

# Impianto agro-fotovoltaico "Polmone" Comune di Ramacca (CT)

## Proponente



**SORGENIA ACQUARIUS S.r.l**  
Via Algardi, 4 – 20148 Milano  
tel. 02 671941 – fax 02 67194210  
<http://www.sorgenia.it>  
[sorgeniaacquarius@sorgenia.it](mailto:sorgeniaacquarius@sorgenia.it)  
PEC [sorgenia.acquarius@legalmail.it](mailto:sorgenia.acquarius@legalmail.it)



## RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA

### PROGETTISTA



**Tiemes Srl**  
Via Sangiorgio 15- 20145 Milano  
tel. 024983104/ fax. 0249631510  
pec: [info@pec.tiemes.it](mailto:info@pec.tiemes.it)  
[www.tiemes.it](http://www.tiemes.it)

0	23/12/2022	Prima emissione	LB	VDA			
Rev.	Data emissione	Descrizione	Preparato	Approvato			
Origine File: 21047RMC.PD.R.06.00 – Relazione tecnico descrittiva		<b>CODICE</b>					
		Commessa		Proc	Tipo doc	Num	Rev
		<b>21047</b>	<b>RMC</b>	<b>PD</b>	<b>R</b>	<b>06</b>	<b>00</b>
Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata / Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden							

## INDICE

1	PREMESSA E SCOPO .....	4
2	SOGGETTO PROPONENTE.....	7
3	NORMATIVA.....	8
4	LOCALIZZAZIONE .....	14
4.1	ACCESSO ALL'AREA D'IMPIANTO .....	16
4.2	DESCRIZIONE DELLA FONTE UTILIZZATA.....	17
5	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....	19
5.1	COMPONENTE FOTOVOLTAICA .....	19
5.1.1	MODULI FOTOVOLTAICI.....	21
5.1.2	INSEGUITORI SOLARI .....	23
5.1.3	POWER SKID.....	25
5.2	SISTEMA BESS .....	29
5.2.1	Descrizione Battery container (ISO 40ft).....	30
5.2.2	Descrizione sistema di conversione (PCS) .....	33
5.2.3	Impianto di terra .....	34
5.2.4	Sistema di Protezione, Monitoraggio, Comando e Controllo.....	34
5.2.5	Sistemi ausiliari.....	34
5.2.6	Gestione impianto .....	35
5.3	CABINA DI SMISTAMENTO .....	36
5.3.1	Dispositivo di interfaccia- DDI.....	37
5.3.2	Rincalzo della mancata apertura del DDI .....	38
5.3.3	Dispositivo generale - DG .....	38
5.4	TRASFORMATORE MT/AT .....	38
5.5	MISURA DELL'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA .....	40
5.6	SERVIZI AUSILIARI .....	41
5.6.1	Impianto di illuminazione .....	41
5.6.2	Impianto antintrusione.....	41
5.6.3	Impianto di videosorveglianza.....	42
5.6.4	Impianto antincendio .....	42
5.7	IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....	42
5.8	SISTEMA DI REGOLAZIONE E CONTROLLO .....	43
5.9	IMPIANTO DI CONNESSIONE ALLA RTN .....	44
5.10	ANALISI PRODUCIBILITA' ATTESA.....	46
6	DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	49
7	OPERE CIVILI.....	51
7.1	MOVIMENTI A TERRA .....	51
7.2	VIABILITÀ INTERNA .....	52
7.3	SCAVI E RINTERRI DEI CAVIDOTTI.....	52
7.3.1	CAVIDOTTI BT .....	52
7.3.2	CAVIDOTTI MT.....	53
7.3.3	CAVIDOTTI AT PER COLLEGAMENTO ALLA RTN.....	54
7.4	MONTAGGIO STRUTTURE DI SOSTEGNO.....	54
7.5	REALIZZAZIONE RECINZIONE PERIMETRALE .....	55

---

7.6	REALIZZAZIONE DI FONDAZIONI INTERNE ALL'AREA DI IMPIANTO .....	57
8	GESTIONE E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO .....	58
9	ANALISI DEI BENEFICI SOCIO-ECONOMICI .....	61
9.1	INQUADRAMENTO SOCIO-ECONOMICO DELLA SICILIA .....	63
9.2	RIFLESSI SOCIO-ECONOMICI DEL PROGETTO .....	65
9.3	BENEFICI SOCIALI SULLE REALTA' LOCALI .....	69

## 1 PREMESSA E SCOPO

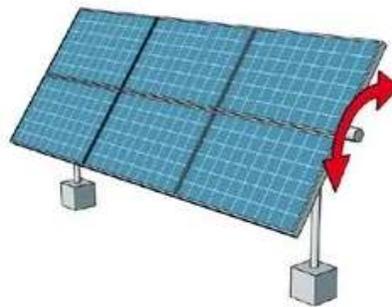
Scopo del presente documento è descrivere il Progetto Definitivo relativo al progetto agro-fotovoltaico denominato “Polmone”, che la società Sorgenia Acquarius srl intende realizzare all’interno di un’area agricola localizzata nel comune di Ramacca, in provincia di Catania.

Il parco agro-fotovoltaico prevede l’installazione di moduli fotovoltaici ad alto rendimento e una potenza elettrica di picco circa pari a 18.683,52 kWp su un terreno ad uso agricolo di estensione all’incirca 41 ha ai fogli catastali 61 p.lle 24, 50, 242 e 62 p.lle 6, 93, 94, 95, 118, 122 e 165 del comune di Ramacca.

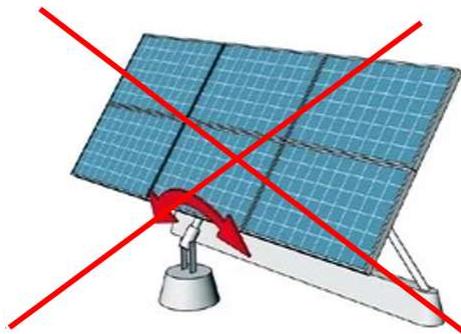
L’impianto sarà dotato anche di un sistema di accumulo composto da n.2 unità BESS (Battery Energy Storage System) con potenza totale in prelievo e immissione nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) pari a 14 MW e con capacità di stoccaggio per l’energia elettrica pari a 28 MWh. Il sistema BESS è in grado di fornire diversi servizi di regolazione di frequenza e bilanciamento alla rete elettrica nazionale. Eventualmente potrà effettuare altri servizi ancillari di rete, solo su richiesta del TSO nel punto di connessione.

Il progetto sarà del tipo grid connected e prevede la costruzione di una nuova linea elettrica interrata in alta tensione (AT) a 36 kV, che permetterà di allacciare l’impianto alla rete di trasmissione nazionale gestita da Terna tramite un collegamento in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova Stazione Elettrica 36/150/380 kV da realizzarsi a Belpasso denominata “Ramacca 380”, localizzata a circa 9 km in linea d’aria dall’impianto.

L’impianto agro-fotovoltaico prevede l'utilizzo di inseguitori solari monoassiali, strutture che attraverso opportuni movimenti meccanici, permettono di orientare nel corso della giornata i moduli fotovoltaici favorevolmente rispetto ai raggi solari. Gli inseguitori previsti nel progetto inseguono infatti l'andamento azimutale del sole da est a ovest nel corso della giornata, ma non variano l'inclinazione dell'asse di rotazione del pannello rispetto il terreno mantenendo invariato l'angolo di tilt. In particolare, il progetto prevede due file portrait. Questa tecnologia permette di incrementare la produzione del 25% circa rispetto il caso base con moduli fissi a terra.



**Figura 1-1 – Rotazione azimutale**



**Figura 1-2 – Rotazione zenitale**

Al fine di ottimizzare la potenza installata sull'area disponibile è stato deciso di utilizzare due dimensioni per gli inseguitori solari. Il primo di lunghezza pari a circa 36 m contenente 64 moduli fotovoltaici (2 stringhe x 32 moduli) e un secondo inseguitore lungo circa 18 m contenente 32 moduli fotovoltaici (1 stringa x 32 moduli). Entrambi avranno una larghezza pari a 4,778 m.

L'impianto agro-fotovoltaico prevederà l'installazione di 477 inseguitori solari da 64 moduli e 98 da 32 moduli. Sarà composto da n. 4 inverter centralizzati, ciascuno composto da un inverter per la conversione Corrente Continua (CC)/Corrente Alternata (CA), da un trasformatore BT/MT e un quadro MT. L'impianto sarà inoltre dotato di n. 2 unità di accumulo BESS per lo stoccaggio dell'energia. All'interno del campo sarà collocata la cabina di smistamento, che raccoglie la potenza proveniente dalle 4 unità di trasformazione e dalle 2 unità di accumulo BESS per convogliarla al trasformatore MT/AT dove la tensione viene alzata da 30 kV a 36 kV.

Tipologia tracker	N°	N°moduli tot	Potenza modulo [Wp]	Potenza [kWp]
2x32	477	30.528	555	16.943,04
1x32	98	3.136	555	1.740,48

Producibilità attesa [kWh/kWp/anno]	Circa 1868
Potenza nominale [kWp]	18.683,52
Tot energia prodotta in un anno [MWh/anno]	34.900,00
Tot energia prodotta in 30 anni [MWh]	1.047.000,00

**Tabella 1-1 – Caratteristiche di progetto e producibilità attesa**

Non si esclude, in fase di realizzazione, di poter utilizzare componenti differenti (moduli, inverter tracker) aventi comunque caratteristiche prestazionali uguali o superiori, in base all'effettiva disponibilità degli stessi sul mercato.

La componente fotovoltaica verrà integrata da un progetto agricolo che prevede l'insediamento di un gregge di circa 300 capi ovini da latte e la coltivazione del terreno libero dalle strutture a prato-pascolo (seminato con specie erbacee generalmente polifite di durata 5-7 anni), che verrà dunque utilizzato sia per il pascolamento che per la produzione di foraggi conservati. Verrà inoltre adottato un sistema di agro-zootecnia 4.0 che consentirà di monitorare in tempo reale gli animali al pascolo.

Le specie erbacee che costituiscono il prato-pascolo si adattano bene alle condizioni di temporaneo ombreggiamento presente all'interno del campo, ottenendo al contempo vantaggi quali il contenimento dell'evapotraspirazione e la resilienza alle alte temperature estive. La presenza della recinzione del perimetro dell'impianto consentirà inoltre un pratico controllo del movimento degli ovini e una protezione ottimale dai predatori.

---

## 2 SOGGETTO PROPONENTE

Il soggetto proponente del progetto in esame è Sorgenia Acquarius S.r.l., interamente parte del gruppo Sorgenia, uno dei maggiori operatori energetici italiani.

Il Gruppo è attivo nella produzione di energia elettrica con oltre 4,4 GW di capacità di potenza installata e circa 400.000 clienti in fornitura in tutta Italia. Efficienza energetica e attenzione all'ambiente sono le linee guida della sua crescita.

Il parco di generazione, distribuito su tutto il territorio nazionale, è costituito dai più avanzati impianti a ciclo combinato, la migliore tecnologia ad oggi disponibile in termini di efficienza, rendimento e compatibilità ambientale. Rispetto alle tecnologie termoelettriche tradizionali, gli impianti Sorgenia presentano infatti un rendimento elettrico medio superiore del 15%, prestazioni ambientali molto elevate (emissioni di ossidi di zolfo trascurabili e drastica riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e di ossidi di azoto) e la possibilità di modulare agevolmente la produzione in funzione delle richieste della rete elettrica nazionale.

Nell'ambito delle energie rinnovabili, il Gruppo, nel corso della sua storia, ha sviluppato, realizzato e gestito impianti di tipo fotovoltaico (ca. 24 MW), eolico (oltre 120 MW) ed idroelettrico (ca. 33 MW). In quest'ultimo settore, Sorgenia è attiva con oltre 75 MW di potenza installata gestita tramite la società Tirreno Power, detenuta al 50%, oltre a 420 MW suddivisi tra asset eolici e asset nelle biomasse, gestiti dalle altre controllate.

Tramite le sue controllate, fra le quali Sorgenia Acquarius S.r.l., è attualmente impegnata nello sviluppo di un importante portafoglio di progetti rinnovabili di tipo idroelettrico, geotermico, fotovoltaico, eolico e biometano, tutti caratterizzati dall'impiego delle Best Available Technologies nel pieno rispetto dell'ambiente e del territorio.

### 3 NORMATIVA

Nel presente paragrafo si richiamo le principali normative nazionali che regolano le attività di progettazione e costruzione degli impianti fotovoltaici.

- D.Lgs 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i.: Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, 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 UNI EN ISO/IEC17025: 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;
- "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;
- ANSI/UL 1703:2002: Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels;
- IEC/TS 61836: Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols;
- CEI EN 50461 (CEI 82-26): Celle solari;
- CEI EN 50521(82-31): Connettori per sistemi fotovoltaici;
- 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 4Dispositivi 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): Prove ambientali -Parte 2-21, 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) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del 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;
- 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 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 64-57: Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Impianti di piccola produzione distribuita;
- CEI EN 61140 (CEI 0-13): Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature;
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-13/3): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD;
- CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- 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 incavo;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- 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;
- 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
- CEI EN 50262 (CEI 20-57): Pressa cavo 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;
- CEI EN 61386-23 (CEI 23-83): Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche

- 
- 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 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini;
  - CEI EN 60947-1 (CEI 17-44): Apparecchiature a bassa tensione;
  - CEI 110-26: Guida alle norme generiche EMC;
  - CEI EN 50263 (CEI 95-9): Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i relè 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;
  - CEI EN 61000: Compatibilità elettromagnetica (EMC).

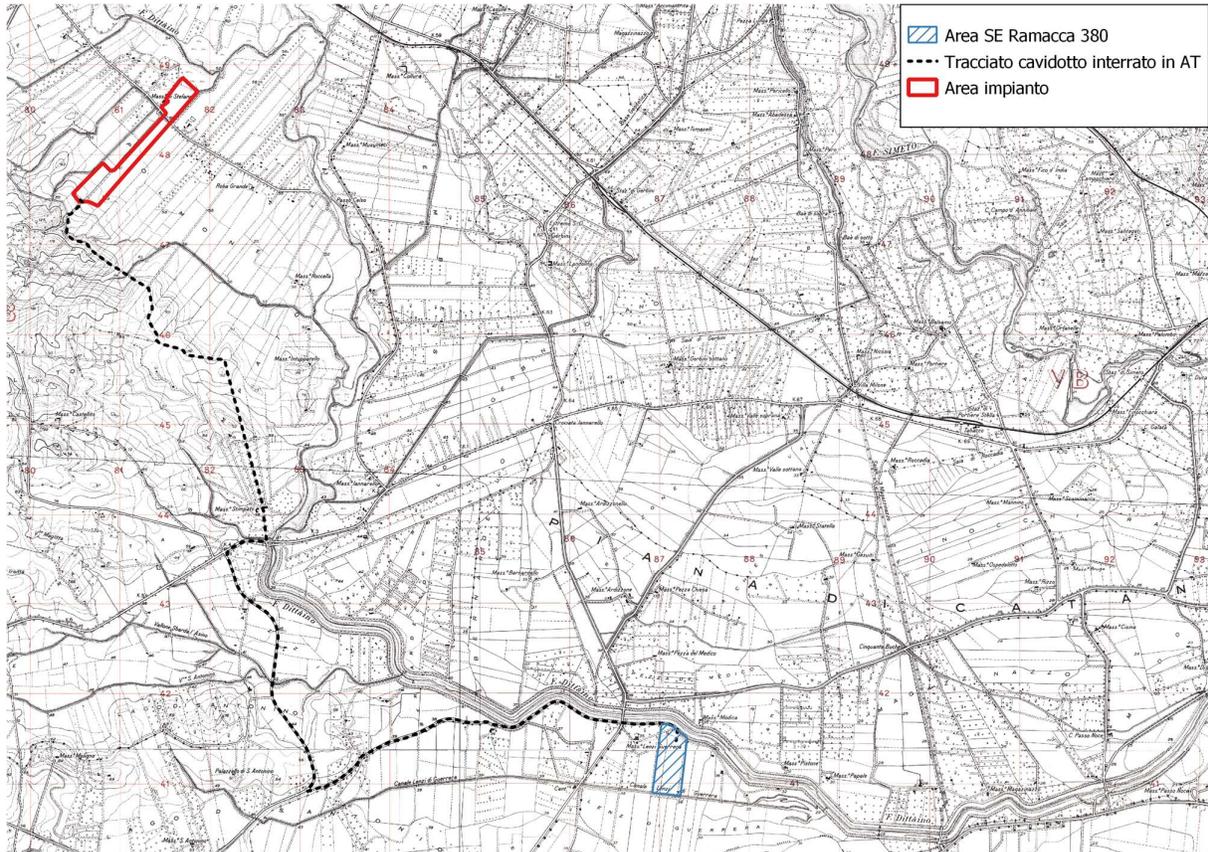
## 4 LOCALIZZAZIONE

Il parco solare si sviluppa nel comune di Ramacca (CT), in località Polmone, a nord-est del centro abitato di Ramacca, a sud della frazione di Sferro e dell'autostrada A19. Il terreno si sviluppa in maniera pressoché uniforme a circa 60 m.s.l.m., alle seguenti coordinate geografiche 37°28'38.59"N 14°47'13.39"E.

Nelle immagini sottostanti vengono riportati gli inquadramenti dell'area di impianto e del tracciato di connessione su ortofoto e su IGM.



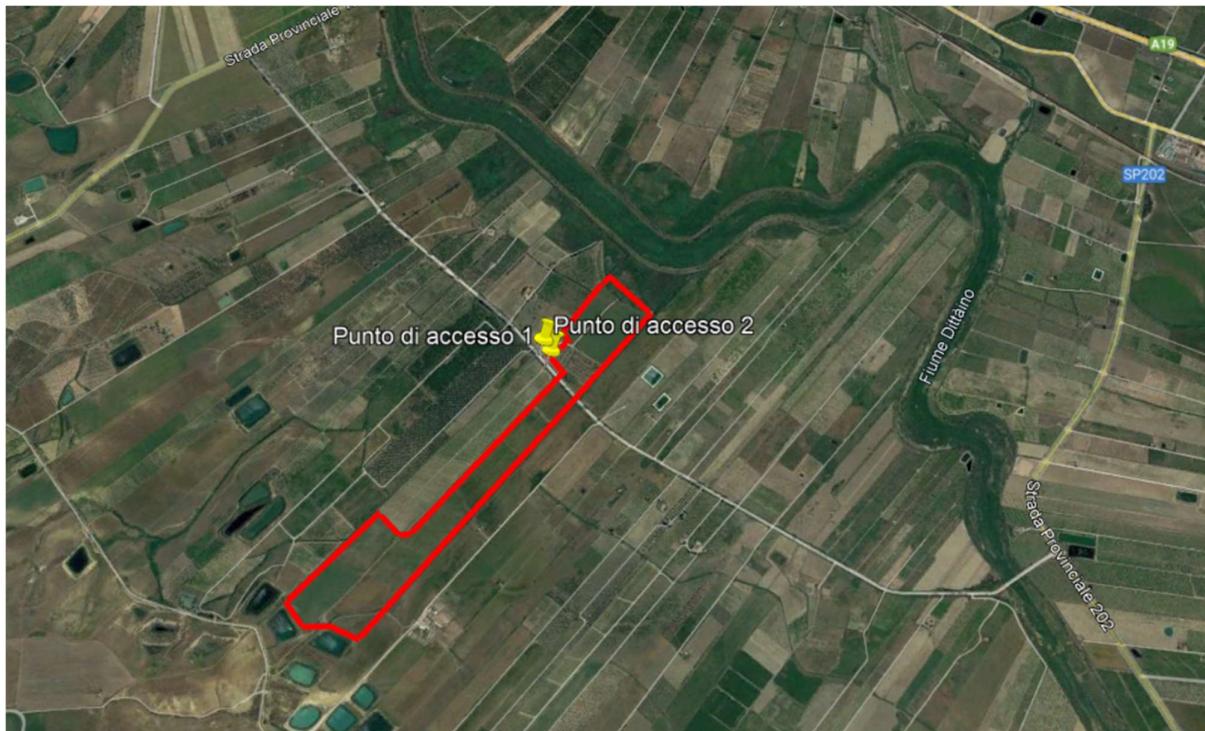
*Figura 4-1 – Inquadramento opere progetto su ortofoto*



**Figura 4-2 – Inquadramento opere progetto su IGM**

## 4.1 ACCESSO ALL'AREA D'IMPIANTO

L'accesso al sito risulta nel suo complesso interamente e agevolmente camionabile per il trasporto delle componenti costituenti l'impianto. Dalla strada vicinale Consorzio di Bonifica di Catania, che collega la SP 202 alla SP 102ii, è possibile raggiungere sia il lotto a nord che quello a sud.



*Figura 4-3 – Accesso all'area di impianto*

E' possibile raggiungere il sito anche da sud dell'area di impianto tramite alcune strade vicinali e consortili sterrate, anche se il percorso si presenta di più difficile percorrenza.

## 4.2 DESCRIZIONE DELLA FONTE UTILIZZATA

La scelta dell'area di localizzazione del parco agro-fotovoltaico è in compatibilità con le NTA del Piano Regolatore del Comune di Ramacca, con il PTPR (Piano Territoriale Paesistico Regionale) e tutti gli altri strumenti di pianificazioni vigenti sul territorio in esame analizzati all'interno del quadro di riferimento programmatico dello Studio di Impatto Ambientale.

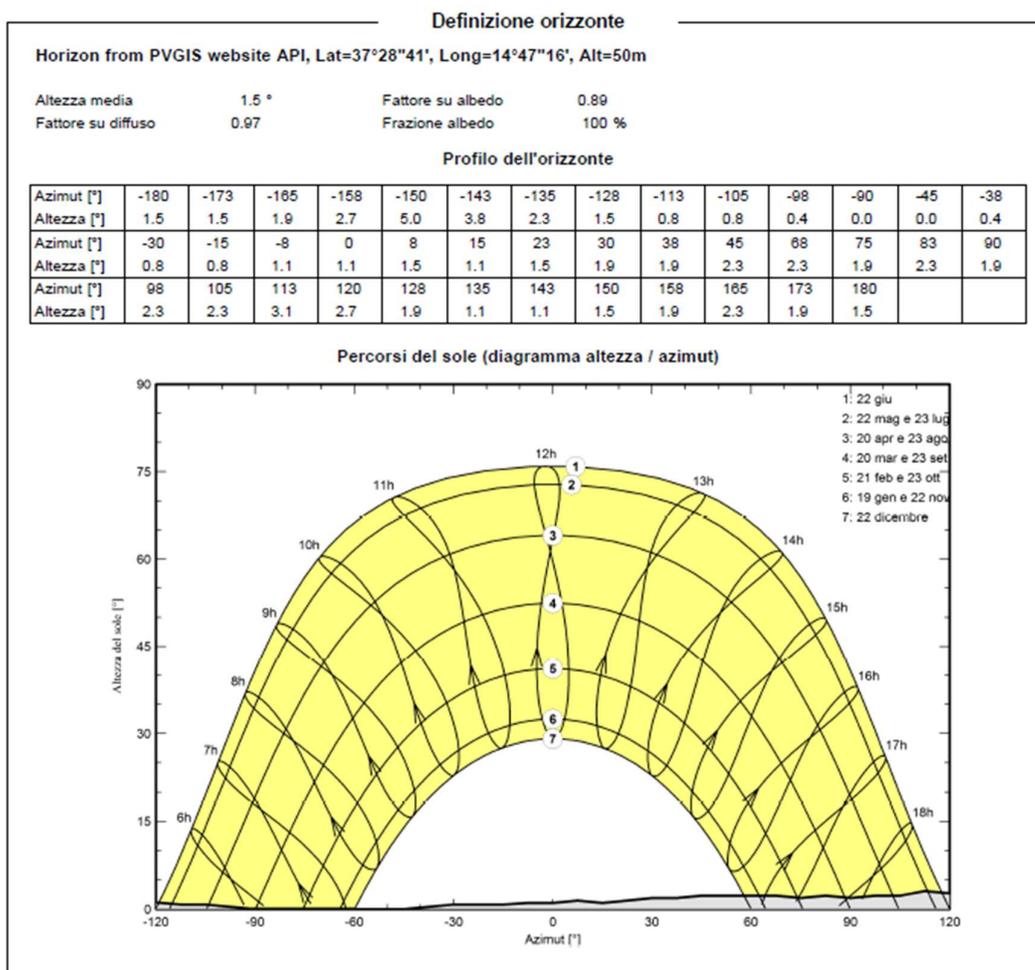
La zona si presenta come ottimale per la produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici a grazie all'elevato irraggiamento pari a circa 1790 W/m<sup>2</sup> all'anno e alla favorevole orografia dei terreni, che si presentano pressoché pianeggianti.

Sommaro del progetto			
<b>Luogo geografico</b>	<b>Ubicazione</b>	<b>Parametri progetto</b>	
Sferro Scalo	Latitudine	37.48 °N	Albedo
Italia	Longitudine	14.79 °E	0.20
	Altitudine	50 m	
	Fuso orario	UTC+1	
<b>Dati meteo</b>			
Sferro Scalo			
PVGIS api TMY			

Sommaro del sistema			
<b>Sistema connesso in rete</b>	<b>Eliostati illimitati con indetreggiamento</b>		
<b>Orientamento campo FV</b>	<b>Algoritmo dell'inseguimento</b>	<b>Ombre vicine</b>	
Orientamento	Calcolo astronomico	Senza ombre	
Assi inseguimento orizzontali	Backtracking attivato		
<b>Informazione sistema</b>			
<b>Campo FV</b>	<b>Inverter</b>		
Numero di moduli	33664 unità	Numero di unità	4 unità
Pnom totale	18.68 MWc	Pnom totale	16.36 MWac
		Rapporto Pnom	1.142
<b>Bisogni dell'utente</b>			
Carico illimitato (rete)			

**Tabella 4-1 – Principali caratteristiche progetto agro-fotovoltaico "Polmone"**



**Figura 4-4 – Profilo dell'orizzonte sui terreni**

---

## 5 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

### 5.1 COMPONENTE FOTOVOLTAICA

Il generatore fotovoltaico sarà composto da n. 33.664 moduli fotovoltaici al silicio monocristallino per una potenza nominale complessiva di 18.683,52 kWp. Saranno predisposti n. 4 sottocampi, ciascuno dotato di un inverter centralizzato per la conversione CC/CA della corrente elettrica, trasformatore BT/MT e quadro MT.

Il generatore fotovoltaico sarà formato da 1052 stringhe ciascuna costituita da 32 moduli collegati in serie. Le stringhe di moduli fotovoltaici saranno cablate in parallelo in apposite scatole elettriche, chiamate "*string combiner*".

Da questi la linea in CC verrà collegata all'inverter centralizzato del sottocampo dove avviene la conversione CC/CA e l'innalzamento della tensione fino al valore di 30 kV. Gli inverter centralizzati (o power skid) sono dotati di unità di trasformazione BT/MT caratterizzate da una taglia pari a 4000 (n.3) o 4360 kVA (n.1).

L'Impianto agro-fotovoltaico sarà suddiviso in 4 sottocampi denominati rispettivamente Sottocampo 1, Sottocampo 2, Sottocampo 3 e Sottocampo 4. All'interno di ciascuno di essi saranno posizionate le unità di conversione e trasformazione. Queste ultime insieme alle due unità BESS saranno collegate alla cabina di smistamento tramite un cavidotto interrato in MT a 30 kV. Dopodiché la tensione sarà innalzata da 30 kV al valore di 36 kV e trasportata mediante un cavo interrato AT a 36 kV fino alla Stazione Elettrica da realizzare nel comune di Belpasso a circa 9 km in linea d'aria dall'area di impianto.

Nella seguente tabella sono evidenziate le principali caratteristiche dell'impianto agro-fotovoltaico.

Principali caratteristiche dell'impianto	
Nome impianto	Polmone
Comune (provincia)	Ramacca (CT)
Località	Polmone
Coordinate	Lat: 37°28'38.59"N Long: 14°47'13.39"E
Sup. Catastale (lorda di impianto)	circa 41 ha
Sup. Area di impianto al netto di fasce di rispetto	circa 31 ha
Sup. Area di impianto netta recintata	circa 26 ha
Potenza nominale (CC)	18.683,52 kWp
Potenza nominale (CA)	16.360 kW
Tensione di sistema (CC)	≤ 1500 Vdc
Potenza in immissione/prelievo sistema di accumulo	14.000 kW
Capacità sistema di accumulo	28 MWh
Punto di connessione	Nuova SE 36/150/380 kV – Ramacca 380
Regime di esercizio	Cessione totale
Potenza in immissione richiesta	29.500 kW
Tipologia impianto	Strutture ad inseguimento solare monoassiale
Moduli	33.664 moduli in silicio monocristallino 555 Wp
Inverter/Unità di trasformazione	N. 4 inverter centralizzati da 4000 kVA (n.3) e da 4360 kVA (n.1)
Tilt	0°
Tipologia tracker	n. 477 strutture da 2 x 32 moduli n. 98 strutture da 2 x 16 moduli configurazione " 2 Portrait"
Massima inclinazione tracker	(+55°/-55°)
Azimuth	(Est/ovest -90°/90°)
Cabine	n.1 cabina di smistamento n.1 cabina ausiliari n.8 cabine per sistema di accumulo (3,5 MWh ciascuna)

**Tabella 5-1 – Sintesi delle caratteristiche dell'impianto agro-fotovoltaico**

### 5.1.1 MODULI FOTOVOLTAICI

È previsto l'impiego di moduli fotovoltaici monocristallini ad alto rendimento di potenza nominale 555 Wp, marca Trinasolar (o modelli similari) modello Vertex TSM-DE19.

I moduli presentano dimensioni pari 1.096 x 2.384 x 35 mm e risultano dotati di una cornice in alluminio anodizzato e sono dotati di certificazione di rispondenza alle normative IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730.

ISO 9001: Quality Management System

ISO 14001: Environmental Management System

ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verication

ISO45001: Occupational Health and Safety Management System

ELECTRICAL DATA (STC)					
Peak Power Watts- $P_{max}$ (Wp)*	535	540	545	550	555
Power Tolerance- $P_{max}$ (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	31.0	31.2	31.4	31.6	31.8
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	17.28	17.33	17.37	17.40	17.45
Open Circuit Voltage- $V_{oc}$ (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	18.36	18.41	18.47	18.52	18.56
Module Efficiency $\eta_m$ (%)	20.5	20.7	20.9	21.0	21.2

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.  
\*Measuring tolerance: ± 3%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)					
Maximum Power- $P_{max}$ (Wp)	405	409	413	417	420
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	28.8	29.0	29.2	29.3	29.5
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	14.06	14.10	14.15	14.19	14.23
Open Circuit Voltage- $V_{oc}$ (V)	35.1	35.3	35.5	35.7	35.9
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	14.80	14.84	14.88	14.92	14.96

NOCT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA	
Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	110 cells
Module Dimensions	2384x1096x 35 mm (93.86x43.15x1.38 inches)
Weight	28.6 kg (63.1 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, Air Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA/POE
Backsheet	White
Frame	35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ), Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EV02/ TS4*

\*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS		MAXIMUM RATINGS	
NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)	Operational Temperature	-40~+85°C
Temperature Coefficient of $P_{max}$	-0.34%/°C	Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Temperature Coefficient of $V_{oc}$	-0.25%/°C	Max Series Fuse Rating	30A
Temperature Coefficient of $I_{sc}$	0.04%/°C		

**Figura 5-1 – Dati tecnici modulo agro-fotovoltaico**

Il collegamento elettrico tra i singoli moduli sarà del tipo “in serie”, in modo da formare n. 1041 stringhe composte di 32 moduli ciascuna. Tale collegamento sarà realizzato mediante i cavi forniti in dotazione ai singoli moduli ed impiego di cavi “solari”, del tipo H1Z2Z2-K o similari, conformi alle norme e con tensione nominale  $U \geq U \geq 1,5$  kV (CC).

### NPE SUN H1Z2Z2-K cavo per impianti fotovoltaici

Costruzione, requisiti elettrici, fedi e marcatori:	EN 50218
Non propagazione della fiamma:	EN 60332-1-2
Gas corrosivi e alligendibili:	EN 50325-1
Densità del fumo:	EN 61034-2
Resistenza esgdl UV:	EN 50288-4-17 (A)
Resistenza ecoro:	EN 50396
Resistenza alla sollecitazione termica:	EN 60216-1
	EN 60216-2
Direttiva Bassa Tensione:	2014/35/UE
Direttiva RoHS:	2011/65/UE



#### Descrizione

- Conduttore: rame stagnato, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: compound reticolato (LSOH)
- Guaina: compound reticolato (LSOH)
- Colore: nero, rosso

LSOH = Low Smoke Zero Halogen

#### Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale  $U_0/U_1$ : 1000/1000 V c.a.  
1500/1500 V c.c.
- Tensione massima  $U_m$  (anche verso terra): 1800 V c.c.
- Temperatura massima di esercizio sul conduttore: 90°C
- Temperatura massima sul conduttore alla temperatura ambiente max di 90°C: 120°C (max 20.000 ore)
- Temperatura minima di esercizio: -40°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C per un periodo di 5 sec.

#### Marchatura

[Ditta] NPE SUN H1Z2Z2-K [formazione] mm2 IEMMEQU ◀HAR▶ [anno] (CE logo) [ordine] [metrica]  
 [Ditta] NPE SUN 1Z2Z2-K [formazione] mm2 [anno] (CE logo) [ordine] [metrica]

#### Caratteristiche particolari

Funzionamento per almeno 25 anni in normali condizioni d'uso. Funzionamento a lungo termine (Indice di temperatura Tj): 120°C riferito a 20.000 ore (EN 60216-1)

#### Condizioni di posa

- Temperatura minima di installazione: -25°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm<sup>2</sup> di sezione del rame

#### Impiego e tipo di posa

Usò previsto in installazioni fotovoltaici secondo la HD 60364-7-712.  
 Sono progettati per uso permanente all'esterno o all'interno, per installazioni libere mobili, libere a sospensione e fisse. Installazione anche in condotti e su canale, all'interno o sotto intonaco oltre che nelle apparecchiature. Adatto per l'applicazione su apparecchiature con isolamento di protezione (classe di protezione II).

**NPE SUN H1Z2Z2-K**

Formazione	Ø indicativo conduttore	Ø esterno max	Resistenza elettrica max a 20°C	Peso indicativo cavo	Portata di corrente a temperatura ambiente 60°C e temperatura del conduttore 120°C		
					1 cavo in aria libera	1 cavo su una superficie	2 cavi in contatto su una superficie
n° x mm <sup>2</sup>	mm	mm	Ω/km	kg/km	A	A	A
1 x 1,5	1,5	5,4	13,7	32	30	29	24
1 x 2,5	1,9	5,9	8,21	43	41	39	33
1 x 4	2,4	6,6	5,09	60	55	52	44
1 x 6	3,0	7,4	3,39	82	70	67	57
1 x 10	3,9	8,8	1,95	125	98	93	79
1 x 16	5,0	10,1	1,24	185	132	125	107
1 x 25	6,1	12,5	0,795	280	176	167	142
1 x 35	7,3	14,0	0,565	370	218	207	176
1 x 50	8,7	16,3	0,393	520	276	262	221
1 x 70	10,5	18,7	0,277	715	347	330	278
1 x 95	11,9	20,8	0,210	925	416	395	333
1 x 120	13,8	22,8	0,164	1165	488	464	390
1 x 150 (*)	15,3	25,5	0,132	1480	566	538	453

(\*) = Questa formazione non rientra nella certificazione HAR

Coefficienti di correzione per temperature ambiente diverse da 60°C	
Temperatura ambiente (°C)	Coefficiente di correzione
Fino a 60	1,0
70	0,92
80	0,84
90	0,75

Per installazioni a gruppi i coefficienti di correzione della portata sono riportati nel documento HD 60364-5-52:2011, Tabella B.52.17

**Figura 5-2 – Caratteristiche cavi BT di collegamento fra le stringhe**

Il generatore fotovoltaico sarà suddiviso in n. 4 sottocampi, ciascuno composto di n. 280, 258, 258 e 256 stringhe e dunque di potenza pari a 4.972,8 - 4.582,08 – 4.582,08 – 4.546,56 kWp.

**5.1.2 INSEGUITORI SOLARI**

I moduli saranno posizionati su inseguitori solari monoassiali, strutture portanti che attraverso opportuni movimenti meccanici, permettono di inseguire l'andamento azimutale del sole. L'utilizzo di tali strutture permette di orientare i moduli fotovoltaici favorevolmente rispetto ai raggi solari nel corso della giornata, mantenendo invariata l'inclinazione dell'asse di rotazione del pannello rispetto al terreno, ovvero mantenendo invariato l'angolo di TILT.

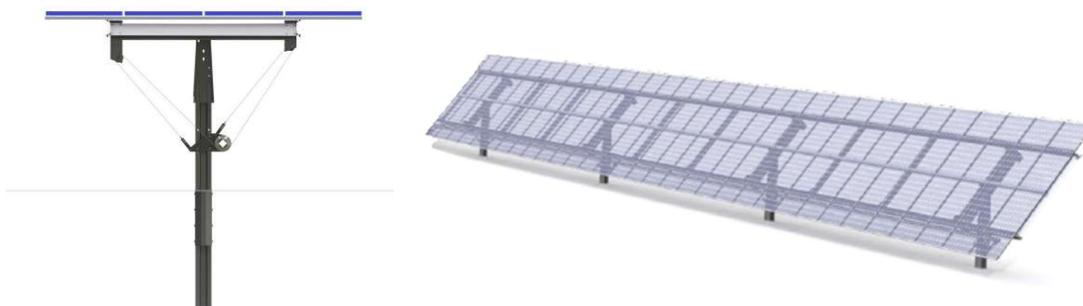
La variazione dell'angolo avviene in modo automatico grazie ad un apposito algoritmo di controllo di tipo astronomico oppure attraverso l'utilizzo di celle fotovoltaiche ausiliari che installate con angolazioni differenti consentono al sistema di determinare l'angolo di ottimo.

Il movimento degli inseguitori è azionato da un motore elettrico alimentato in corrente continua trifase di potenza pari a circa 180 W e 370 W rispettivamente e controllato in modo automatico dall'algoritmo.

Ciascun inseguitore sarà adatto al posizionamento di n. 32/64 moduli fotovoltaici di tipo monofacciale e sarà installato su pali di fondazione in acciaio zincato infissi nel terreno, senza necessità di opere in calcestruzzo, tramite un sistema di posa a battuta.

L'inseguitore sarà dotato di un sistema di controllo e comunicazione con le seguenti caratteristiche:

- Sistema di comunicazione Wireless;
- Sistema di protezione automatico in caso di vento di estremo;
- Backtracking personalizzato: modifica della posizione di ciascun tracker per evitare l'ombreggiamento reciproco e ottimizzando la produzione di energia;
- Possibilità di installazione per pendenze del terreno fino al 15%;



**Figura 5-3 – Esempio inseguitore monoassiale**

In Figura 5-4 si riportano le caratteristiche tecniche dell'inseguitore solare individuato per il progetto, marca Convert modello TRJ (o similari). Tale tipologia di inseguitore solare potrà variare nelle successive fasi della progettazione.

<b>PV - Module Type</b>	Structure adaptable to available PV modules types on market: Monofacial and Bifacial (Thin Film, Framed and Frameless)
<b>Configurations</b>	- 1 module in portrait - 2 modules in landscape - 2 modules in portrait
<b>Rotation angle</b>	Up to 120° (±60°)
<b>Motors</b>	Linear actuator with induction AC motor (oil-free trasmission) with integrated encoder
<b>Power Supply</b>	- AC power supply from auxiliary services - Selfpowered by PV string (with patented backup solution without batteries) - Smartpower by distributed inverters

**Figura 5-4 – Caratteristiche tecniche inseguitore solare**

### 5.1.3 POWER SKID

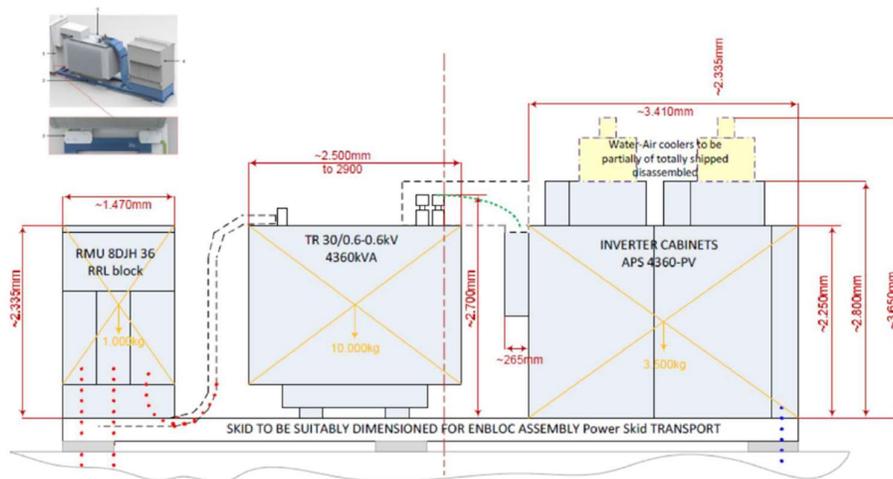
Gli skid selezionati saranno del tipo modello SINACON PV serie PV4000 e PV4360 prodotti da Siemens o similari. Ciascun dispositivo riceverà in ingresso fino ad un massimo di n. 280 stringhe, nel caso del convertitore di taglia maggiore. Il numero di cavi in corrente continua in ingresso all'unità sarà in realtà inferiore, in funzione del numero e del modello di string combiner utilizzati. La tensione massima in ingresso allo skid (-10°C) è calcolata pari a 1335 V ed è compatibile con lo stesso ( $V_{max, IN} = 1500 V$ ).

Il power skid SINACON PV viene utilizzato in centrali fotovoltaiche di media/grande scala per ottenere un'elevata efficienza. È dotato di moduli IGBT a 3 livelli per le tensioni di ingresso fino a 1.500 V in corrente continua per massimizzare l'efficienza energetica. L'unità (Figura 5-5) è composta da:

- Inverter centralizzato: ingresso in corrente continua ad un massimo di 1000-1500 V **(1)**
- Trasformatore BT/MT **(2)**
- Quadro MT: modello HDJH 36 gas-insulated, tensione nominale in uscita pari a 30 kV **(3)**



**Figura 5-5 – Power skid SINACON PV**



**Figura 5-6 – Dati meccanici unità skid**

Range funzionamento temperatura	-40°C/60°C
Sistema di raffreddamento	Circolazione forzata dell'aria tramite ventole e raffreddamento liquido
Strategia di controllo	MPPT
Efficienza EU e CEC	98,8%
Perdite di stand-by	80/150 W
Massimo auto-consumo per raffreddamento unità	5 kW
Dimensioni (Larg. x Alt. X Spess.)	3.690 mm x 3.760 mm x 1.170 mm
Peso	< 3.900 kg
Tensione MPP minimo/massimo in entrata	875 V/ 1.500 V
Tensione FV max assoluta in entrata	1.500 V
Corrente FV massima in entrata	6.400 A
Corrente AC nominale in uscita	4.200 A

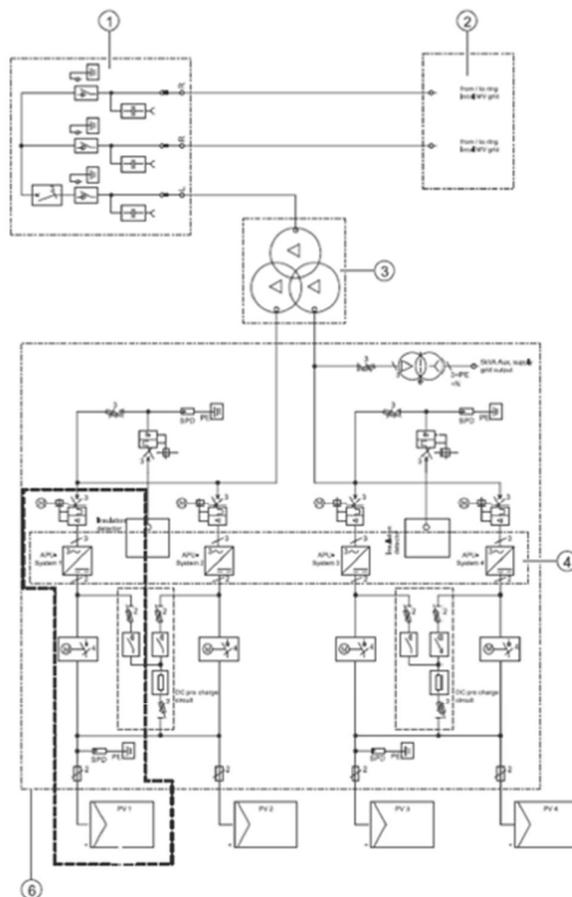
**Tabella 5-2 – Dati tecnici unità inverter centralizzato**

Tensione nominale circuito primario	30 kV
Tensione nominale circuito secondario	550 (SINACON PV4000) - 600 V (SINACON PV4360)
Fasi	n.3
Massima temperatura di operazione	50 °C
Tipologia di raffreddamento	ONAN (Oil Natural – Air Natural)
Tipo di olio	Olio minerale
HV brushing	33kV cable plug connect bushings
LV Bushings	1kV palm type porcelain or silicon bushings
Dimensioni: Largh. x Altezz. x Spess.	2.900 mm x 2.500 mm x 1.550 mm
Peso totale	10.000 kg
Peso olio	2.500 kg

**Tabella 5-3 – Dati tecnici trasformatore BT/MT**

Modello	medium-voltage switchgear 8DJH 36
Rated normal current	Up to 630 A
Rated short-time withstand current	Up to 20 kA
Tipo di isolamento	SF6 Gas Insulated fino a 38 kV
Protezione	IP65 MV circuit
Dimensioni: Largh. x Altezz. x Spess.	1.470 mm x 2.335 mm x 920 mm

**Tabella 5-4 – Dati tecnici quadro in MT**



- 1- 30kV Outdoor GIS RMU series 8DJH36
- 3- Oil ONAN Outdoor Power Transformer
- 6- SINACON PV
- 4- Inverter modular APUs (Apparent Power Units)

**Figura 5-7 – Schema concettuale inverter centralizzato**

L'inverter centralizzato converte dal regime continuo a quello alternato la corrente proveniente dal generatore fotovoltaico. La corrente entra in regime continuo ad una tensione massima di 1335 V (tensione a circuito aperto a -10°C) e viene convertita in alternata alla tensione di 550 V (nel caso di PV4000) o 600 V (nel caso di PV4360).

La tensione viene poi innalzata al valore di 30 kV tramite il trasformatore BT/MT. Dopodiché la corrente viene inviata nel quadro di media tensione dove sono collocate le varie protezioni, prima di essere convogliata nella cabina di smistamento tramite un cavo MT interrato a 30 kV.

## 5.2 SISTEMA BESS

All'interno dell'area di impianto verrà installato un sistema di accumulo elettrochimico caratterizzato da una potenza pari a 14 MW per il prelievo e l'immissione di energia elettrica nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) e una capacità di accumulo dell'energia elettrica pari a circa 28 MWh. I sistemi BESS possono operare sia come carico, durante la carica degli accumulatori, sia come generatore durante la loro fase di scarica. Inoltre, il sistema BESS è in grado di fornire diversi servizi di regolazione di frequenza e bilanciamento alla rete elettrica nazionale. Eventualmente potrà effettuare altri servizi ancillari di rete, solo su richiesta del TSO nel punto di connessione.

Il sistema di accumulo BESS (Battery Energy Storage System) è un impianto di accumulo elettrochimico di energia, costituito da sottosistemi, apparecchiature e dispositivi necessari all'immagazzinamento dell'energia elettrica ed alla conversione bidirezionale della stessa al livello di tensione della rete.

Il sistema di accumulo è in grado di immagazzinare l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico per poi immetterla in rete quando ciò risulta più conveniente. L'accumulo (o storage) consente inoltre di immagazzinare la sovrapproduzione di energia elettrica che non può essere immessa in rete, qualora questa risulti congestionata.

La tecnologia di accumulatori elettrochimici (batterie) è composta da celle agli ioni di litio. Di seguito è riportata la lista dei componenti principali del sistema BESS:

- celle agli ioni di litio assemblati in moduli e armadi (Battery container);
- sistema bidirezionale di conversione CC/CA, trasformatori di potenza MT/BT e quadri elettrici di potenza MT (PCS);
- sistema di gestione e controllo locale di assemblato batterie (BMS);
- sistema locale di gestione e controllo integrato di impianto (SCI) - assicura il corretto funzionamento di ogni assemblata batteria azionato da PCS;
- sistema Centrale di Supervisione (SCCI);
- servizi Ausiliari e di controllo;
- cavi di potenza e di segnale;
- sistema di raffreddamento degli assemblati batterie e impianto antincendio.

La configurazione del sistema BESS, in termini di numero di PCS e di numero di moduli batteria e containers dipenderà dal fornitore dello stesso e sua densità di potenza, oltre che dalla capacità di accumulo prevista. Tipicamente gli impianti BESS sono dimensionati in termini di ore di autonomia rispetto alla potenza nominale dello stesso, indicativamente da 1 a 8h, secondo l'esigenza.

Il sistema previsto in progetto si compone di due unità di conversione e trasformazione (PCS), ciascuna con potenza pari a 7.200 kVA ed è dotato di n.8 battery container, ciascuno con capacità di stoccaggio dell'energia elettrica pari a 3,5 MWh per un totale di circa 28 MWh. Il sistema sarà quindi in grado di fornire o sottrarre energia dalla RTN alla potenza nominale di 14 MW per una durata pari a due ore.

Le singole unità sono combinate tra loro attraverso una distribuzione interna di impianto in Bt e MT e costituiranno l'intero sistema BESS. Ogni unità sarà costituita dai principali componenti quali trasformatori MT/BT e inverter (che costituiscono l'unità di trasformazione e conversione PCS), al QUALI sono abbinati un certo numero di moduli batteria dimensionati rispetto al valore di autonomia di progetto (attraverso opportuni collegamenti serie e parallelo dei singoli moduli).

Il sistema sarà complessivamente composto da:

- n.8 container di energia (Battery Container) da da 12,19x2,44x2,9m High Cube (40 ft);
- n.2 container contenente il quadro di parallelo in media tensione, il trasformatore MT/BT e il sistema di conversione (PCS – Power Conversion Unit), da 6,06x2,44x2,59m (20 ft);

Il tipologico della planimetria del sistema BESS è riportato all'interno della tavola "21047RMC.PD.T.34.00 – Planimetria sistema BESS".

### **5.2.1 Descrizione Battery container (ISO 40ft)**

I moduli batteria collegati in serie sono collocati all'interno di cabinati container tipo ISO40 (12,19x2,44x2,9m). I cabinati saranno realizzati mediante container prefabbricati posati su fondazione a vasca. La dimensione in pianta della fondazione sarà di circa 13x4 m ISO 40ft.

La struttura consentirà il trasporto, nonché la posa in opera in un unico blocco sui supporti, con tutte le apparecchiature già installate a bordo e senza che sia necessario procedere allo smontaggio delle varie parti costituenti il singolo container. L'unica eccezione riguarderà i moduli batteria, che se necessario, saranno smontati e trasportati a parte.

Nei container sarà previsto dove necessario, un impianto di condizionamento e ventilazione, idoneo a mantenere le condizioni ambientali interne ottimali per il funzionamento dei vari apparati. Il grado

di protezione minimo dei container sarà di IP54. Sarà previsto un sistema antieffrazione con le relative segnalazioni.

La struttura dei containers sarà del tipo autoportante metallica, per stazionamento all'aperto, costruita in pannelli coibentati. I battery container saranno equipaggiati di sistemi per il rilevamento del calore e dei fumi e di sistemi per l'estinzione della fiamma dotati di sensori per il rilevamento delle perdite. Sarà previsto inoltre un sistema automatico per il controllo della pressione all'interno dell'ambiente chiuso.

Inoltre, i container batteria saranno dotati di sistemi di condizionamento opportunamente dimensionati in modo da garantire la temperatura ottimale dell'aria per il corretto funzionamento delle varie componenti interne al locale chiuso. I sistemi di condizionamento potranno essere saranno dotati anche di un circuito chiuso ad acqua o acqua e glicole per il raffreddamento delle componenti elettroniche dell'impianto. Il tipologico del container batteria è riportato nella tavola allegata "21047RMC.PD.T.32.00 – Piante e sezioni container batterie".

Le batterie sono alloggiare all'interno dei n.8 container e sono raggruppate in rack. Ogni rack è composto da un numero di moduli batterie collegati in serie tra loro. Il modulo batterie sarà composto da 50 celle in serie per una tensione nominale di 160V, una capacità nominale di 280Ah ed una potenza massima di 44,8kW.

BATTERY CELLS	
Manufacturer	CATL
Model	CATL 280Ah
Cell Technology	LFP
Nominal Capacity	280Ah
Maximum Power	896 W
Operating Voltage	2.5 – 3.65 V
Nominal Voltage	3.2 V
Operation Temperature Range	Charge: 0 – 55°C Discharge: -20 – 55°C
Maximum Operating Current	10.51 A

**Tabella 5-5 – Dati tecnici cella elettrochimica**

Ciascun container batteria sarà composto da 12 rack per un totale di 96 rack ciascuno caratterizzato da una capacità pari a 358,4 kWh (valore variabile in funzione del modello disponibile del produttore).

Nella figura sottostante è riportata la tipologia commerciale di rack presa in esame per il dimensionamento di massima dell'impianto. L'esatta tipologia, marca e modello, sarà definita in sede di progetto esecutivo.

	SPECIFICATION	PARAMETER
	Configuration	1P400S
	Key component	8 Modules, 1 BSPU
	Dimension(W×H×D)	1000*2400*1200 mm
	Weight	3300kg
	Nominal capacity	280Ah
	Nominal Energy	358,40 kWh
	Nominal Voltage	1.280V
	Operating Voltage	1.120V ~ 1.440V
	Max Power	358.40 kW (1C)
	Certifications	IEC 62619 UL 9540A

**Tabella 5-6 – Dati tecnici rack batterie**

## 5.2.2 Descrizione sistema di conversione (PCS)

La conversione dell'energia elettrica da corrente continua in corrente alternata (e viceversa) è affidata ad un sistema di inverter aventi potenza nominale paria a 3.500 kW, alloggiati in apposito container insieme con i quadri di interfaccia e al trasformatore MT/BT, che eleva la tensione a 30 kV. Il sistema risulterà equipaggiato con i seguenti componenti principali:

- trasformatori MT/BT tipo ONAN (Oil Natural – Air Natural) da 7200 kVA;
- ponti bidirezionali di conversione statica Inverter CC/CA da 3500 kVA;
- filtri sinusoidali di rete;
- filtri RFI;
- celle MT;
- sistemi di controllo, monitoraggio e diagnostica;
- sistemi di protezione e manovra;
- sistemi ausiliari (condizionamento, ventilazione, etc.);
- sistemi di interfaccia assemblati batterie.

I convertitori statici CC/CA saranno di tipologia VSC (Self-Commutated Voltage source Converter) con controllo in corrente, di tipo commutato. Essi saranno composti da ponti trifase di conversione CC/CA bidirezionali reversibili realizzati mediante componenti total-controllati di tipo IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor).

Il sistema di conversione sarà dotato degli apparati di supervisione con funzioni di protezione, controllo e monitoraggio, dedicato alla gestione locale dello stesso e delle assemblate batterie da esso azionate. Il PCS sarà posto all'interno di container 20ft (6,06x2,44x2,59m) su apposita fondazione del quale piante e sezioni sono riportate all'interno della tavola "21047RMC.PD.T.33.00 – Piante e sezioni container PCS".

Si è menzionata la necessità di elevare, mediante trasformatori, la tensione in MT. Tali trasformatori saranno collegati tra di loro all'interno dei quadri MT e avranno il compito di distribuire la potenza erogata/assorbita dalle batterie verso la cabina di smistamento dell'impianto. Da un punto di vista funzionale il quadro avrà quindi il compito di:

- dispacciare la totale potenza erogata/assorbita dal sistema di stoccaggio mediante una cella apposita che sarà in assetto classico "montante di generazione";
- alimentare i servizi ausiliari di tutti i container che alloggiavano le batterie e i sistemi di conversione mediante una cella in assetto classico "distributore".

### 5.2.3 Impianto di terra

L'impianto di terra del sistema BESS sarà dimensionato per disperdere la massima corrente di guasto prevista.

La definizione della geometria del dispersore sarà effettuata in fase di progetto esecutivo, quando saranno noti i valori di resistività del terreno, da determinare con apposita campagna di misure. In caso di terreno non omogeneo con strati superiori ad elevata resistività si potrà procedere all'installazione di dispersori verticali (picchetti) di lunghezza sufficiente a penetrare negli strati di terreno a resistività più bassa, in modo da ridurre la resistenza di terra dell'intero dispersore. Qualora risultasse la presenza di zone con tensioni di contatto superiori, si adotteranno le soluzioni di cui all'Allegato E della Norma CEI 99-3.

### 5.2.4 Sistema di Protezione, Monitoraggio, Comando e Controllo

Il sistema di accumulo può essere controllato da: un sistema centralizzato di controllo locale e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

Il Sistema di Controllo Integrato locale è formato da una rete di controllori digitali per il controllo dei container PCS e di unità di controllo remoto di segnali I/O, per la gestione dei container batterie. Ci sarà inoltre una unità centrale di controllo che funge da collettore di informazioni verso lo SCADA di livello superiore e il sistema di controllo della centrale esistente.

I sistemi di controllo, di protezione e di misura centralizzati sono interconnessi tra loro e con le apparecchiature installate tramite cavi a fibre ottiche e connettono l'impianto con i sistemi remoti di telecontrollo, per il controllo e l'automazione delle varie apparecchiature e le registrazioni cronologiche (TREND).

### 5.2.5 Sistemi ausiliari

L'impianto sarà dotato dei seguenti sistemi ausiliari:

- Impianto di sicurezza e videosorveglianza: non si prevedono modifiche di quello esistente, ma se ne valuterà l'esigenza in fase di progetto esecutivo;
- Impianto di illuminazione esterno: per il progetto in esame, non si prevedono integrazioni all'illuminazione esterna della centrale; quanto all'illuminazione dei container, ognuno avrà corpi illuminanti interni ed esterni costituiti da armature stagne a LED IP65;
- Sistema di condizionamento dimensionati in modo da garantire la temperatura ottimale dell'aria per il corretto funzionamento delle varie componenti interne al locale chiuso. I

sistemi di condizionamento potranno essere saranno dotati anche di un circuito chiuso ad acqua o acqua e glicole per il raffreddamento delle componenti elettroniche dell'impianto;

- Impianto di rivelazione incendi con centralina collegata a sensori di fumo e di calore all'interno dei container batterie;
- Attrezzature di spegnimento, sistema di estinzione della fiamma dotato di estintore con segnalatore di perdita e di un sistema automatico per il controllo della pressione.

### 5.2.6 Gestione impianto

L'impianto BESS non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto.

L'impianto, infatti, verrà esercito, a regime, mediante un sistema di supervisione che consentirà di rilevare le condizioni di funzionamento e di effettuare comandi sulle macchine ed apparecchiature da remoto, o, in caso di necessità, di rilevare eventi che richiedano l'intervento di squadre specialistiche.

Il sistema di controllo dell'impianto avverrà tramite due tipologie di controllo: controllo locale e controllo remoto.

- Controllo locale: monitoraggi tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto, tramite software apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter;
- Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete Data-Logger montata a bordo degli inverter.

Il sistema di controllo con software dedicato permetterà l'interrogazione in ogni istante dell'impianto, al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati, con la possibilità di visionare le funzioni di stato, comprese le eventuali anomalie di funzionamento.

Le principali grandezze controllate dal sistema saranno:

- Potenze dell'inverter;
- Tensione di campo dell'inverter;
- Corrente di campo dell'inverter;
- Temperatura ambiente;
- Letture dell'energia attiva e reattiva prodotte.

### 5.3 CABINA DI SMISTAMENTO

La cabina di smistamento sarà posizionata all'interno dell'area di impianto e ospiterà i quadri MT collettori delle linee in arrivo dai sottocampi, dalle unità di accumulo e di partenza della linea MT verso il trasformatore MT/AT collocato all'interno dell'area di impianto.

Le caratteristiche tecniche dei quadri MT sono le seguenti:

Tensione nominale/esercizio	30 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Corrente nominale delle sbarre principali	630 A
N° fasi	3
Tipologia interruttori di manovra - sezionatori	SF6/in aria
Tipologia interruttori	SF6
Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale	16 kA
Tenuta arco interno	SI

**Tabella 5-7 – Caratteristiche quadri MT**

Ogni quadro MT e le apparecchiature posizionate al suo interno dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (*International Electrotechnical Commission*) in vigore.

Ciascun quadro elettrico MT sarà formato da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate, in esecuzione senza perdita di continuità d'esercizio secondo IEC 62271-200.

I quadri saranno realizzati in esecuzione protetta e saranno adatti per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC.

Ciascun quadro dovrà garantire la protezione contro l'arco interno sul fronte del quadro fino a 25kA/1s e 31.5kA per 0.5 s (CEI-EN 62271-200).

Le celle saranno destinate al contenimento delle apparecchiature di interruzione automatica con 3 poli principali indipendenti, meccanicamente legati e aventi ciascuno un involucro isolante del tipo a "sistema a pressione sigillato" (secondo definizione CEI 17-1, allegato EE). Il gas SF6 a bassa pressione garantisce un'eccellente affidabilità della tenuta stagna. La pressione di SF6 può essere sorvegliata in permanenza attraverso un pressostato. Gli interruttori saranno provvisti di un comando meccanico di tipo R1 con molle ad accumulo di energia.

Gli interruttori MT saranno ad interruzione in SF6, il gas impiegato e la pressione relativa del SF6 di primo riempimento saranno conformi alla Norma CEI EN IEC 60376 (CEI 10-7). Il potere di corto circuito non dovrà essere inferiore a 16 kA.

Sono previste le seguenti protezioni:

- 50 Protezione di massima corrente di fase ad azione rapida
- 51 Protezione di massima corrente di fase ad azione ritardata
- 51N Protezione di massima corrente di terra ad azione ritardata
- 67N Protezione di massima corrente omopolare direzionale
- 59V<sub>0</sub> Protezione di massima tensione omopolare ritardata

### 5.3.1 Dispositivo di interfaccia- DDI

Il dispositivo di interfaccia (DDI) è un sistema di manovra e di protezione della rete elettrica che interviene in caso di anomalie di quest'ultima o di apertura intenzionale del dispositivo della rete pubblica (es. manutenzione). Per evitare il funzionamento in isola dell'impianto, viene assicurato l'intervento coordinato del dispositivo di interfaccia con il dispositivo generale, per guasti o funzionamenti anomali durante il funzionamento in parallelo con la rete.

Le protezioni di interfaccia, in accordo con l'allegato E della norma CEI 0-16, sono le seguenti:

- 27 Protezione di minima tensione
- 59 Protezione di massima tensione
- 81< Protezione di minima frequenza
- 81> Protezione di massima frequenza
- 59V<sub>0</sub> Protezione di massima tensione residua
- 59V<sub>1</sub> Sblocco voltmetrico – Massima tensione sequenza inversa
- 27V<sub>0</sub> Sblocco voltmetrico – Minima tensione sequenza inversa

Il Sistema di Protezione di Interfaccia verrà collocato all'interno di un pannello polivalente conforme alla Norma CEI 11-20.

### 5.3.2 Rincalzo della mancata apertura del DDI

Il rincalzo consiste nel riportare il comando di scatto emesso dal dispositivo di interfaccia ai dispositivi di interruzione IMS nelle celle MT di arrivo dai cluster presenti all'interno della cabina di smistamento. Esso è costituito da un circuito, condizionato dalla posizione di chiuso del DDI.

### 5.3.3 Dispositivo generale - DG

Il dispositivo generale (DG) ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica. Il DG deve assicurare le funzioni di sezionamento, comando ed interruzione. Esso è costituito da un interruttore in SF6 con sganciatore di apertura, regolato da un sistema di protezioni generali (SPG) di cui si riportano nel seguente elenco gli elementi principali in conformità con la norma CEI 0-16:

- 50 Protezione di massima corrente di fase ad azione rapida
- 51 Protezione di massima corrente di fase ad azione ritardata
- 51N Protezione di massima corrente di terra ad azione ritardata
- 67N Protezione di massima corrente omopolare direzionale

## 5.4 TRASFORMATORE MT/AT

L'unità di trasformazione da media (30 kV) ad alta tensione (36 kV) è collocata a valle della cabina di smistamento ed è composta dal trasformatore stesso e dal quadro in alta tensione dove sono collocate ulteriori protezioni elettriche e dal quale avrà inizio il tracciato del cavidotto interrato a 36 kV per il collegamento alla futura SE di ubicata nel Comune di Belpasso. Il trasformatore e il quadro saranno posti su apposita fondazione.

In seguito sono riportate le principali caratteristiche del trasformatore MT/AT e del quadro a 36 kV situato a valle.

Lunghezza	7.200 mm
Altezza	5.000 mm
Larghezza	3.800 mm
Peso olio	19.000 kg
Peso totale	67.000 kg
Potenza nominale	40.000 kVA
Tipo raffreddamento	ONAN (Oil Natural – Air Natural)
Tensione circuito primario	36.000 Volt
Tensione circuito secondario	30.000 Volt

**Tabella 5-8 – Principali caratteristiche trafo MT/AT**

Version	GHA
Busbar Type	Single
Design	Standard
<u>Electrical Characteristics</u>	
Rated Voltage	40.5 kV
Rated Operating Voltage	36 kV
Rated Frequency [Hz]	50
Rated Power Frequency Withstand Voltage	85 kV
Rated Lightning Impulse Withstand Voltage	185 kV
Rated Short-Time Withstand Current	40 kA
Rated Short-Circuit Duration	3 s
Rated Peak Current	100 kA
Rated Current Busbar	1250 A
<u>Degree of protection</u>	
Main Circuits	IP 65
Drives	IP 2X
Cable Compartment	IP 3X
LV Cabinet	IP 4X
<u>Auxiliary Voltage</u>	
Control	110 V DC
Motor	110 V DC
Protection/Control	110 V DC
<u>IAC Classification acc. to IEC 62271-200</u>	
IAC Classification	AFLR
Internal Arc	40 kA 1 s
<u>Installation</u>	
Arrangement of Switchgear (Rear)	Wall Arrangement
Minimum Ceiling Height	3000 mm
Minimum Clearance to Building Rear Wall	500 mm
Minimum Clearance Front	1700 mm
Minimum Clearance to Side Left	800 mm
Minimum Clearance to Side Right	800 mm
<u>Dimensions</u>	
End Panel Width Left	180 mm
End Panel Width Right	180 mm
Cubicle Height max.	2500 mm
Total Width of Switch Board Section	6560 mm
(Approximate Values without Attachments)	

**Figura 5-8 – Caratteristiche quadro 36 kV**

## 5.5 MISURA DELL'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA

In accordo con la delibera AEEG 88/09 "Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione", il responsabile del servizio di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di potenza nominale superiore a 20 kW è il produttore.

All'interno dell'impianto verranno adottati sistemi di misura in grado di conteggiare:

- Energia elettrica prelevata dalla rete
- Energia elettrica immessa in rete
- Energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico

Il sistema di misure dovrà essere conforme con la normativa CEI 0-16. Esso sarà costituito da:

1. Trasformatori di tensione TV
2. Trasformatori di corrente TA
3. Contatore statico, per la misura bidirezionale dell'energia attiva e reattiva, collegato in inserzione indiretta ai TV e TA
4. Morsettiera di sezionamento e raccolta cavi e dispositivo di protezione del circuito voltmetrico, montato su armadio esterno sigillabile
5. Cavi di tipo schermato per evitare il verificarsi di interferenze (interne, esterne, elettrostatiche e elettromagnetiche)
6. Eventuali apparati di alimentazione ausiliaria
7. Dispositivi per la connessione al contatore ai sistemi di acquisizione remota delle misure, finalizzati alla trasmissione di dati

Tutti i componenti del sistema di misura devono far riferimento allo stesso impianto di terra. I requisiti funzionali dei sistemi di misura sono:

- Misura dell'energia attiva e reattiva immessa e prelevata dalla rete
- Misura e relativa registrazione dei valori massimi di potenza attiva e la corrispondente data e ora
- Impostazione da remoto delle fasce orarie
- Impostazione automatica dell'ora legale/solare
- Rilevazione delle segnalazioni diagnostiche
- Sincronizzazione oraria in locale e da remoto
- Memorizzazione dei dati di misura di energia registrati per un periodo temporale almeno di 60 giorni

## 5.6 SERVIZI AUSILIARI

I servizi ausiliari o impianti speciali includono:

- impianto di illuminazione
- impianto antintrusione
- impianto di videosorveglianza
- impianto rivelazione incendi

Tutti gli impianti citati con parti all'esterno della cabina utenza, servizi ausiliari e di consegna dovranno essere realizzati con modalità di protezione dai contatti indiretti, mediante l'impiego di componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente.

L'alimentazione dei servizi ausiliari dell'impianto sarà derivata dal medesimo PoD a cui sarà allacciato l'impianto agro-fotovoltaico, mediante l'installazione di un trasformatore dedicato da 40 kVA 30/0.4 kV adiacente alla cabina ausiliari. Il quadro di distribuzione dei servizi ausiliari sarà posizionato in un locale dedicato, ubicato in prossimità della cabina di smistamento situata nell'area a sud dell'impianto.

### 5.6.1 Impianto di illuminazione

L'impianto di illuminazione sarà asservito all'illuminazione ordinaria dei locali tecnici e all'illuminazione esterna. All'interno dei locali tecnici dovrà essere garantito un illuminamento non inferiore a 200 lux. L'impianto di illuminazione esterna invece sarà adatto a consentire il corretto funzionamento delle telecamere di videosorveglianza, garantendo quindi un illuminamento minimo di 2 lux lungo le strade perimetrali che verrà attivato tramite sensori solo in caso di allarme dell'impianto antintrusione. Sarà realizzato in Classe II o con isolamento equivalente.

L'intero impianto di illuminazione sarà controllabile in modalità manuale o automatica da remoto.

### 5.6.2 Impianto antintrusione

L'impianto antintrusione dovrà essere realizzato con camere IR. I dispositivi di alimentazione/ripetizione del segnale saranno quindi apparecchi in Classe II, le condutture di alimentazione saranno realizzate con conduttori con  $U_0=0,6/1$  kV e le derivazioni saranno effettuate in cassette di derivazione di materiale isolante.

Si prevede l'installazione di un'unità centrale nel locale ausiliari, in grado di monitorare lo stato dell'impianto ed analizzare gli eventi. Sarà possibile il collegamento ad una o più unità remote.

### 5.6.3 Impianto di videosorveglianza

L'impianto di videosorveglianza sarà costituito di telecamere collegate ad una postazione centrale di videoregistrazione ed archiviazione delle immagini, ubicata nel locale ausiliari. L'impianto dovrà essere impostato in modo da garantire una visione completa dell'impianto agro-fotovoltaico. La continuità di funzionamento delle telecamere sarà garantita per almeno 10 ore tramite un alimentatore indipendente.

Le telecamere saranno in Classe II, le condutture di alimentazione saranno realizzate con conduttori con  $U_0=0,6/1$  kV e le derivazioni saranno effettuate in cassette di derivazione di materiale isolante.

### 5.6.4 Impianto antincendio

La protezione dal rischio di incendio verrà effettuata secondo le buone pratiche relative a locali con presenza di apparecchiature elettriche soggette a riscaldamento e a rischi legati alla distribuzione di energia elettrica, quali perdite di isolamento e cortocircuito. Pertanto, le unità di trasformazione saranno equipaggiate di sensori di rivelazione incendi collegati ad una centralina per la supervisione remota ed a un sistema di segnalazione sonora, che verranno definiti con maggior dettaglio in fase di progettazione esecutiva e di un estintore a polvere o a CO<sub>2</sub>.

Le cabine saranno inoltre dotate di un torrino di estrazione aria e di griglie di aspirazione, al fine di garantire una buona ventilazione del locale e di un'apertura con maniglione antipánico.

Ciascuna unità di trasformazione, cabina e il locale ausiliari saranno dotati di un pulsante di emergenza per lo sgancio rapido a lancio di corrente.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione "21047RMC.PD.R.19.00 – Relazione tecnica antincendio".

## 5.7 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Il dispersore di terra sarà unico e costituito da una corda in rame nudo di 35 mm<sup>2</sup> e 50mm<sup>2</sup> interrata a circa 0,5 m di profondità, disposta lungo il perimetro esterno della stazione di trasformazione e del campo agro-fotovoltaico. Il dispersore sarà dotato di picchetti infissi nel terreno posizionati entro pozzetti ispezionabili. Per garantire la protezione contro i contatti diretti tutte le masse estranee all'impianto, tutte le parti metalliche e i poli di terra delle prese a spina saranno collegate a terra.

I locali tecnici saranno dotati di un proprio collettore di terra principale, costituito da una barratura in rame fissata a parete, alla quale andranno collegati:

- il conduttore di terra proveniente dal dispersone;
- il conduttore di terra proveniente dai ferri di eventuali armature;
- il centro-stella del trasformatore elevatore BT/MT;
- il conduttore di protezione connesso alla carcassa del trasformatore elevatore BT/MT;
- i conduttori connessi ai chiusini di eventuali cunicoli portacavi;
- il nodo di terra dei quadri elettrici.

## 5.8 SISTEMA DI REGOLAZIONE E CONTROLLO

L'impianto agro-fotovoltaico dovrà essere dotato di:

- controllo di produzione;
- modalità di avviamento e riconnessione alla rete;
- Regolazione della potenza attiva e reattiva
- sistema di teledistacco della produzione.

Il sistema di controllo avverrà in due modalità:

1. Controllo locale: monitoraggi tramite pc centrale, posto in prossimità dell'impianto;
2. Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto con scheda di rete Data-Logger montata sulle apparecchiature dell'impianto (es. inverter).

Le grandezze controllate da sistema sono:

- potenza dall'inverter;
- tensione di campo dell'inverter, corrente di campo degli inverter, radiazione solare;
- temperatura dell'ambiente, velocità del vento;
- energia attiva e reattiva prodotte.

## 5.9 IMPIANTO DI CONNESSIONE ALLA RTN

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata dal gestore della rete Terna prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una futura Stazione Elettrica di trasformazione RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV "Chiaramonte Gulfi – Paternò".

Il progetto prevede la costruzione di una linea elettrica dedicata in AT a 36 kV che permette di connettere il parco solare alla RTN mediante la SE sopracitata, situata a circa 9 km in linea d'aria dall'area di impianto.

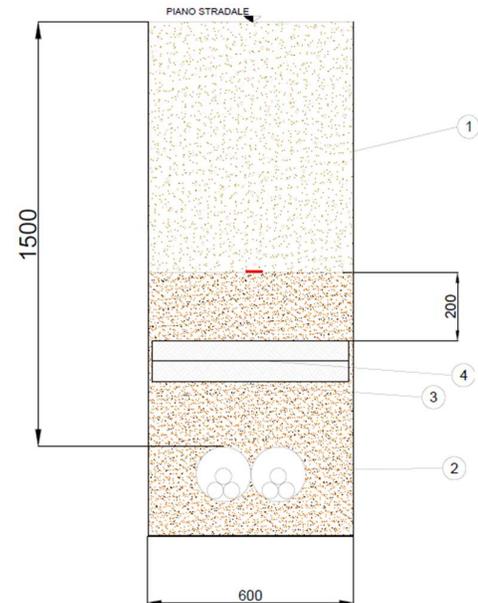
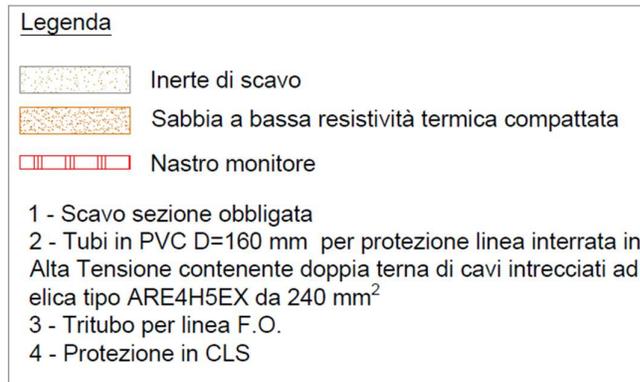
In particolare, la soluzione tecnica consiste in:

- linea cavidotto sotterraneo composta da doppia terna di cavi Al 240 mm<sup>2</sup> posti nel medesimo scavo su strada asfaltata: circa 3.600 m;
- linea cavidotto sotterraneo composta da doppia terna di cavi Al 240 mm<sup>2</sup> posti nel medesimo scavo su strada sterrata: circa 8.600 m;
- linea cavidotto sotterraneo composta da doppia terna di cavi Al 240 mm<sup>2</sup> posti nel medesimo scavo su terreno naturale: circa 1100 m;
- modalità di consegna prevista: in antenna allo stallo di arrivo produttori a 36 kV.

Il cavidotto verrà interrato lungo tratti di strada comunali, provinciali o statali. Ulteriori parametri della linea sono:

- Tensione linea: 36.000 V
- è prevista una profondità di posa misurata all'estradosso, con nastro di segnalazione e tubo in PVC per la protezione meccanica della linea, diversa a seconda che il cavidotto venga interrato su strada asfaltata o meno. La profondità di posa sarà pertanto pari ad almeno 1,5 metri, da aumentare opportunamente nel caso di strade asfaltate. Si riporta a titolo di esempio una possibile opzione della soluzione tecnica dello scavo.

Per il trasporto della potenza elettrica dal quadro di partenza in Alta Tensione fino al punto di consegna all'interno della Stazione Elettrica, è prevista la posa di una doppia terna di cavi in Alluminio intrecciati ad elica, ciascuno con sezione pari a 240 mm<sup>2</sup> del tipo ARE4H5EX.



**Figura 5-9 – Tipologico sezione di scavo per posa cavidotto in AT a 36 kV**

I lavori, che saranno realizzati direttamente dal proponente del progetto, consisteranno in:

- opere di scavo e fresatura;
- posa cavidotti;
- chiusura scavi;
- ripristini stradali con conglomerato bituminoso.

## 5.10 ANALISI PRODUCIBILITA' ATTESA

Per quantificare la producibilità attesa dall'impianto agro-fotovoltaico "Polmone" è stata effettuata una analisi dedicata tramite software PVsyst V7.2.18. Il software consente di modellare l'impianto e simulare la producibilità di energia elettrica nel corso di un anno.

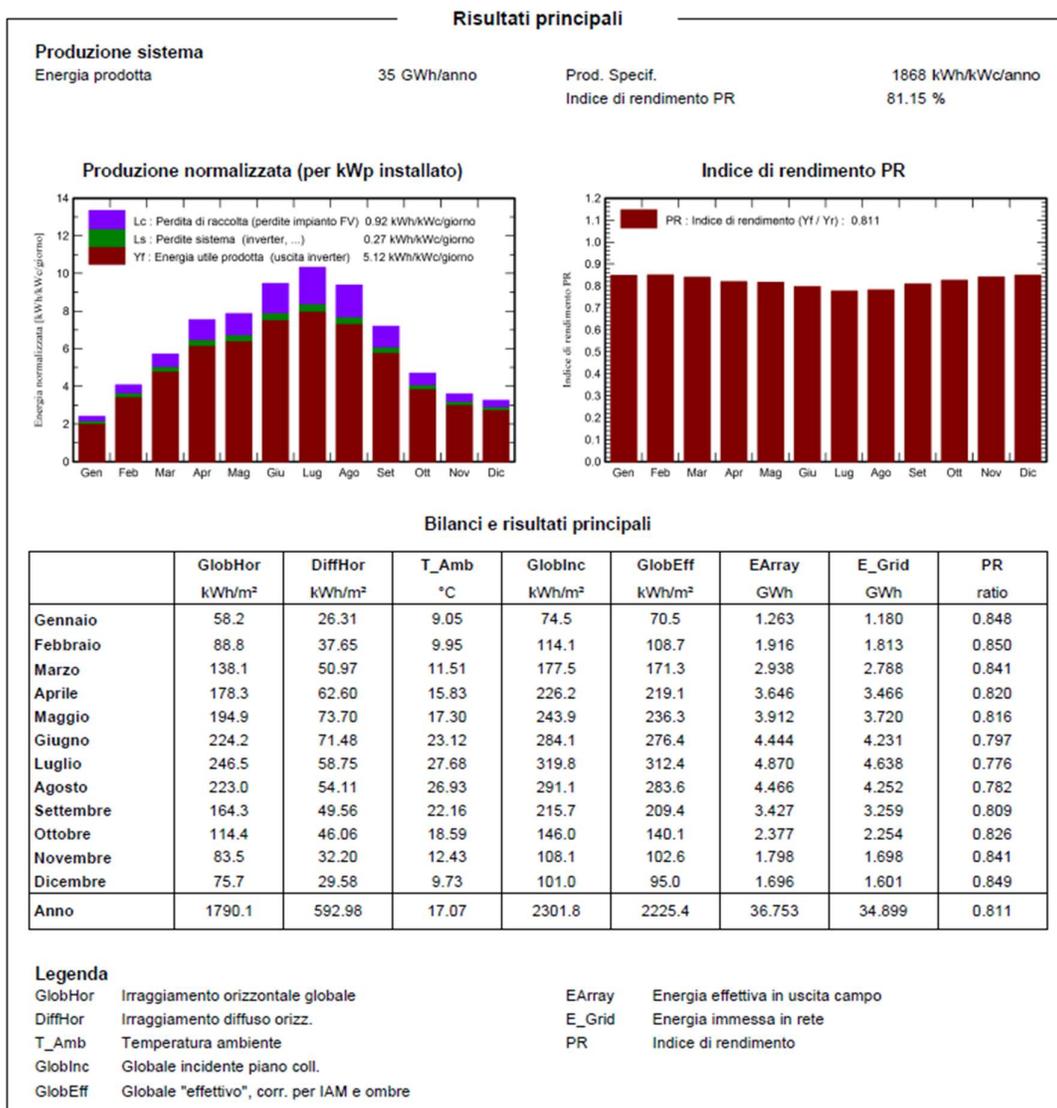
Numero inseguitori monoassiali	575
Interasse inseguitori solari	10 m
Larghezza collettore solare	4,78 m
Inclinazione min/max inseguitore	-55/+55 °
Sottocampo "S1"	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Power skid: SINACON PV4360</li> <li>- 280 stringhe x 32 moduli</li> <li>- 8.960 moduli Trina Solar TSM-DE19-555 Wp</li> </ul>
Sottocampo "S2"	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Power skid: SINACON PV4000</li> <li>- 258 stringhe x 32 moduli</li> <li>- 8.256 moduli Trina Solar TSM-DE19-555 Wp</li> </ul>
Sottocampo "S3"	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Power skid: SINACON PV4000</li> <li>- 258 stringhe x 32 moduli</li> <li>- 8.256 moduli Trina Solar TSM-DE19-555 Wp</li> </ul>
Sottocampo "S4"	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Power skid: SINACON PV4000</li> <li>- 256 stringhe x 32 moduli</li> <li>- 8.192 moduli Trina Solar TSM-DE19-555 Wp</li> </ul>
Frazione perdite DC	1,5% @ STC
Frazione perdite MT	0,02% @ STC
Frazione perdite AT	1,33% @STC
Frazione perdite ausiliari	0,5%

**Tabella 5-9 – Principali dati in input**

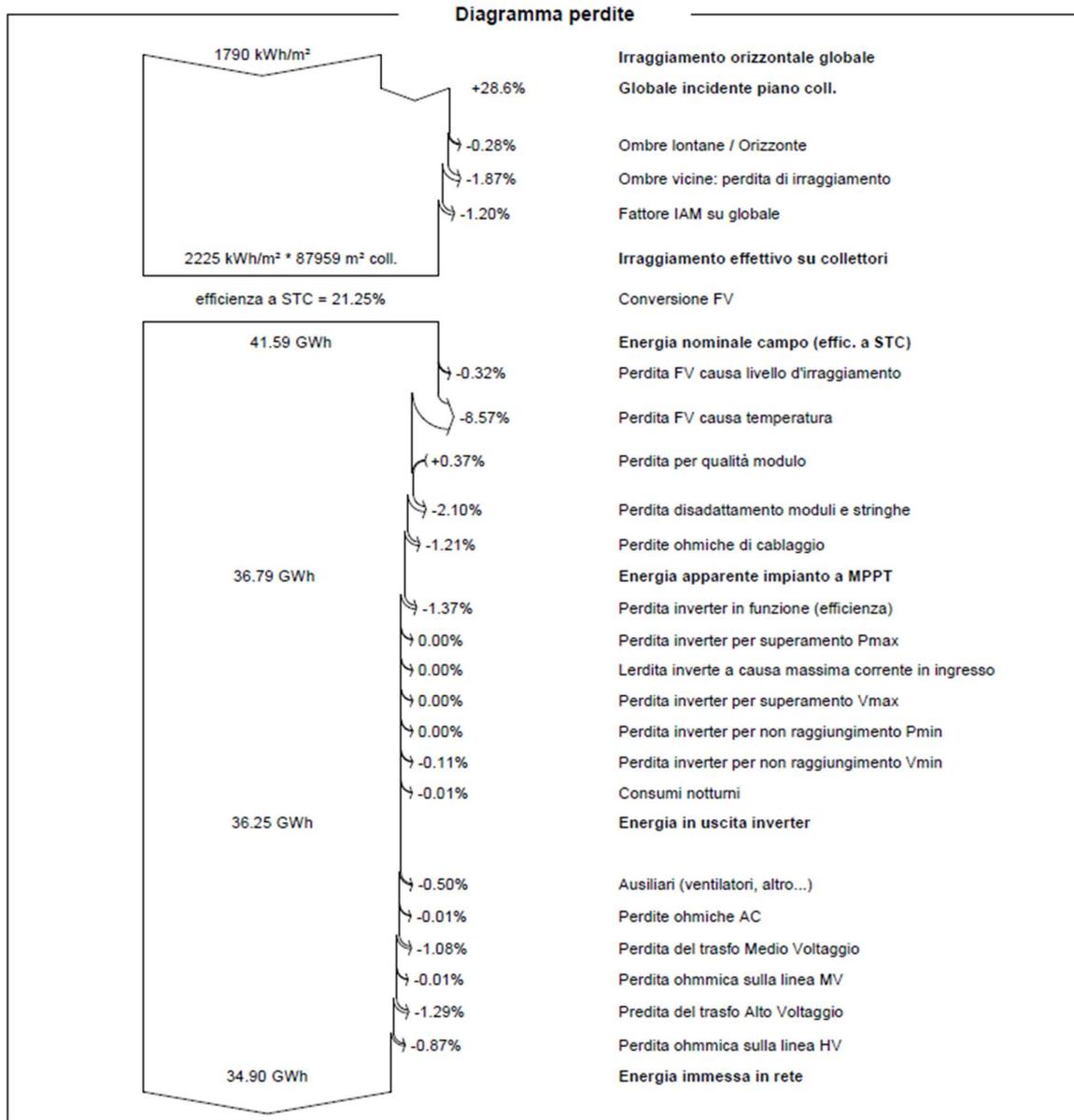
All'interno dell'analisi è stato modellato il generatore fotovoltaico fino al punto di consegna allo stallo di arrivo dei produttori a 36 kV all'interno della Stazione Elettrica Ramacca 380. Sono state considerate le perdite lungo i cavidotti nei vari tratti in corrente continua ed alternata in MT interni all'area di impianto e del tracciato di connessione in AT a 36 kV. Sono state inoltre comprese le

perdite di energia per trasformazione da BT a MT e da MT ad AT. Per semplicità nella modellazione non è stato tenuto conto della presenza del sistema di accumulo BESS in quanto fortemente dipendente dalle strategie di mercato del proponente e dalle disposizioni tecniche fornite dal gestore della RTN.

I principali risultati dell'analisi sono riportati in seguito.



**Figura 5-10 – Bilanci energetici generatore fotovoltaico**



**Figura 5-11 – Diagramma delle perdite generatore fotovoltaico**

## 6 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le principali opere in progetto si possono identificare in:

In particolare, le opere da realizzare consistono in:

- n°1 cabina di smistamento;
- n°1 cabina ausiliari;
- n°1 trasformatore MT/AT e quadri elettrici a 36 kV;
- n°4 unità di conversione e trasformazione (power skid);
- n°2 sistemi di accumulo BESS dotati di unità di trasformazione e n.4 pacchi batteria ciascuno;
- realizzazione viabilità interna per una lunghezza totale di circa 5,8 km;
- infissione e montaggio delle strutture e dei moduli fotovoltaici;
- realizzazione di una recinzione metallica perimetrale;
- piantumazione della fascia alberata mitigativa lungo il perimetro dell'impianto;
- realizzazione cavidotti e posa cavi interni al campo agro-fotovoltaico;
- installazione sistema Antintrusione/videosorveglianza;
- realizzazione del cavidotto interrato in AT di collegamento tra l'area di impianto e la sezione a 36 kV interno alla sottostazione elettrica.

Di seguito viene riportato un elenco delle principali attività previste per la costruzione dell'impianto agro-fotovoltaico:

1. Progettazione e test preliminari (40 g): progettazione esecutiva delle opere per la costruzione dell'impianto agro-fotovoltaico, progettazione esecutiva dell'impianto di connessione alla RTN, realizzazione di *pull out test* per la determinazione della corretta profondità di infissione dei pali di sostegno degli inseguitori solari.
2. Procurement (90 g): spedizione e consegna delle varie componenti dell'impianto tra cui moduli fotovoltaici, materiale per fondazioni, pali tracler, unità power skid, unità di trasformazione MT/AT, sistemi BESS, cabinati, cavi elettrici, opere accessorie.
3. Installazione del cantiere (30 g): allestimento del cantiere con recinzioni e baracche temporanee, pulizia del sito di cantiere e attività di tracciamento.
4. Opere civili (180 g): realizzazione recinzioni e strade, opere di drenaggio e fondazioni per la posa delle componenti e dei cabinati vari.
5. Opere meccaniche (50 g): installazione tramite battimento dei pali di sostegno inseguitori solari, montaggio e fissaggio dei moduli fotovoltaici.

6. Opere elettriche (190 g): posa dei cavidotti all'interno dell'area di impianto, allestimento delle unità di conversione e trasformazione e sistemi ausiliari. Effettuazione di test di collaudo del generatore fotovoltaico.
7. Costruzione delle infrastrutture di connessione (380 g): opere civili quali scavo di sezione obbligata e riporto del materiale di risulta, opere elettriche quali posa del cavidotto interrato e giuntura dei tratti di cavidotto.
8. Esecuzione di opere e interventi accessori (220 g): preparazione dei terreni per la coltivazione, esecuzione dei ripristini e delle opere di mitigazione, installazione di impianto di videosorveglianza. Collaudo funzionale e smobilizzo del cantiere.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda al cronoprogramma allegato "21047RMC.PD.C.04.00 – Cronoprogramma" e al computo metrico "21047RMC.PD.C.01.00 – Computo metrico estimativo" per la stima dei costi di realizzazione delle opere nelle varie fasi.

## 7 OPERE CIVILI

Per accedere al sito, per le operazioni di cantiere e per la fase di esercizio dell'impianto non sono necessarie opere sul sistema viario pubblico esistente, il quale è già adeguato.

Le principali opere civili consisteranno pertanto in:

- movimentazione a terra;
- realizzazione viabilità interna;
- scavi e rinterri dei cavidotti BT e MT interni al parco agro-fotovoltaico;
- montaggio strutture di sostegno moduli agro-fotovoltaico;
- realizzazione della recinzione e relativi accessi;
- realizzazione piattaforme in calcestruzzo per basamento delle cabine elettriche;
- posa in opera dei componenti dei gruppi di conversione e trasformazione;
- posa in opera del locale prefabbricato di alloggio della cabina di smistamento;
- scavo e rinterro del cavidotto a 36 kV di collegamento tra il quadro di partenza in AT e la nuova Stazione Elettrica da realizzarsi nel comune di Belpasso.

### 7.1 MOVIMENTI A TERRA

Le caratteristiche plano altimetriche e fisico/meccaniche del terreno sono idonee per la posa delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, non sono quindi previsti nel progetto ingenti movimenti terra, se non alcune sistemazioni locali per lo spianamento della base delle platee per l'ubicazione delle unità di trasformazione.

Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il riempimento degli scavi e per il livellamento del terreno, previo accertamento, in fase esecutiva, dell'idoneità del materiale per il riutilizzo in sito e dell'assenza di contaminanti così come previsto nel piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo "21047RMC.PD.R.09.00 – Piano preliminare gestione terre e rocce da scavo".

Nel caso in cui i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

Poiché per l'esecuzione dei lavori non saranno utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

## 7.2 VIABILITÀ INTERNA

La viabilità interna al campo agro-fotovoltaico, indispensabile per le varie operazioni di cantiere e di manutenzione, verrà realizzata in terra battuta.

Gli accessi al campo agro-fotovoltaico dalla viabilità pubblica saranno garantiti con appositi cancelli. Le strade esterne esistenti permettono già di per sé di raggiungere agevolmente l'accesso a tutti e quattro i sottocampi. Queste saranno utilizzate essenzialmente per l'accesso all'impianto e, alcune, per il passaggio dei cavidotti in MT che andranno verso la cabina di smistamento.

La viabilità dovrà essere realizzata in maniera da essere fruibile anche in caso di maltempo. Data la debole intensità del traffico, la velocità modesta dello stesso e la quasi unidirezionalità dei flussi, la strada in progetto sarà ad un'unica carreggiata, la cui larghezza di 4 metri è progettata nel minimo necessario ad assicurare il transito in sicurezza dei veicoli. Dovrà essere garantita la continua manutenzione della viabilità interna. Tale viabilità si estenderà per circa 5,8 km e prevederà un fondo stradale brecciato e la posa di terra battuta e misto granulare stabilizzato.

## 7.3 SCAVI E RINTERRI DEI CAVIDOTTI

### 7.3.1 CAVIDOTTI BT

I cavi BT in CC saranno posati all'interno di tubi corrugati flessibili in PVC interrati in cavidotti della profondità di circa 60 cm (Figura 7-1) e larghezza variabile a seconda del numero di linee. Dopo la posa del cavo, lo scavo verrà riempito con lo stesso terreno di risulta.

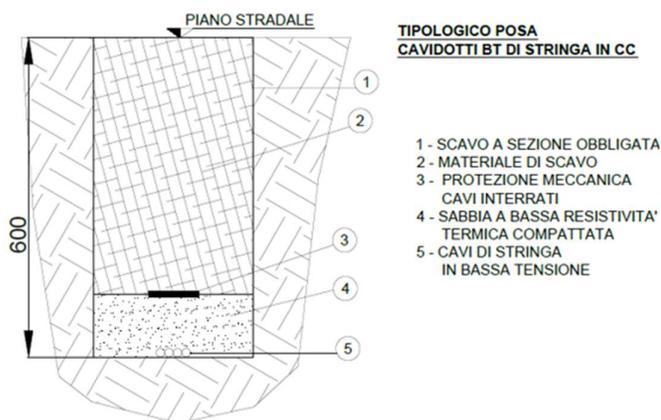
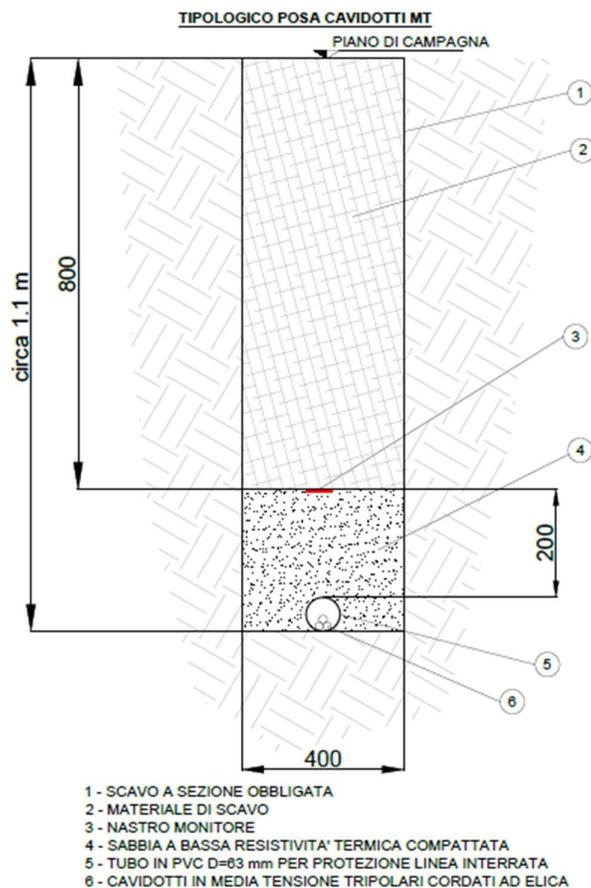


Figura 7-1 – Tipologico posa cavidotti BT di stringa in CC

### 7.3.2 CAVIDOTTI MT

La posa dei cavidotti interni al parco agro-fotovoltaico verrà effettuata tramite scavi in trincea. Gli scavi per le trincee per la posa dei cavi MT a 30 kV, di collegamento dai vari inverter centralizzati di ciascun sottocampo alla cabina di smistamento, saranno effettuati con uno scavo a sezione obbligata fino alla profondità di 1,1 metri.



**Figura 7-2 – Tipologico posa cavidotti MT**

Dopo la posa del cavo, lo scavo verrà riempito con lo stesso terreno di risulta. Verranno posti lungo il percorso del cavidotto dei pozzetti di ispezione di larghezza 80x80 cm, posizionati ad una distanza di circa 100 metri l'uno dall'altro, al fine di poter ispezionare il cavidotto ed effettuare le eventuali manutenzioni durante la vita utile dell'impianto agro-fotovoltaico.

### 7.3.3 CAVIDOTTI AT PER COLLEGAMENTO ALLA RTN

Il collegamento tra l'area di impianto e la sezione a 36 kV all'interno della SE di Terna da realizzare nel Comune di Belpasso per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), verrà realizzato tramite un cavo interrato a 36 kV. Il cavidotto sarà composto da due terne di cavi intrecciati ad elica tipo ARE4H5EX in alluminio con sezione pari a 240 mm<sup>2</sup> ciascuno.

Il tracciato si sviluppa per circa 13,3 km e seguirà prevalentemente la viabilità stradale esistente. Lo scavo per la posa del cavidotto interrato a 36 kV raggiungerà una profondità di almeno 1,5 m da piano campagna.

### 7.4 MONTAGGIO STRUTTURE DI SOSTEGNO

Le strutture di sostegno ipotizzate hanno la caratteristica di poter essere infisse nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in calcestruzzo.

L'inseguitore solare (o tracker) sarà installato su pali di fondazione in acciaio zincato infissi nel terreno, senza necessità di opere in calcestruzzo, tramite un sistema di posa a battuta. Le strutture in questione sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di eventi meteorologici esterni avversi, quali ad esempio raffiche di vento ad alta velocità, come certificato dal costruttore.

Come riportato all'interno della relazione strutturale "21047RMC.PD.R.20.00 – Relazione strutturale tecnica generale" alla quale si rimanda per maggiori dettagli, data la tipologia di tracker previsto in questa fase progettuale, la caratterizzazione geotecnica del terreno ed i carichi agenti sul sistema, i pali di sostegno dovranno essere infissi ad una profondità di circa 4 m al fine di garantire la tenuta delle strutture.

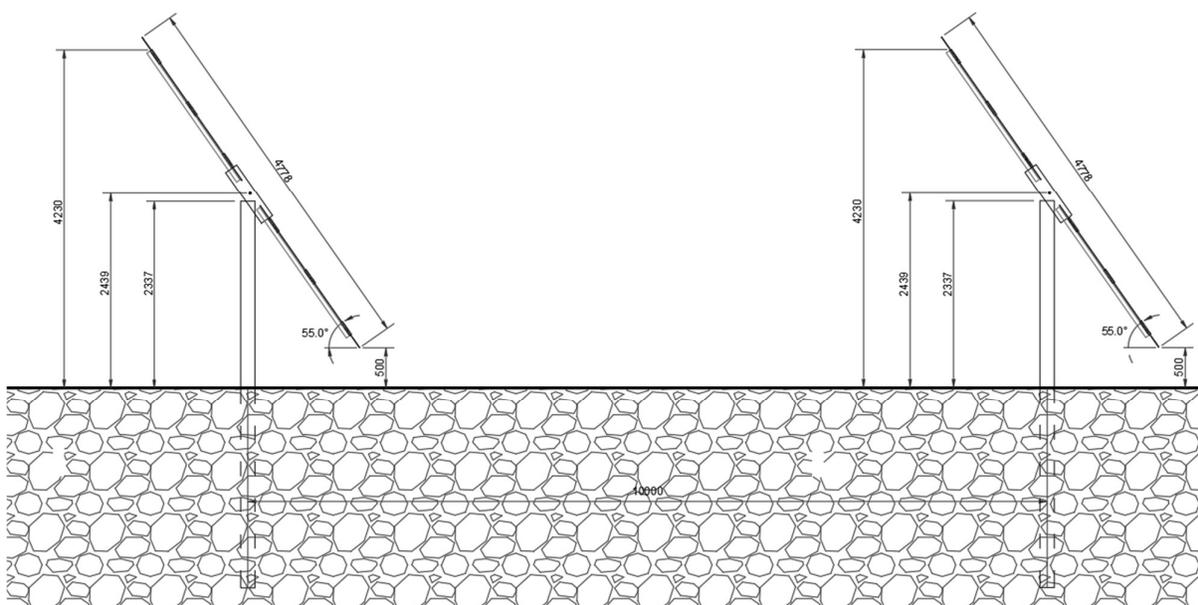
La profondità di infissione dovrà comunque essere verificata in fase esecutiva con i risultati delle prove di estrazione eseguiti in vari punti del terreno.

Tali prove di estrazione o prove di "pull-out" sono prove strumentali che prevedono i seguenti step:

- infissione nel terreno del palo selezionato per una data profondità;
- cicli di carico/scarico con forze orizzontali incrementali applicate ad un'altezza di 50 cm dal piano campagna. Per ogni ciclo viene misurato lo spostamento orizzontale del palo stesso;
- cicli di carico con forze di compressione verticali incrementali applicate alla testa del palo. Per ogni ciclo viene misurato lo spostamento verticale del palo stesso;
- cicli di carico con forze di trazione verticali incrementali applicate alla testa del palo. Per ogni ciclo viene misurato lo spostamento verticale del palo stesso.

Qualora gli spostamenti evidenziati eccedessero le tolleranze, il test andrà ripetuto aumentando la profondità di infissione di 100 mm fino al superamento del test.

I risultati delle prove di pull-out dipendono dalla tipologia di inseguitore e di moduli fotovoltaici disponibili sul mercato e pertanto l'esatta profondità di infissione che si determinerà in fase di progettazione esecutiva potrebbe variare rispetto a quanto calcolato all'interno della relazione strutturale.



**Figura 7-3 – Sezione strutture degli inseguitori solari monoassiali**

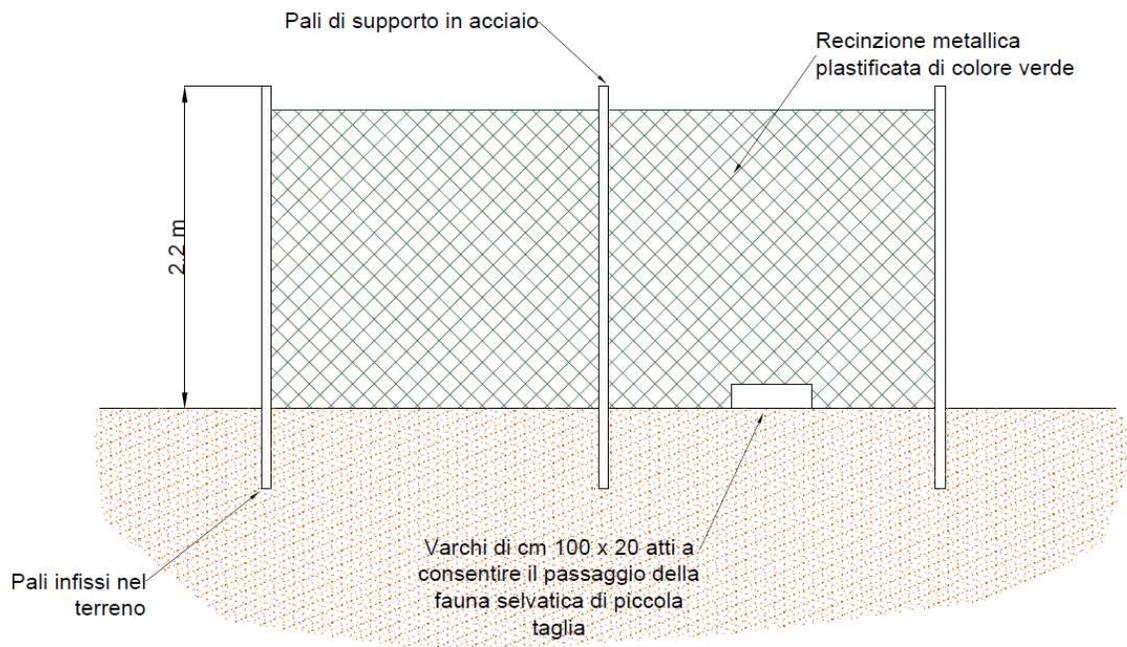
L'infissione sarà realizzata con l'ausilio di macchine battipalo. Le strutture di inseguimento monoassiale verranno posizionate in file contigue, compatibilmente con le caratteristiche piano altimetriche del terreno, e la distanza tra le interfile sarà di 10 metri, come visibile nel layout di impianto.

## **7.5 REALIZZAZIONE RECINZIONE PERIMETRALE**

Per limitare l'impatto visivo tutto il perimetro del parco agro-fotovoltaico verrà completamente recintato da una maglia metallica elettrosaldata plastificata alta 2,2 metri, di colore verde, avente varchi di cm 100x20 a distanza di circa 20 metri l'uno dall'altro, al fine di consentire il passaggio della

fauna selvatica di piccola taglia. La rete metallica che verrà utilizzata sarà di tipo “a maglia romboidale”.

Di seguito viene mostrato un particolare della recinzione.

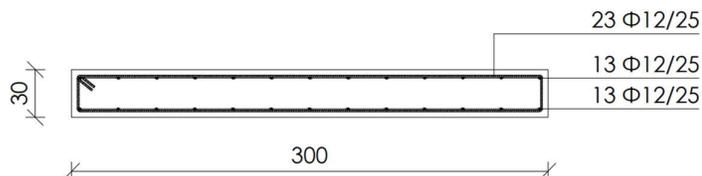


**Figura 7-4 – Particolare recinzione**

## 7.6 REALIZZAZIONE DI FONDAZIONI INTERNE ALL'AREA DI IMPIANTO

Il progetto prevede la realizzazione di due cabine denominate "Cabina Ausiliari" e "Cabina di smistamento". Le cabine hanno struttura prefabbricata per cui nella presente relazione si farà riferimento al solo calcolo delle platee di fondazione rimandando ad una fase successiva la presentazione del calcolo della struttura prefabbricata in sede di variante al progetto.

Il progetto prevede anche la realizzazione della fondazione per il container batterie e per unità di conversione e trasformazione interne ai sottocampi del generatore fotovoltaico e al sistema PCS. La platea di fondazione delle cabine e delle stazioni di conversioni e trasformazione è realizzata in C.A.O. dello spessore di 30,00 cm con armatura inferiore e superiore pari a  $\Phi 12$  passo 25 in entrambe le direzioni della platea.



**Figura 7-5 – Sezione platea di fondazione**

Per ulteriori approfondimenti si rimanda al progetto strutturale allegato.

## 8 GESTIONE E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO

La gestione dell'impianto e gli interventi di manutenzione saranno effettuati attraverso l'uso di software appropriati che permetteranno il monitoraggio ed il controllo dei parametri elettrici e di quelli relativi alle strutture di sostegno. Le attività di manutenzione preventiva sono previste con cadenza annuale, e nella maggior parte dei casi saranno effettuate anche da personale non esperto in tecnologia fotovoltaica purché addestrato ad operare su circuiti elettrici, operando nelle norme di sicurezza dopo aver preso visione del "Manuale d'uso e manutenzione".

Per facilitare il compito di ispezione dell'impianto da parte dell'operatore, si rispetterà apposita checklist, dove sono raccolte le operazioni di verifica da effettuare con cadenza annuale.

- **Moduli fotovoltaici:** La manutenzione preventiva sui singoli moduli non richiede la messa fuori servizio di parte o di tutto l'impianto e consiste in:
  - Ispezione visiva: tesa all'identificazione di danneggiamenti ai vetri anteriori, deterioramento del materiale usato per l'isolamento interno dei moduli, microscariche per perdita di isolamento ed eccessiva sporcizia del vetro;
  - Controllo cassetta di terminazione: mirata ad identificare eventuali deformazioni della cassetta di terminazione, la formazione di umidità all'interno, lo stato dei contatti elettrici delle 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 dei passacavi;
  - Controllo pulizia pannelli: il controllo prevede una cadenza mensile e, in caso di pioggia contenente polveri, sarà effettuato dopo ogni precipitazione. La pulizia sarà effettuata pompando acqua pulita, priva di detersivi, per mezzo di una lancia alimentata da autobotte;
  - Stringhe fotovoltaiche: La manutenzione preventiva sulle stringhe, viene effettuata dal quadro elettrico in continua e consiste nel controllo delle grandezze elettriche con l'ausilio di un normale multimetro e controllare l'uniformità delle tensioni a vuoto e delle correnti di funzionamento per ciascuna stringa. Verificare che su tutte le stringhe che sono nelle stesse condizioni di esposizione, risultano accettabili scostamenti del 10%;
  - Strutture di sostegno: Per le strutture di sostegno è sufficiente assicurarsi che le connessioni meccaniche bullonate più sollecitate risultino ben serrate, che l'azione

degli agenti atmosferici non abbia piegato o modificato leggermente la geometria dei profili o ancora danneggiato la superficie.

- **Quadri elettrici:** La manutenzione preventiva dei quadri elettrici non comporta operazioni di fuori servizio di parte o di tutto l'impianto e consiste in:
  - Ispezione visiva: tesa all'identificazione di danneggiamenti dell'armadio dei componenti contenuti ed alla corretta indicazione degli strumenti di misura presenti sul fronte quadro;
  - Controllo protezioni elettriche: per verificare l'integrità dei diodi di blocco e l'efficienza degli scaricatori di sovratensione;
  - Controllo cablaggi elettrici: per verificare l'efficienza degli organi di manovra (interruttori, sezionatori, morsetti sezionabili)
  - Controllo elettrico: per controllare la funzionalità e l'alimentazione del relè di isolamento installato e l'efficienza delle protezioni di interfaccia;
  - Convertitori statici-trasformatori: Per qualsiasi intervento ci si deve limitare ad una ispezione visiva mirata ad identificare danneggiamenti meccanici dell'armadio di contenimento, infiltrazioni d'acqua, formazioni di condensa, eventuale deterioramento dei componenti e controllo della corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti. Tutte le operazioni è bene che vengano eseguite con impianti fuori servizio.
  
- **Collegamenti elettrici:** La manutenzione preventiva su cavi elettrici di cablaggio non necessita di fuori servizio e 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 salvo nei punti di ancoraggio.
  
- **Pulizia degli interspazi tra le interfile:** Con cadenza periodica si provvederà alla pulizia e al taglio delle erbe sotto le strutture portanti dei moduli fotovoltaici, per evitare che gli elementi rotanti dei tracker si blocchino e per garantire il corretto funzionamento dell'impianto agro-fotovoltaico e la sua efficienza di producibilità energetica.
  
- **Manutenzione viabilità interna al parco agro-fotovoltaico:** Periodicamente, soprattutto dopo la stagione invernale si provvederà a risistemare quei tratti della viabilità interna che con le piogge si sono potuti deteriorare. Pertanto, si andranno ad appianare eventuali buche che si sono create al fine di mantenere lo strato superiore del manto stradale perfettamente

---

livellato e compatto in grado da garantire il transito dei mezzi delle squadre di manutenzione. La conservazione delle giuste pendenze del manto stradale garantirà il deflusso delle acque piovane nei punti di scolo senza creare crepe e pozzanghere che a lungo andare rendono impraticabili tali strade di accesso.

Le opere di manutenzione e conservazione dovranno perseguire prevalentemente l'obiettivo di funzionalità ed estetica. In particolare, si dovrà mantenere una copertura vegetale continua così da prevenire ogni forma di erosione, si dovrà limitare il rischio di incendi e la loro propagazione. Infine, sarà necessario evitare un'antropizzazione di forme di vegetazione per errata gestione nelle semine.

## 9 ANALISI DEI BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

La realizzazione del parco agro-fotovoltaico in progetto apporterà miglioramenti e avrà delle ricadute positive dal punto di vista sociale, economico ed occupazionale, sia nella zona in cui è prevista l'installazione, sia in termini globali se si considera il beneficio ambientale complessivo determinato dalla produzione energetica da fonti rinnovabili.

Lo sviluppo del settore delle energie rinnovabili sta generando una forte crescita occupazionale di tutta la filiera, a partire dai tecnici, professionisti, operai manovratori dei mezzi meccanici, operai specializzati edili, operai specializzati elettrici e trasportatori, personale non specializzato per le necessità connesse alla guardiania, personale specializzato per il controllo e la manutenzione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche di trasformazione dell'energia elettrica, fino ad arrivare ai produttori di moduli fotovoltaici.

Nel territorio del Comune di Ramacca e dei comuni limitrofi l'impatto della realizzazione dell'intervento sarà certamente positivo in quanto verranno utilizzate durante la fase di costruzione maestranze e imprese locali per appalti relativi ai lavori e alle consulenze, e durante la fase di esercizio verranno anche in questo caso utilizzate maestranze e imprese locali per la manutenzione, la gestione/supervisione dell'impianto, la gestione delle colture poste tra le file degli inseguitori solari, nonché la sorveglianza dello stesso.

Le ricadute occupazionali dell'opera sono dunque una delle maggiori voci di beneficio dell'investimento. Gli occupati sono distribuiti lungo le diverse fasi della filiera.

L'insieme dei benefici derivanti dalla realizzazione dell'opera sono come di seguito determinati:

- Variazioni prevedibili del saggio di attività a breve termine della popolazione residente e l'influenza sulle prospettive a medio-lungo periodo della professionalizzazione indotta:
  - Esperienze professionali generate;
  - Specializzazioni di manodopera locale;
  - Qualificazione imprenditoriale spendibile in attività analoghe future, anche fuori zona, in settori diversi;
- Evoluzione dei principali settori produttivi coinvolti:
  - Fornitura di materiali locali;

- Noleggi di macchinari;
- Prestazioni imprenditoriali specialistiche in subappalto;
- Produzione di componenti e manufatti prefabbricati;
- Domanda di servizi e di consumi generata dalla ricaduta occupazionale con potenziamento delle infrastrutture esistenti e sviluppo di nuove attrezzature:
  - Alloggi per maestranze e tecnici fuori sede;
  - Ristorazione;
  - Commercio per generi di prima necessità;

Tali benefici, non saranno legati al solo periodo di esecuzione dei lavori, né resteranno confinati nell'ambito dei territori del comune di Ramacca: le esperienze professionali e tecniche maturate saranno facilmente spendibili in altri luoghi e in altri momenti, soprattutto a ragione del crescente interesse nei confronti dell'utilizzo delle fonti rinnovabili per la produzione di energia e del crescente numero di installazioni di tal genere.

Le rinnovabili creano anche rilevanti ricadute sul PIL, generando nuove attività economiche, sia industriali che di servizi.

## 9.1 INQUADRAMENTO SOCIO-ECONOMICO DELLA SICILIA

In Sicilia nel 2017 hanno sede 270.119 imprese, pari al 6,1 per cento del totale nazionale. L'insieme di queste imprese occupa 727.829 addetti, il 4,3 per cento del totale del Paese (Tabella 9-1).

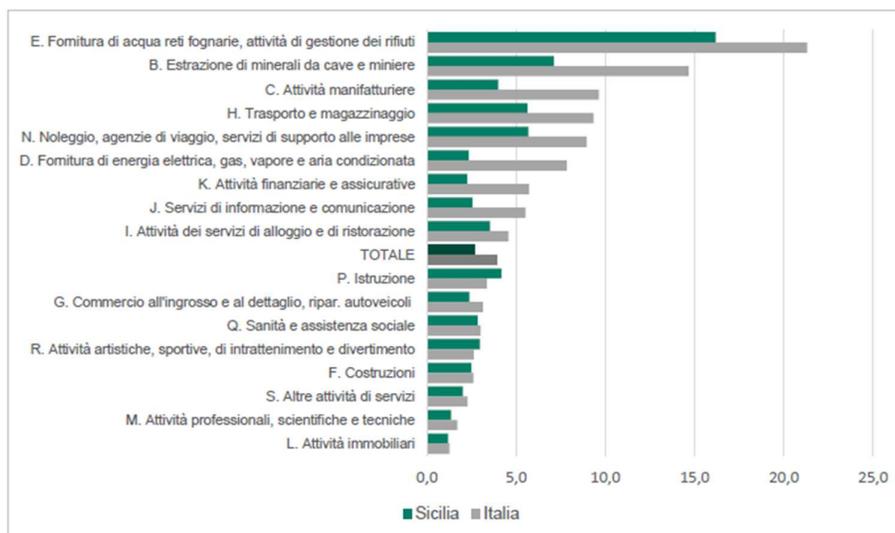
L'attività del commercio fornisce il contributo prevalente al sistema produttivo della regione, con una offerta pari a 86.257 imprese (31,9 per cento delle imprese siciliane e 7,9 per cento di quelle italiane). Nel settore è occupato oltre un addetto su quattro, superiore al dato nazionale che è pari a uno su cinque addetti. L'attività manifatturiera registra 20.580 imprese (pari al 7,6 per cento delle imprese siciliane) e impiega 82.147 addetti (11,3 per cento contro il 21,6 per cento del dato nazionale).

La dimensione media delle imprese siciliane (Figura 9-1) è di 2,7 addetti, ben al di sotto del dato nazionale (3,9). Le imprese con la dimensione più elevata (16,2 addetti per impresa) appartengono al settore E (Fornitura di acqua reti fognarie e attività di gestione dei rifiuti e risanamento) similmente a quanto si registra anche nel resto d'Italia, che mantiene tuttavia valori più alti di dimensione media pari a 21,3 addetti. In tutti gli altri settori, la dimensione media si colloca tra il valore minimo di 1,2 addetti del settore L (Attività immobiliari) e il valore massimo di 7,1 addetti nel settore B (Estrazioni di minerali da cave e miniere). Dal confronto con il dato nazionale, emerge che la dimensione media delle imprese della Sicilia è al di sotto di quella nazionale ad eccezione del settore P (Istruzione, 4,2 addetti a livello regionale e 3,4 addetti per l'Italia nel complesso) e del settore R (Attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento, 3,0 addetti per la Sicilia e 2,6 per l'Italia).

Attività economica	IMPRESE		ADDETTI		DIMENSIONE MEDIA	
	Sicilia	Italia	Sicilia	Italia	Sicilia	Italia
B. Estrazione di minerali da cave e miniere	237	2.062	1.685	30.226	7,1	14,7
C. Attività manifatturiere	20.580	382.298	82.147	3.684.581	4,0	9,6
D. Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	561	11.271	1.317	88.222	2,3	7,8
E. Fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento	889	9.242	14.392	196.969	16,2	21,3
F. Costruzioni	26.715	500.672	66.354	1.309.650	2,5	2,6
G. Commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli	86.257	1.093.664	205.437	3.414.644	2,4	3,1
H. Trasporto e magazzinaggio	7.217	122.325	40.589	1.142.144	5,6	9,3
I. Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	21.489	328.057	76.236	1.497.423	3,5	4,6
J. Servizi di informazione e comunicazione	4.637	103.079	11.807	569.093	2,5	5,5
K. Attività finanziarie e assicurative	5.912	99.163	13.378	567.106	2,3	5,7
L. Attività immobiliari	5.777	238.457	6.900	299.881	1,2	1,3
M. Attività professionali, scientifiche e tecniche	42.044	748.656	56.904	1.280.024	1,4	1,7
N. Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	7.704	145.347	43.832	1.302.186	5,7	9,0
P. Istruzione	1.933	32.857	8.082	110.196	4,2	3,4
Q. Sanità e assistenza sociale	22.573	299.738	64.125	904.214	2,8	3,0
R. Attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	3.462	71.077	10.319	186.315	3,0	2,6
S. Altre attività di servizi	12.132	209.658	24.324	476.606	2,0	2,3
<b>Totale</b>	<b>270.119</b>	<b>4.397.623</b>	<b>727.829</b>	<b>17.059.480</b>	<b>2,7</b>	<b>3,9</b>

Fonte: Istat, Registro statistico delle imprese attive (ASIA)

**Tabella 9-1 – Imprese, addetti e dimensione media per settore di attività economica. Sicilia e Italia. Anno 2017.**



Fonte: Istat, Registro statistico delle imprese attive (ASIA)

**Figura 9-1 – Dimensione media delle imprese per settore di attività economica. Sicilia e Italia. Anno 2017.**

## 9.2 RIFLESSI SOCIO-ECONOMICI DEL PROGETTO

Il Gestore dei Servizi Energetici (GSE) produce annualmente dati statistici ufficiali sulla diffusione e sugli impieghi delle fonti rinnovabili di energia (FER) in Italia nei settori elettrico, termico e trasporti.

Nel rapporto delle attività del 2020, il GSE riporta che nel 2019 la produzione effettiva di energia elettrica da fonti rinnovabili si è attestata a 115,8 TWh, un dato in crescita rispetto all'anno precedente (+1,3%) principalmente per le performance positive delle fonti eolica e solare; la quota del consumo interno lordo nazionale coperto da FER è pari al 35,1%, in lieve aumento rispetto al 2018 (34,5%).

Fonte	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 (stime preliminari)
Idraulica	41,9	52,8	58,5	45,5	42,4	36,2	48,8	46,3	46,7
Eolica	13,4	14,9	15,2	14,8	17,7	17,7	17,7	20,2	18,7
Solare	18,9	21,6	22,3	22,9	22,1	24,4	22,7	23,7	24,9
Geotermica	5,6	5,7	5,9	6,2	6,3	6,2	6,1	6,1	6,0
Bioenergie <sup>1</sup>	12,5	17,1	18,7	19,4	19,5	19,4	19,2	19,6	19,6
<b>Totale FER</b>	<b>92,2</b>	<b>112,0</b>	<b>120,7</b>	<b>108,9</b>	<b>108,0</b>	<b>103,9</b>	<b>114,4</b>	<b>115,8</b>	<b>116,0</b>
CIL Consumo Interno Lordo	340,4	330,0	321,8	327,9	325,0	331,8	331,9	330,2	314,4
FER/CIL [%]	27,1%	33,9%	37,5%	33,2%	33,2%	31,3%	34,5%	35,1%	36,9%

Fonte: Terna, GSE

<sup>1</sup> Bioenergie: biomasse solide (compresa la frazione biodegradabile dei rifiuti), biogas e bioliquidi.

**Tabella 9-2 – Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili in Italia [TWh]**

Secondo la pubblicazione annuale di Terna dell'anno 2021, la produzione annuale lorda di energia elettrica è aumentata del 3% rispetto all'anno 2020. La produzione nazionale lorda è stata pari a 289,1 TWh, registrando un +3,0% rispetto al 2020. In dettaglio la produzione nazionale è stata coperta per il 59,0% dalla produzione termoelettrica non rinnovabile (in aumento del 5,5% rispetto al 2020), per il 16,4% dalla produzione idroelettrica (-4,1% rispetto al 2020) e per il restante 24,6% dalle fonti eolica, geotermica, fotovoltaica e bioenergie (eolica +11,5%, fotovoltaica +0,4%, geotermica -1,9% e bioenergie -2,9% rispetto al 2020). Anche la potenza lorda installata al 31 dicembre 2021 ha subito un incremento pari al 0,6% rispetto al 2020 risultando pari a 119,8 GW. Nel 2021 il parco di generazione delle fonti rinnovabili ha continuato a crescere con un incremento generale pari al 2,5% e una potenza di 58,0 GW, rappresentando il 48,4% del totale installato nel

nostro Paese. In termini numerici, si è passati da 948.979 impianti rinnovabili nel 2020 a 1.029.479 nel 2021 (il solo settore fotovoltaico ha registrato un incremento 80.245 impianti). Diversi settori hanno registrato incrementi rispetto all'anno precedente: il fotovoltaico con +4,4% si è attestato a 22,6 GW, a seguire l'eolico con +3,5% e 11,3 GW

Sin dal 2012 il GSE monitora le ricadute economiche e occupazionali correlate alla diffusione delle fonti rinnovabili e alla promozione dell'efficienza energetica in Italia. Per condurre tali analisi, previste dal D.Lgs. 28/2011.

I risultati del monitoraggio effettuati dal GSE riguardano le ricadute economiche, in termini di investimenti, spese O&M e valore aggiunto, e occupazionali, temporanee e permanenti, dirette e indirette. L'occupazione stimata non è da intendersi in termini di addetti fisicamente impiegati nei vari settori, ma di U.LA. (Unità di Lavoro), che indicano la quantità di lavoro prestato nell'anno da un occupato a tempo pieno. Di conseguenza è importante tenere presente che le apparenti variazioni che si possono riscontrare tra un anno e l'altro non corrispondono necessariamente ad un aumento o a una diminuzione di "posti di lavoro", ma ad una maggiore o minore quantità di lavoro richiesta per realizzare gli investimenti o per effettuare le attività di esercizio e manutenzione specifici di un certo anno.

Il GSE stima che nel 2019 siano stati investiti quasi 1,7 mld€ in nuovi impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, in particolar modo nel settore fotovoltaico (835 mln€) ed eolico (598 mln€). La progettazione, costruzione e installazione dei nuovi impianti nel 2019 si valuta abbia attivato un'occupazione "temporanea" corrispondente a circa 11.700 unità di lavoro (U.LA.) dirette e indirette. La gestione "permanente" di tutto il parco degli impianti in esercizio, a fronte di una spesa di circa 3,5 mld€ nel 2019, si ritiene abbia attivato oltre 33.500 U.LA. dirette e indirette, delle quali la maggior parte relative alla filiera idroelettrica, seguita dal fotovoltaico, dal biogas e dall'eolico. Il nuovo valore aggiunto generato dalle fonti rinnovabili nel settore elettrico nel 2019 si ritiene sia stato complessivamente di circa 3 mld€.

TECNOLOGIA	INVESTIMENTI [mln€]	SPESE O&M [mln€]	VALORE AGGIUNTO [mln€]	OCCUPATI TEMPORANEI DIRETTI + INDIRETTI [ULA]	OCCUPATI PERMANENTI DIRETTI + INDIRETTI [ULA]
Fotovoltaico	835	379	670	5.392	5.952
Eolico	598	326	536	4.139	3.775
Idroelettrico	117	1.051	855	1.051	11.893
Biogas	102	536	477	967	5.937
Biomasse solide	12	603	272	115	3.756
Bioliquidi	0	557	115	4	1.626
Geotermoelettrico	-	59	44	-	600
<b>Totale</b>	<b>1.665</b>	<b>3.511</b>	<b>2.968</b>	<b>11.667</b>	<b>33.538</b>

**Tabella 9-3 – Risultati economici ed occupazionali dello sviluppo delle rinnovabili elettriche nel 2019**

E' evidente che il settore della produzione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili incide positivamente sul settore lavorativo all'interno del territorio, incrementando il numero di occupati sia temporanei sia permanenti. Sulla base dei dati riportati in Tabella 9-3, è infatti possibile estrapolare il dato relativo al numero di Unità di Lavoro per ciascun milione di euro investito, che per il comparto fotovoltaico ammonta rispettivamente a:

- occupati temporanei diretti + indiretti – 6,457 U.LA./mln€ investiti;
- occupati permanenti diretti + indiretti – 7,128 U.LA./mln€ investiti.

L'investimento complessivo previsto per la realizzazione delle opere dell'impianto agro-fotovoltaico "Polmone" è stimato pari a circa 23,72 milioni di euro, che porterebbe una ricaduta occupazionale, utilizzando gli indici estrapolati dal rapporto del GSE, pari ad un incremento di circa 153 U.LA di e 169 U.LA rispettivamente per occupati permanenti e temporanei.

Secondo il rapporto di IRENA del 2022<sup>1</sup> "Renewable Power Generation Costs 2021", i costi di O&M per impianti utility-scale in Europa sono riportati pari a 10\$/kW/anno (Steffen et al., 2020; Vartiainen et al., 2019). Tuttavia, i costi medi riportati nel database di IRENA per impianti utility-scale sono pari a 14,1 \$/kW/year, pari a 13,69 €/kW/anno.

I costi sono dovuti principalmente alla manutenzione preventiva e alla pulizia dei moduli, i quali costituiscono tra il 75% e il 90% del costo totale di O&M. Il rimanente dei costi è dovuto

<sup>1</sup> <https://www.irena.org/publications/2022/Jul/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2021>

principalmente a manutenzione straordinaria, ai costi per l'uso dei terreni e alla sostituzione delle componenti non funzionanti.

Ipotizzando un costo medio pari 13,69 €/kW/anno, per l'impianto agro-fotovoltaico "Polmone" si prevede un costo di O&M pari a circa 415.000 €/anno, all'interno del quale sono inclusi anche i costi per l'operazione ed il mantenimento dei sistemi di accumulo BESS presenti, non essendo ancora presente un database di costi dedicato affidabile.

Considerando un'incidenza del 30% sulla manodopera, ed un costo medio annuo di 27.500 €/U.LA, le ricadute potenziali del progetto possono essere stimate indicativamente in un aumento di 4-5 U.LA..

*I benefici economico-occupazionali confrontati con il limitato impatto ambientale dell'impianto agro-fotovoltaico in progetto e con l'incidenza sulle componenti ambientali, paesaggistiche e naturalistiche, confermano i vantaggi e la fattibilità dell'intervento.*

### 9.3 BENEFICI SOCIALI SULLE REALTA' LOCALI

Per ciò che concerne il risvolto sulle realtà locali è da considerare il forte valore etico della scelta di un'energia derivante da una fonte rinnovabile e quindi totalmente ecologica e compatibile con gli obiettivi nazionali e comunitari riguardanti la diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

L'opera, infatti, si integra perfettamente al contesto territoriale dove si andrà ad inserire, senza creare alcuna emissione nociva per l'ambiente, e rafforzando anzi il concetto che tramite la tecnologia fotovoltaica è possibile ottenere energia pulita sfruttando solamente la fonte solare.

L'impianto inoltre contribuirà a sensibilizzare l'opinione pubblica sull'uso del fotovoltaico e, in generale, sull'uso delle fonti rinnovabili. Il progetto presentato è innovativo in quanto riesce a combinare la produzione di energia al tradizionale uso dei terreni in oggetto, in linea con la forte vocazione agricola della zona.

Le fonti rinnovabili contribuiranno sempre più ridurre la produzione di energia elettrica mediante fonti tradizionali, contribuendo a ridurre le emissioni, fino ad annullarle quasi del tutto. E ciò porterà notevoli ed innegabili benefici: dal punto di vista ambientale contribuirà a migliorare la qualità dell'aria e di conseguenza la salute e il benessere della popolazione; da un punto di vista occupazionale-sociale sarà sorgente di innumerevoli occasioni di lavoro in vista di una probabile riconversione dell'intero comparto industriale petrolchimico.

Gli impianti alimentati da fonte solare sono vantaggiosi dal punto di vista economico/funzionale e allo stesso tempo fortemente sostenibili dal punto di vista ambientale in modo da essere in perfetta linea con la filosofia green energy europea.

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1-1 – Rotazione azimutale .....	5
Figura 1-2 – Rotazione zenitale.....	5
Figura 4-1 – Inquadramento opere progetto su ortofoto .....	14
Figura 4-2 – Inquadramento opere progetto su IGM .....	15
Figura 4-3 – Accesso all’area di impianto .....	16
Figura 4-4 – Profilo dell’orizzonte sui terreni .....	18
Figura 5-1 – Dati tecnici modulo agro-fotovoltaico .....	21
Figura 5-2 – Caratteristiche cavi BT di collegamento fra le stringhe .....	23
Figura 5-3 – Esempio inseguitore monoassiale .....	24
Figura 5-4 – Caratteristiche tecniche inseguitore solare .....	25
Figura 5-5 – Power skid SINACON PV.....	25
Figura 5-6 – Dati meccanici unità skid .....	26
Figura 5-7 – Schema concettuale inverter centralizzato .....	28
Figura 5-8 – Caratteristiche quadro 36 kV .....	39
Figura 5-9 – Tipologico sezione di scavo per posa cavidotto in AT a 36 kV .....	45
Figura 5-10 – Bilanci energetici generatore fotovoltaico .....	47
Figura 5-11 – Diagramma delle perdite generatore fotovoltaico .....	48
Figura 7-1 – Tipologico posa cavidotti BT di stringa in CC .....	52
Figura 7-2 – Tipologico posa cavidotti MT .....	53
Figura 7-3 – Sezione strutture degli inseguitori solari monoassiali .....	55
Figura 7-4 – Particolare recinzione .....	56
Figura 7-5 – Sezione platea di fondazione .....	57
Figura 9-1 – Dimensione media delle imprese per settore di attività economica. Sicilia e Italia. Anno 2017.....	64

## INDICE DELLE TABELLE

<b>Tabella 1-1 – Caratteristiche di progetto e producibilità attesa</b> .....	6
Tabella 4-1 – Principali caratteristiche progetto agro-fotovoltaico “Polmone” .....	17
<b>Tabella 5-1 – Sintesi delle caratteristiche dell’impianto agro-fotovoltaico</b> .....	20
Tabella 5-2 – Dati tecnici unità inverter centralizzato .....	26
Tabella 5-3 – Dati tecnici trasformatore BT/MT .....	27
Tabella 5-4 – Dati tecnici quadro in MT .....	27
Tabella 5-5 – Dati tecnici cella elettrochimica .....	31
Tabella 5-6 – Dati tecnici rack batterie .....	32
Tabella 5-7 – Caratteristiche quadri MT .....	36
Tabella 5-8 – Principali caratteristiche trafo MT/AT .....	39
Tabella 5-9 – Principali dati in input .....	46
Tabella 9-1 – Imprese, addetti e dimensione media per settore di attività economica. Sicilia e Italia. Anno 2017 .....	64
Tabella 9-2 – Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili in Italia [TWh] .....	65
Tabella 9-3 – Risultati economici ed occupazionali dello sviluppo delle rinnovabili elettriche nel 2019 .....	67