avrà uno spazio con il terreno di circa 20 cm per non ostacolare il passaggio naturale di animali selvatici di piccola taglia.

5.3. Area SSE utente

Per stazione di utenza si intende la stazione elettrica ove confluiranno tutte le linee elettriche a 36 kV che arrivano dalle cabine di campo CCx e da dove partirà il cavo di connessione a 36 kV (vedi anche Relazione Tecnica Opere di Connessione) che arriverà allo stallo a 36 kV della SSE elettrica Terna S.p.A.

La Soluzione Tecnica Minima Generale elaborata dal gestore di rete Terna SpA prevede che la centrale fotovoltaica venga collegata in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV di una nuova Stazione Elettrica della RTN a 220/36 kV da inserire in entra – esce alla linea 220 kV “Codrongianos – Ottana”.

L'impianto sarà connesso alla RTN alla tensione di 36 kV, i locali di trasformazione sono localizzati internamente all'area dell'impianto e, quindi, non sarà necessaria area esterna all'impianto per elevare la tensione al livello richiesto dalla tensione di connessione.

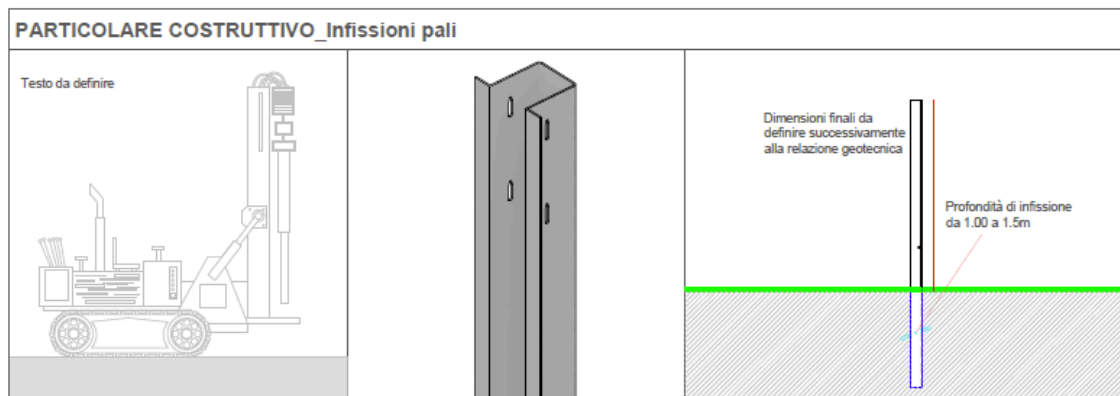
L'elettrodotto, interrato, sarà posato lungo le pertinenze delle strade vicine strade provinciale/comunali per essere poi collegato direttamente allo stallo dedicato della futura SSE Terna (vedi elaborato "Particolari sottostazione").

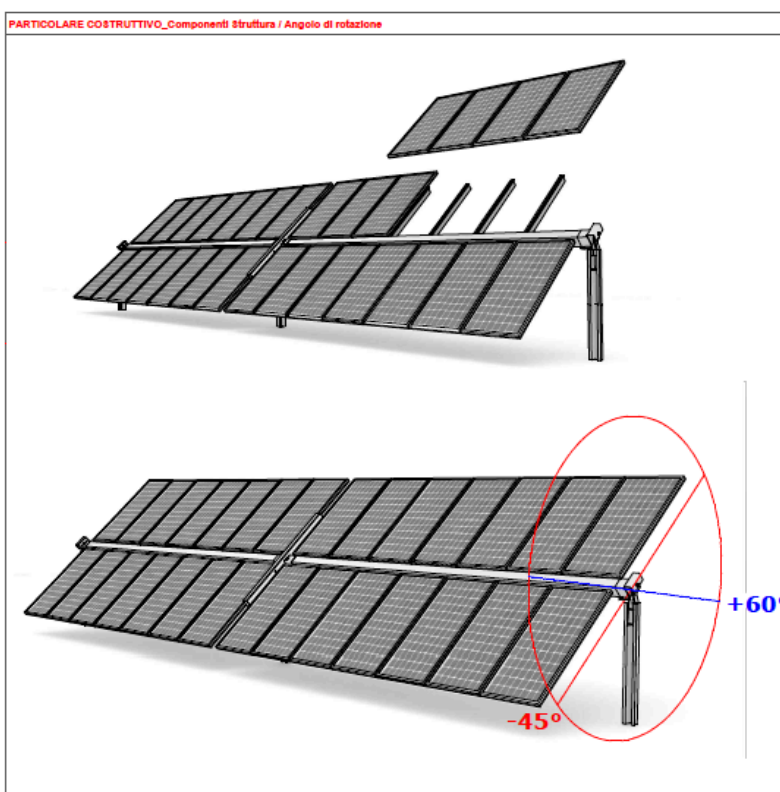
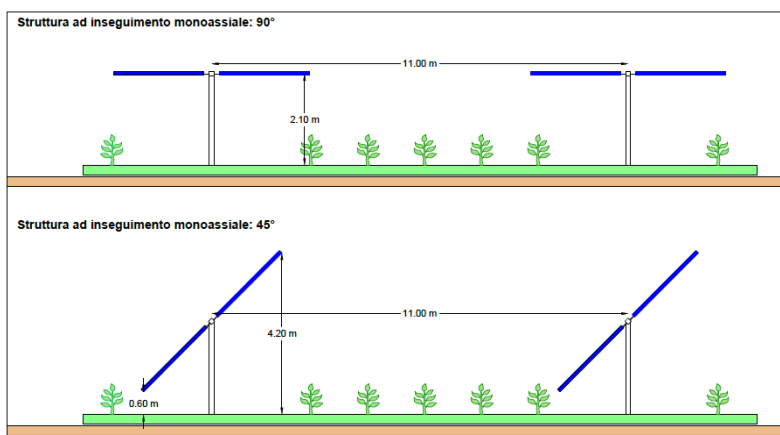
6. COMPONENTI DELL'IMPIANTO

In questa sezione verranno descritti le componenti principali dell'impianto scelti in fase di progettazione. In fase esecutiva per motivi di mercato alcuni componenti potrebbero non coincidere con quelli scelti in fase progettuali in riferimento al produttore ed al modello ma rimarranno le stesse caratteristiche funzionali, tecniche e dimensionali in modo da non apportare modifiche sostanziali dell'intervento previsto.

6.1. *Struttura portamoduli*

L'impianto sarà fissato sul terreno tramite struttura porta moduli facilmente rimovibile con pali di sostegno direttamente conficcati nel terreno, senza fondazioni, con apposita macchina battipalo, disposti su file parallele che tengono conto di una distanza sufficientemente grande tra una fila di moduli e l'altra, per ridurre al minimo il cono d'ombra che si proietta sui moduli dalla fila adiacente. La distanza tra una fila ed un'altra è 11 mt (interasse o pitch).





I pali saranno direttamente battuti nel terreno ad una profondità media di 1,30 mt con apposita macchina battipalo senza uso di materiale di ancoraggio, mentre l'altezza del palo fuori terra è di 2,1 mt (altezza asse di rotazione) quindi lunghezza totale del palo mt 3,40 per un peso di circa 35 kg/cad.

Sono previsti **n. 7 pali per ogni stringa da 30** e quindi **un totale di 4867 pali**.

Le modalità operative sono molto semplici e consistono:

- ☐ picchettamento dei punti ove andranno i pali con idonei strumenti topografici;
- ☐ distribuzione dei pali in prossimità dei punti tramite carrello elevatore (distanza media orizzontale -stessa fila - tra un palo ed un altro pari a circa 5 mt e distanza tra fila anteriore e posteriore min di 10 mt);
- ☐ posizionamento della macchina battipalo e conficcamento palo alla profondità prevista.

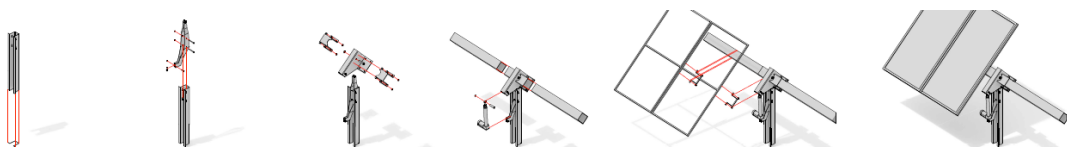
La scelta progettuale dei pali infissi tramite macchina battipalo permette:

- ✓ il non utilizzo di calcestruzzo per le fondazioni in modo da non compromettere l'assetto geomorfologico del terreno;
- ✓ infissione senza asportazione di materiale;
- ✓ facilità e rapidità di montaggio;
- ✓ minore impatto ambientale;
- ✓ possibilità di coltivazione delle aree adiacenti ai moduli.

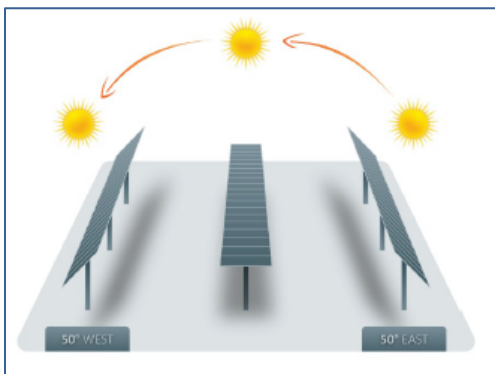
I pali infissi consentono, inoltre, il notevole vantaggio di rendere la struttura facilmente rimovibile, in fase di dismissione dell'impianto, infatti, si potranno facilmente estrarre dal terreno ed il materiale potrà essere interamente riciclato senza preventiva separazione come nel caso delle fondazioni in c.a.

Con opportune staffe ai pali di sostegno è ancorata la struttura di sostegno dei moduli; ogni 5 pali è fissato un attuatore che permette all'asse di rotazione di ruotare.

I moduli fotovoltaici sono configurati in due file con il fine di limitare l'area di installazione e permettere la coltivazione delle aree sottostanti grazie all'altezza idonea.



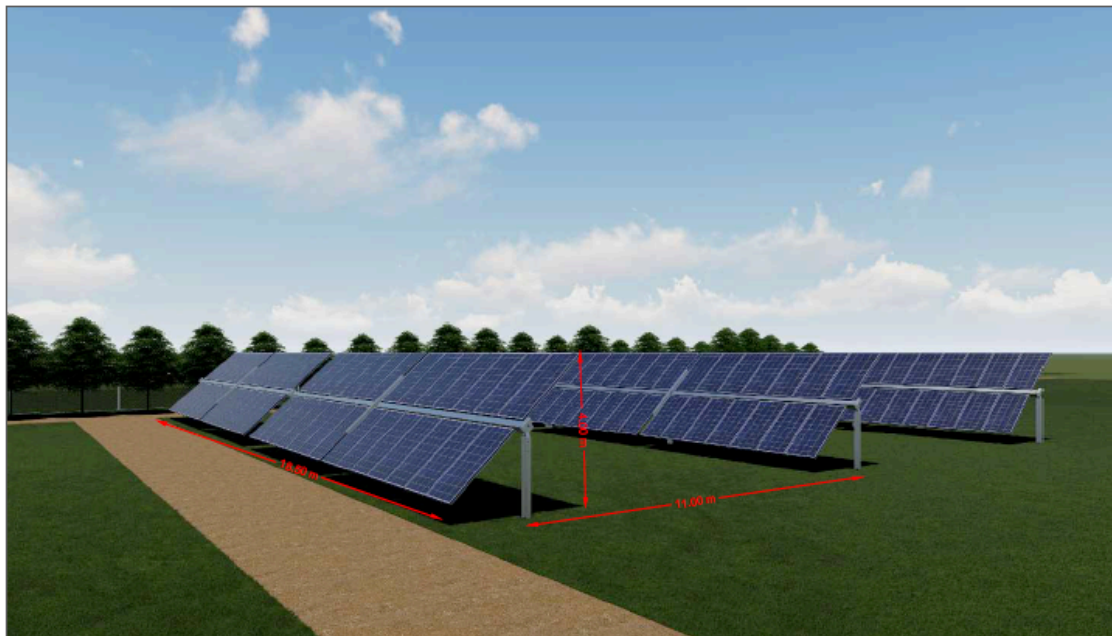
L'utilizzo di questo tipo di sostegni consente un'esposizione ottimale dei pannelli fotovoltaici all'irraggiamento solare grazie alla scelta della struttura che sarà ad inseguimento monoassiale e quindi una maggiore produzione per superficie captante ed occupata in quanto il software ottimizza l'angolo.



La variazione dell'inclinazione dei moduli è possibile grazie ai cuscinetti sferici opportunamente assemblati nella struttura che permettono la rotazione dell'asse ove sono ancorati i moduli fotovoltaici; sono costituiti da materiale autolubrificante che evitando l'uso di olii lubrificanti;

Le traverse reggi modulo sono dimensionate per essere in grado di reggere i carichi permanenti, costituiti dal proprio peso, dal peso dei moduli e dagli elementi di connessione (es. bulloni, connessioni elettriche, etc.), e deve essere inoltre in grado di resistere ad eventuali carichi aggiuntivi dovuti a condizioni climatiche particolari quali principalmente neve e vento.

L'inseguitore monoassiale utilizza una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest, tramite apposito software, su un asse di rotazione orizzontale Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione.



Per il funzionamento del sistema ad inseguimento solare (tracker), la struttura è equipaggiata con un sistema di controllo autoconfigurante, con attuatori per la variazione dell'inclinazione dei moduli ed il sistema di supervisione da remoto.

6.2. *Sistema di controllo tracker*

Il software che controlla il sistema che regola l'inclinazione dei moduli è basato su un orologio astronomico ed usa algoritmi con tecnologia backtracking (per evitare le ombre tra le file dei moduli) che insegue il sole orientandosi su un unico asse durante tutta la giornata in modo da aumentare il periodo di esposizione e da incrementare sensibilmente la produzione della centrale fotovoltaica. Secondo la latitudine, la tipologia di terreno e della vegetazione, il sistema è in grado di fornire il 25% di resa superiore rispetto a un tradizionale sistema fisso esposto a sud; considerando che una scheda di controllo gestisce dieci tracker (una struttura di rotazione indipendente dalle altre che **accoglie 30** moduli fotovoltaici) vi sono **695** scatole di controllo indipendenti montati sui pali di ancoraggio;

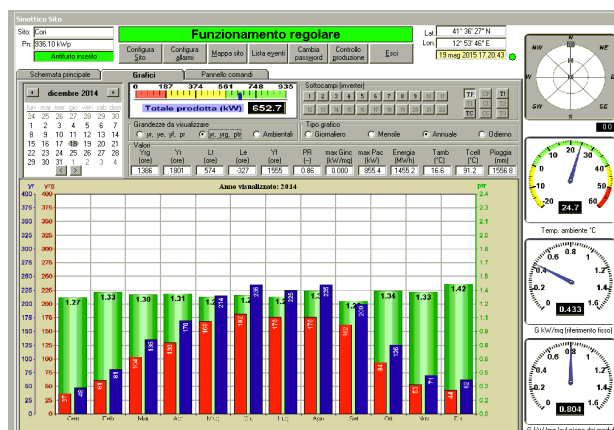
6.3. *Ingranaggi ed attuatori*

Un attuatore lineare guidato da motori alimentati da corrente alternata dai sistemi ausiliari per ogni tracker gestito dal software del sistema di controllo permette la rotazione dell'asse e quindi la variazione dell'inclinazione dei moduli ad essa collegati; tutto il sistema ingranaggio non ha bisogno di manutenzione e/o di olii lubrificanti perché ha una adeguata protezione contro le polveri ed è costituito da materiale autolubrificante.

Attuatore lineare

6.4. *Sistema di telecontrollo e supervisione*

Il sistema di monitoraggio in remoto permette di conoscere in tempo reale la performance dell'impianto, eventuali problemi di funzionamento del sistema di controllo e quindi ottimizzare la manutenzione grazie all'elaborazione dei dati significativi.



Esempio di output dei dati di raccolta

7. CONFIGURAZIONE ELETTRICA

Per motivi tecnici un impianto di grandi dimensioni viene suddiviso, a livello di architettura elettrica, in più parti per formare delle sezioni di campi indipendenti a livello elettrico, ma la cui energia prodotta confluisce tutta verso il punto di connessione, detti sottocampi.

L'impianto in progetto, avendo una potenza totale di **14.602 kW_p**, elettricamente è suddiviso in 4 sezioni (la cui energia prodotta per ogni sezione confluisce nelle cabine di campo denominate CCx) da 3.700 kW_p/cad raccolte in 2 sottocampi (si veda schema unifilare).

L'impianto è elettricamente sintetizzabile come segue:

- ✓ Potenza Totale Impianto: 14.602 kW_p;
- ✓ Numero Moduli Fotovoltaici: n. 20.860 pannelli marca Trina Solar, modello Vertex 700 Wp a 144 celle se Half Cut;
- ✓ Inverter: n. 80 inverter da stringa modello PVS 175 con potenza nominale 175 kW e potenza massima in uscita a 185 kW;
- ✓ Collegamento serie moduli: n. 30 moduli collegati in serie in modo da formare una stringa con parametri idonei per l'equilibrio di tutto il sistema trasporto energia in DC – arrivano agli inverter;
- ✓ Collegamento parallelo stringhe: n. 9 stringhe saranno collegate in parallelo direttamente negli inverter che fungono anche da quadri di parallelo stringhe;
- ✓ Collegamento parallelo inverter: i cavi di idonea sezione uscenti dagli inverter trasportano la corrente in alternata (AC) fino al quadro parallelo inverter nella cabina di campo CCx della relativa sezione per poi confluire tutta l'energia nel relativo sottocampo;
- ✓ Trafo MT/BT: n. 4 trasformatori MT/BT (30/0,8 kV) della potenza idonea a 3.700 kVA e 50 Hz (vedi schema unifilare) saranno collegati in parallelo ai quadri MT;
- ✓ Dai quadri MT i cavi collegheranno i sottocampi alla stazione utente e consegna di MT/AT a 36 kV localizzata all'interno del campo FTV;
- ✓ Tutti i quadri avranno gli opportuni dispositivi di controllo, misuratori di produzione e sicurezza previsti dalla normativa di riferimento.

8. SISTEMA DI TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

Nel seguito per media tensione (MT) e alta tensione (AT) si intende il livello di tensione a 36 kV e per stazione utente e consegna si intende il locale tecnico parallelo della tensione a 36 kV dal quale si dirama il cavo che trasporta l'energia fino allo stallo consegna dell GdR (Gestore di Rete) Terna SpA.

I cavi di collegamento del campo fotovoltaico sono importanti nell'economia del campo fotovoltaico in quanto da essi dipende il sistema di distribuzione dell'energia prodotta.

Tale sistema è interamente composto da tutti i cavi di collegamento che trasportano l'energia prodotta da ciascun modulo fotovoltaico fino alla centrale elettrica del campo fotovoltaico.

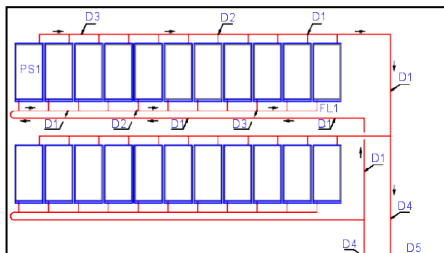
I cavi che formano tale sistema sono di diverso tipo, a seconda di quello che devono collegare (vedi anche Relazione elettrica).

L'impianto di trasporto dell'energia per chiarezza e semplicità di esposizione può essere schematizzata nelle seguenti parti:

- a) Trasporto energia dai moduli fotovoltaici agli inverter;
- b) Trasporto energia dagli inverter al trasformatore MT/BT;
- c) Trasporto di energia dal trasformatore MT/BT alla cabina di consegna ai quadri MT di parallelo;
- d) Trasporto di energia dalla SSE Utente e consegna interna all'area del proponente alla RTN (rete trasmissione nazionale) del gestore di rete.

8.1. *Trasporto energia dai moduli ai quadri BT parallelo inverter*

Il modulo fotovoltaico è l'elemento dell'impianto che ha il compito di convertire la radiazione solare in energia elettrica. I moduli sono raggruppati tra loro in stringhe (moduli in serie).



Successivamente le stringhe sono collegate in parallelo direttamente negli inverter

Il primo collegamento è dunque quello tra modulo e modulo, per effettuare la formazione della stringa. Questi cavi sono collocati solitamente nella struttura porta-moduli con i cavi liberi in modo da favorire il movimento della struttura essendo ad inseguimento monoassiale.

Tali cavi sono presenti nei moduli fotovoltaici in maniera tale da effettuare un cablaggio rapido e semplice.

I cavi che collegano le stringhe agli inverter sono di solito posti in cavidotto interrato. Anch'essi, visto che fanno parte integrante delle stringhe, saranno del tipo FG7(O)M2 di opportuna sezione 6 mmq.

I cavi che collegano gli inverter ai quadri parallelo BT (QPS) che si trovano all'interno delle cabine di campo denominate CCx (una cabina per ogni sezione) verranno posti in cavidotto interrato. Si adoperano cavi di tipo FG7(O)R di sezione fino a ai 50 mmq.

Nell'area dell'impianto, i cavi saranno alloggiati in appositi cavidotti all'interno di opportuni tubi corrugati e flessibili.



Il cavidotto avrà lo scopo di contenere i cavi che trasporteranno l'energia elettrica prodotta dalla centrale fotovoltaica al locale tecnico secondo il tracciato raffigurato in figura.

I cavi saranno posizionati all'interno di un tubo corrugato flessibile posizionato in uno scavo a sezione obbligatoria con una larghezza della trincea di 50 cm ed una profondità minima di 100 cm. Il riempimento dello scavo sarà realizzato con lo stesso materiale dello scavo opportunamente costipato.

I tubi sono in polietilene ed adatti alla protezione dei cavi nelle installazioni elettriche e di telecomunicazione interrate, a doppia parete e costituiti da due tubolari e sagomati in modo che la parete interna resti continua e liscia mentre quella esterna assuma la tipica corrugazione necessaria a conferire al manufatto una adeguata resistenza strutturale.

I pozzetti sono realizzati in materiale termoplastico ad elevata resistenza e costituiscono, con i cavidotti, il sistema per la distribuzione dell'energia in linee di cavo interrato, secondo le norme CEI 11-17 (norme per la distribuzione dell'energia elettrica).



Accertando la compatibilità con le relative norme di utilizzo o di installazione, i pozzetti possono essere impiegati come rompitratta, collocati in corrispondenza dei punti luminosi per l'alloggiamento di opportune morsettiere, come pozzetto di derivazione o cambiamento di direzione.

Tale sistema di distribuzione è caratterizzato da correnti e tensioni continue dai moduli fino agli inverter e da correnti e tensioni alternate dagli inverter ai quadri parallelo BT inverter.

8.2. *Trasporto energia dal quadro BT parallelo inverter al trasformatore MT/BT*

Le tensioni e le correnti in gioco dall'uscita dell'inverter all'ingresso del trasformatore BT/MT è di tipo AC in bassa tensione.

I collegamenti che riguardano il sistema dell'energia prodotta, lato BT, vanno dall'uscita degli inverter fino agli ingressi dei quadri BT e dalle uscite dei quadri BT fino agli ingressi dei trasformatori MT/BT all'interno delle cabine delle sezioni per poi confluire nella cabina di campo ove avverrà il parallelo dei due sottocampi per poi confluire nello stallo consegna della SSE Terna Spa. Per tali collegamenti verrà impiegato il cavo unipolare di tipo FG7(O)R.

Vi sono undici cabine denominate CCx (vedi anche elaborato di riferimento) una per ogni sottocampo: le cabine contengono i quadri parallelo BT ed il trasformatore di opportuna potenza.

8.3. *Trasporto energia dal trasformatore MT alla SSE utente e consegna*

Nella cabina MT localizzata nella SSE detta Cabina Impianto (vedi schema unifilare) l'energia confluirà nel locale tecnico parallelo AT/MT e quindi essere immessa in rete attraverso lo stallo consegna 36 kV del gestore della rete Terna.;

E' previsto, inoltre, un sistema di accumulo con potenza da 5 MW con la carica solo dalla parte impianto e quindi il sistema di accumulo sarà caricato solo dall'impianto fotovoltaico (e quindi energia da fonte rinnovabile) mentre l'energia immessa alla rete potrà essere contemporaneamente sia dal sistema di accumulo che dall'impianto fotovoltaico avendo una potenza di immissione a disposizione di circa 19 MW.

Il sistema di accumulo avrà le seguenti caratteristiche e componenti:

- | | |
|---|---------------------------|
| <input type="checkbox"/> Potenza/Capacità Energia Nominale | 5MW/20MWh |
| <input type="checkbox"/> Container (BESS 4789 FREQCON) | n. 6 da 3,33 MWh ciascuno |
| <input type="checkbox"/> Convertitori bidirezionali AC/DC (PCS) | n. 22 da 225 kW |
| <input type="checkbox"/> Panel DC (quadri parallelo) | integrati nel BESS |

8.4. Locali tecnici

I quadri elettrici saranno collocati all'interno di cabine prefabbricate (o locali tecnici).

La fase realizzativa del locale tecnico prevede lo scavo di 10 cm dal piano di campagna e nessuna realizzazione di opere in c.a., infatti il locale tecnico è costituito da più box prefabbricati comprensivo di vasca di fondazione preassemblato negli stabilimenti del fornitore e collocati direttamente nel terreno.



Le Cabine Elettriche prefabbricate di trasformazione omologate ENEL vengono realizzate rispettando fedelmente tutte le prescrizioni e conformità delle normative di settore (es. alla CEI 11-1 e alla CEI 0-16 e alla normativa vigente).

Tutte le cabine sono realizzate in conformità alla normativa vigente sui manufatti in calcestruzzo armato vibrato: Legge 1086/71 - D.M. 3/12/87 - circolare n. 31104 del 16/03/89. I progetti sono depositati al Min. LLPP. I manufatti sono inoltre conformi alle norme CEI 11-1 e CEI EN 61330.

8.5. Trasporto energia dalla cabina di consegna alla Rete nazionale

L'impianto sarà connesso (vedi anche "Schema Unifilare") alla rete di trasmissione nazionale (RTN) in Alta Tensione (AT) con tensione a 36.000 Volt (V) in una nuova sottostazione di trasformazione

220/36 kV da inserire con collegamento entra – esce nella esistente linea RTN linea 220 kV “Codrongianos – Ottana”.

La soluzione di connessione è stata proposta dal gestore di rete Terna ed accettata dal proponente.

La Soluzione Tecnica Minima Generale elaborata dal gestore di rete Terna SpA prevede che la centrale fotovoltaica venga collegata in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV di una nuova Stazione Elettrica della RTN a 220/36 kV da inserire in entra – esce alla linea 220 kV “Codrongianos – Ottana”.

9. IMPIANTI AUSILIARI

Gli impianti elettrici di supporto al funzionamento di tutti i dispositivi che fanno parte al campo fotovoltaico vengono convenzionalmente denominati impianti ausiliari e sono in corrente continua bassa tensione (in genere 220 V) ed alimentano:

- ✓ l'impianto elettrico che alimenta il sistema di videosorveglianza (telecamere e videoregistratori di memoria);
- ✓ l'impianto elettrico che alimenta il sistema di monitoraggio e telecontrollo (computer);
- ✓ l'impianto elettrico che alimenta il sistema di funzionamento dei tracker;
- ✓ l'impianto elettrico delle cabine (illuminazione interna e delle aree pertinenti, UPS, trasmissione dati, modem per la connessione alla rete internet, etc);

La fornitura per l'alimentazione dei suddetti impianti avviene tramite un'utenza di energia elettrica dedicata fornita dall'ente distributore.

9.1. *Impianto di messa a terra*

L'impianto di terra dell'impianto fotovoltaico ha lo scopo di assicurare la messa a terra delle carpenterie metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici, degli involucri dei quadri elettrici al fine di prevenire pericoli di elettrocuzione per tensioni di contatto e di passo secondo le Norme CEI 11-1 e CEI 0-16.

La rete di terra ha inoltre lo scopo di disperdere a terra le correnti che transitano attraverso i varistori di protezione previsti sia per i circuiti in c.c. che per quelli in c.a.

Il layout della rete di terra è stato progettato utilizzando picchetti di acciaio zincato e/o maglia di terra in rame nudo, di idonea sezione, in modo da dare le prestazioni attese secondo la normativa vigente.

10. ESERCIZIO

Le attività prevalenti che verranno svolte durante la vita e l'esercizio dell'impianto possono essere sintetizzate in attività di:

- ✓ manutenzione dell'impianto fotovoltaico relativamente alle componenti elettriche;
- ✓ manutenzione programmata della struttura;
- ✓ pulizia dei pannelli mediante idonea attrezzatura (spazzole manuali e/o montati su macchine) ed acqua (in genere demineralizzata);
- ✓ taglio dell'erba, nonché la potatura di siepi, arbusti, alberi e sterpaglie in genere, il tutto con attrezzature specifiche ed operatori altamente qualificati;
- ✓ attività di vigilanza e di monitoraggio di tutti i parametri elettrici.

10.1. *Manutenzione impianto elettrico*

Tale attività consiste nella verifica periodica dei cablaggi, dei componenti per assolvere la propria funzione: sono attività eseguiti da tecnici specializzati (elettricisti con dovuta formazione nel settore) e con attrezzature manuali di rito.

Non sono previsti produzione di rifiuti e consumo di materiali se non eventuali componenti elettrici da sostituire (che saranno smaltiti secondo la normativa di settore degli apparati elettrici ed elettronici).

Salvo casi di difetti di fabbrica non è prevista la sostituzione dei moduli per tutto il corso di vita (30 anni) dell'investimento.

10.2. *Manutenzione struttura*

Grazie alla tipologia di materiale utilizzato per la struttura, acciaio zincato, non è prevista particolare manutenzione nonostante una struttura ad inseguimenti monoassiale in quanto:

- ✓ le parti in movimenti sono costituiti da materiale autolubrificante senza la presenza di materiale fluido;
- ✓ le parti elettriche della struttura (motorini attuatori) per il movimento dell'asse di rotazione sono progettati per durare oltre 20 anni, comunque eventuali sostituzioni non implicano particolari attività se non quelle di cambio del singolo dispositivo e lo smaltimento dello stesso;
- ✓ il pianificato controllo visivo e controlli su serraggio delle bullonerie e di ancoraggio dei moduli alla struttura previene attività di manutenzione straordinaria.

Anche per questa fase non sono previsti ne utilizzo di materiali e prodotti ne produzione di rifiuti.

10.3. *Pulizia dei moduli*

La pulizia dei pannelli solari è fondamentale per assicurarne una buona efficienza e rendimento energetico. La presenza di sporcizia e depositi sul pannello genera una perdita di resa. Quando i moduli fotovoltaici presentano sporcizie che possono compromettere la performance è prevista il lavaggio degli stessi con attrezzature idonee che, considerata l'altezza degli stessi, possono anche essere manuali.

11. DISMISSIONE

Finita la vita utile (circa 30 anni) l'impianto verrà dismesso e tutti i componenti saranno smaltiti secondo la normativa vigente (Vedi anche Relazione dismissione).

I principali componenti di un impianto fotovoltaico sono:

- ✓ Moduli fotovoltaici;
- ✓ struttura di sostegno moduli (sostegni e ancoraggio di sostegno nel terreno in acciaio);
- ✓ componenti elettrici (trasformatori, cavi elettrici, componenti elettrici ed elettronici (quadri elettrici, contatori, sistema di telecontrollo, etc).

E' previsto il riciclaggio di tutti i materiali che costituiscono i componenti dell'impianto:

11.1. *Struttura*

L'acciaio e/o materiale ferroso in generale con il quale è composta la struttura, recinzione verranno completamente riutilizzato.

11.2. *Moduli fotovoltaici*

Ai sensi della direttiva RAEE Dlg.49/2014 si prevede che i pannelli fotovoltaici siano considerati "apparecchiature elettriche ed elettroniche" (AEE) e pertanto a fine vita devono essere gestiti come RAEE.

I materiali che compongono il modulo fotovoltaico, silicio, vetro, rame e alluminio, una volta separati sono facilmente riciclabili e utilizzabili per realizzare altri pannelli o oggetti di diversa natura.

Ad oggi circa 90% del peso dei moduli fotovoltaico è riciclabile ma quando sarà dismesso l'impianto si pensa di arrivare a percentuali di circa il 99 %.

11.3. Componenti elettrici

I materiali che compongono i dispositivi elettrici sono rame e metalli completamente riciclabili.

Tutto ciò che non riciclabile fa parte può essere smaltito secondo la direttiva RAEE Dlg.49/2014 o rivestimenti in generale (gomme, plastiche) che verranno smaltiti secondo normativa.

11.4. Altro materiale

Tutto ciò che è afferente le murature quali manufatti costituenti le cabine, verranno frantumati e scomposti negli elementi originari, quali cemento e ferro, per essere conferiti a discarica specializzata e riciclati come inerti.