



Regione  
Molise



Comune di  
Gildone



Comune di  
Cercemaggiore



Provincia di  
Campobasso

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE  
DI UN PARCO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA  
alla località Golla del Comune di Gildone (CB)  
e DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI  
nei Comuni di Gildone (CB) e Cercemaggiore (CB)

**PROGETTO DEFINITIVO**

**GILD\_REL.01**  
Relazione tecnica

**Proponente**



Fotovoltaico Cinque S.r.l.  
Via Enrico Fermi, 22/24 - 90145 Palermo (PA)

Formato

**A4**

Scala

-

**Progettista**

Ing. Gaetano Cirone

Ing. Adele Oliveto

Geol. Emanuele Bonanno



*Gaetano Cirone*



*Adele Oliveto*



*Emanuele Bonanno*

Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima emissione	16/02/2023	Arch. V. A. Vacca	Ing. Gaetano Cirone	Ing. Gaetano Cirone

## Sommaro

1	PREMESSA .....	4
2	OGGETTO .....	4
3	DATI GENERALI DEL PROPONENTE.....	4
4	CARATTERISTICHE DELLA FONTE UTILIZZATA E PRODUCIBILITÀ ATTESA .....	7
4.1	Localizzazione geografica e Radiazione Solare.....	7
4.2	Analisi della Producibilità attesa .....	8
5	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO, DELLE FASI, DEI TEMPI E DELLE MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI .....	9
5.1	Descrizione delle Opere di Progetto .....	10
5.1.1	Piano colturale progetto agro-voltaico .....	15
5.2	Cronoprogramma delle Lavorazioni .....	17
6	OPERE CIVILI .....	19
6.1	Approntamento aree di cantiere.....	19
6.2	Fabbricati.....	19
6.3	Strutture di sostegno dei moduli .....	26
6.3.1	Tracker fotovoltaici.....	26
6.3.2	Strutture di sostegno fisse.....	29
6.4	Preparazione del terreno sull'area dell'impianto di generazione .....	30
6.5	Preparazione del terreno area impianto di accumulo e nuova stazione Se Terna .....	30
6.6	Viabilità.....	30
6.7	Cavidotti .....	32
6.8	Regimazione Idraulica .....	33
6.9	Recinzioni.....	34
6.10	Impianti di trattamento delle acque e vasche di raccolta .....	35
7	OPERE ELETTRICHE.....	36
7.1	Moduli Fotovoltaici.....	36
7.2	Inverter Fotovoltaici .....	38
7.3	Trasformatori .....	41
7.4	Cavidotti MT .....	43
7.4.1	Cavidotto MT Esterno .....	43
7.5	Impianti ausiliari.....	43
7.6	Opere di Connessione .....	45
7.7	L'impianto di accumulo elettrochimico .....	45



7.7.1.1	Definizioni .....	47
7.7.1.2	Descrizione dei componenti del BESS .....	48
7.7.1.3	Caratteristiche dei containers.....	49
7.7.1.4	Caratteristiche delle batterie.....	50
7.7.1.5	Collegamento sistema conversione in MT.....	50
7.7.1.6	Funzionalità del sistema BESS .....	50
7.7.1.7	Smaltimento a fine vita impianto .....	52
8	INTERFERENZE .....	52
9	RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI .....	54
10	PIANO DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO.....	54
11	RICADUTE ECONOMICHE E SOCIALI.....	56
<b>11.1</b>	<b>Costo di produzione dell'Energia da Fonte Rinnovabile .....</b>	<b>56</b>
<b>11.1.1</b>	<b>Prezzo Di Vendita dell'Energia in Italia.....</b>	<b>57</b>
<b>11.2</b>	<b>Costi Esterni .....</b>	<b>58</b>
<b>11.3</b>	<b>Benefici Globali .....</b>	<b>59</b>
11.4	Benefici Economici - Locali.....	61
11.5	RICADUTE OCCUPAZIONALI LOCALI.....	62
<b>11.5.1</b>	<b>Ricadute sociali occupazionali ed economiche a livello locale.....</b>	<b>63</b>
<b>11.5.2</b>	<b>Stima occupazione locale – impianto di generazione .....</b>	<b>64</b>
11.5.1	Stima occupazione locale – attività agricola .....	65

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 3-1	Dati Società Proponente .....	5
Tabella 5-1	Tabella riepilogativa campi di coltivazione ed estensione .....	15
Tabella 7-1	Caratteristiche linea MT interna.....	43
Tabella 2 –	Sintesi dei risultati dell'Irex Report di Althesys .....	57

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1	Gruppo Società Proponente.....	6
Figura 2	Mappa della radiazione solare totale annuale di Italia e localizzazione sito di interesse progettuale .....	7
Figura 3	Inquadramento su orotofoto .....	13
Figura 4	Layout impianto.....	14
Figura 5	Cronoprogramma dei lavori.....	18



Figura 6 Planimetria e prospetto della Cabina di Trasformazione e Cabina inverter .....	20
Figura 7 Planimetria e prospetto della Cabina di Raccolta R1 .....	21
Figura 8 Vasca di fondazione in CAV .....	22
Figura 9 cabina in CAV .....	23
Figura 10 Planimetria impianto di accumulo elettrochimico.....	25
Figura 11 Sezioni B-B impianto di accumulo.....	25
Figura 12 Sezioni A-A impianto di accumulo.....	26
Figura 13 Schema strutture di sostegno.....	27
Figura 14 Sezione tracker monoassiale .....	28
Figura 15 Interasse tra i tracker .....	29
Figura 15 Struttura di sostegno di tipo fisso .....	29
Figura 16 Sezione tipo – viabilità interna .....	30
Figura 17 Stralcio planimetrico SE Terna.....	31
Figura 18 Tipico posa cavidotto su sterrato con 3 terne.....	32
Figura 19 Tipico posa cavidotto su strada asfaltata -1 terna.....	33
Figura 20 Tipico recinzione perimetrale area impianto di generazione .....	34
Figura 21 Tipico recinzione perimetrale impianto di accumulo elettrochimico.....	34
Figura 22 Caratteristiche tecniche moduli fotovoltaici .....	37
Figura 23 Caratteristiche tecniche inverter di campo .....	40
Figura 24 Componenti principali dell'impianto di accumulo.....	47
Figura 25 - Andamento grafico del prezzo di vendita dell'energia – Dicembre 2021.....	57
Figura 26 - PUN – Prezzo Unico Nazionale - Periodo 2004-2020 - Prezzo medio di vendita dell'energia in Italia in €/MWh Fonte: sito internet Gestore Mercato Elettrico, gme.it .....	58



## 1 PREMESSA

Il presente elaborato descrive il progetto per la realizzazione di un *parco agro-fotovoltaico*, delle relative opere di connessione e delle infrastrutture indispensabili, da realizzarsi alla **Località 'Golla'** del **Comune di Gildone (CB)** con **opere connesse in Comune di Cercemaggiore (CB)**.

Più nello specifico, il progetto riguarda la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile con potenza complessiva pari a **14,33 MW**.

La sua giustificazione intrinseca risiede nel fatto di promuovere e realizzare la produzione energetica da fonte rinnovabile con il notevole vantaggio di non provocare emissioni (liquide o gassose) dannose per l'uomo e per l'ambiente. La peculiarità del progetto proposto risiede, altresì, nella sua tipologia di impianto agri-voltaico, ovvero un "ibrido" tra agricoltura locale e infrastruttura fotovoltaica, di modo da poter sfruttare al meglio il potenziale solare senza sottrarre terra utile alla produzione alimentare.

L'impianto si sviluppa su un'area collinare ad una altitudine compresa tra gli 684 e 790 metri s.l.m. con una estensione di complessivi circa **21,40 ettari** nel territorio del comune di Gildone con opere connesse in comune di Cercemaggiore. Nello specifico, i terreni occupati dall'impianto sono costituiti da terreni incolti o condotti a seminativo.

Nella zona non si rilevano caratteristiche naturalistiche di particolare importanza.

Nel suo complesso, il progetto mira a coniugare l'attività agricola con la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, mantenendo elevati standard di sostenibilità agronomica, ambientale e naturalistica. Il sistema agri-naturalistico-voltaico previsto, infatti, in continuità con la destinazione d'uso attuale dei luoghi e le tradizioni colturali del territorio, consente un corretto inserimento dell'iniziativa nel contesto territoriale, salvaguardando la produzione agricola e, contestualmente, agendo positivamente sul contesto botanico-vegetazionale e faunistico dell'area.

## 2 OGGETTO

L'impianto fotovoltaico di progetto ha lo scopo di produrre energia elettrica da fonte rinnovabile tramite l'installazione di moduli fotovoltaici su inseguitori monoassiali (Nord/Sud) e su strutture fisse, per una potenza complessiva di **14,33 MWp**, con un'estensione di circa **21,41 ha** (area racchiusa dalla recinzione perimetrale), opportunamente sollevati da terra e posizionati in modo da essere congeniali all'attività agricola prevista sulla stessa area.

## 3 DATI GENERALI DEL PROPONENTE

La proponente è la società **Società Fotovoltaico Cinque S.r.l.**, una società di scopo che ha quale proprio oggetto sociale la costruzione e l'esercizio di impianti da fonte rinnovabile.

La **Società Fotovoltaico Cinque S.r.l.** fa parte del gruppo VSB ([www.vsb.energy](http://www.vsb.energy)), multinazionale tedesca attiva da oltre vent'anni, che ha installato nel mondo oltre 1 GW di impianti da fonte rinnovabile.

I dati della società proponente sono i seguenti:

Proponente:	<b><i>Società Fotovoltaico Cinque srl</i></b>
Sede legale:	Via Enrico Fermi 22/24, 90145 Palermo (PA)
P.IVA e C.F.:	06732030827
Pec:	fotovoltaicocinque@pec.it
Tel.:	0971 281981

Tabella 3-1 Dati Società Proponente

L'energia rinnovabile è al centro del lavoro svolto dagli esperti del Gruppo VSB dal 1996. La piccola società di ingegneria si è gradualmente evoluta in un'azienda internazionale, che oggi opera con molte società di servizio e di scopo affiliate, quali la proponente, e da molte sedi nazionali e internazionali.

L'acronimo *VSB* rappresenta le parole latine per Vento, Sole e *Bio*-energia: Ventus, Sol, energia Biologica. Queste sono le Business Areas del Gruppo VSB ed è questo che guida la Società e le sue SPV affiliate dal 1996. Il motto di VSB e delle sue società di scopo è quello che si basa sulla volontà di usare le risorse naturali: in qualità di azienda indipendente leader, esse contribuiscono a creare un approvvigionamento energetico compatibile con l'ambiente e a risparmio di risorse. Il punto di forza della società è nello sviluppo e nella realizzazione di progetti di alta qualità dal punto di vista tecnico ed economico, investendo in un futuro verde, con particolare attenzione all'energia eolica e solare.

Le soluzioni proposte per le energie rinnovabili sono caratterizzate da:

- l'utilizzo delle più recenti tecnologie;
- i più alti standard qualitativi;
- coinvolgimento regionale e partner rinomati;
- miglioramento continuo del servizio.

Il Gruppo VSB - VSB Holding GmbH – e le sue società operano in Germania, Francia, Polonia, Romania, Finlandia, Italia, Irlanda e Tunisia, e lavorano in stretta collaborazione per sfruttare tutte le sinergie, curando tutti gli aspetti progettuali e realizzativi di un'opera, con approfondita conoscenza a livello globale e locale, dalla consulenza, progettazione e sviluppo alla realizzazione, gestione e repowering, con l'ausilio di competenze, idee innovative e professionalità.



**VSB Group**  
Your Renewable Energy Expert  
www.vsb.energy

Un pioniere della rivoluzione energetica dal 1996

Represented in Europe →

Finland, South Korea, Germany, Poland, Romania, France, Croatia, Italy, Greece

**An energy revolution pioneer since 1996**

We have been implementing wind and solar projects for 20 years now. This benefits not just the environment but also the entire region, with customised concepts that add regional value and give citizens the opportunity to participate. Fair lease contracts and transparency in every development step are a matter of course for VSB.

 <b>655</b> Turbines built	 <b>1100 MW</b> Total installed capacity	 <b>58</b> Photovoltaic plants built
 <b>658 MW</b> Commercial management	 <b>1400 MW</b> Technical management	 <b>474</b> Turbines O&M contracted

Figura 1 Gruppo Società Proponente

## 4 CARATTERISTICHE DELLA FONTE UTILIZZATA E PRODUCIBILITÀ ATTESA

### 4.1 Localizzazione geografica e Radiazione Solare

La zona di interesse progettuale è ubicata nella zona a sud del territorio del **Comune di Gildone**, nella parte meridionale del **Molise**, a Sud del territorio provinciale di **Campobasso**.

Nello specifico, il sito di installazione del parco fotovoltaico di progetto, ovvero la **località Golla** del comune di **Gildone**, dista circa 3,4 Km a Sud-Est dal centro abitato di Gildone, a circa 3,1 Km a Nord-Est dal centro abitato di Cercemaggiore e a circa 11,5 km a Sud-Est dal centro abitato di Campobasso. Esso dista, infine, circa 57 km dalla costa Adriatica.

Sito ad una altitudine compresa tra 684 e 790 metri s.l.m., dal punto di vista meteorologico, la zona interessata ricade in un'area a clima tipico delle zone di collina, con inverni miti ed estati fresche: la temperatura minima media nei mesi invernali si attesta infatti intorno ai 7 °C, mentre in estate la temperatura media massima si aggira attorno ai 27 °C. Le precipitazioni risultano concentrarsi tra la stagione autunnale ed invernale con un picco tra i mesi di novembre, gennaio e gennaio

La zona interessata è caratterizzata da un alto irraggiamento, che rende il sito particolarmente adatto ad applicazioni di tipo fotovoltaico. L'irraggiamento è la quantità di energia solare incidente su una superficie unitaria in un determinato intervallo di tempo, e dipende dalla latitudine del luogo, crescendo quanto più ci si avvicina all'equatore; è influenzato, infine, dalle condizioni meteorologiche locali (temperatura, nuvolosità, ecc..).

Per il **Comune di Gildone**, la radiazione globale annua sulla superficie orizzontale si attesta intorno ai **1429 kilowatt/ora** (da "Atlante italiano della radiazione solare" del sito web Enea), corrispondente ad una produzione annua per kilowatt picco di **1569 kWh/1kWp** (in condizioni ottimali – PVsyst), valori che fanno sì che la zona interessata sia particolarmente adatta a questa tipologia di impianti.

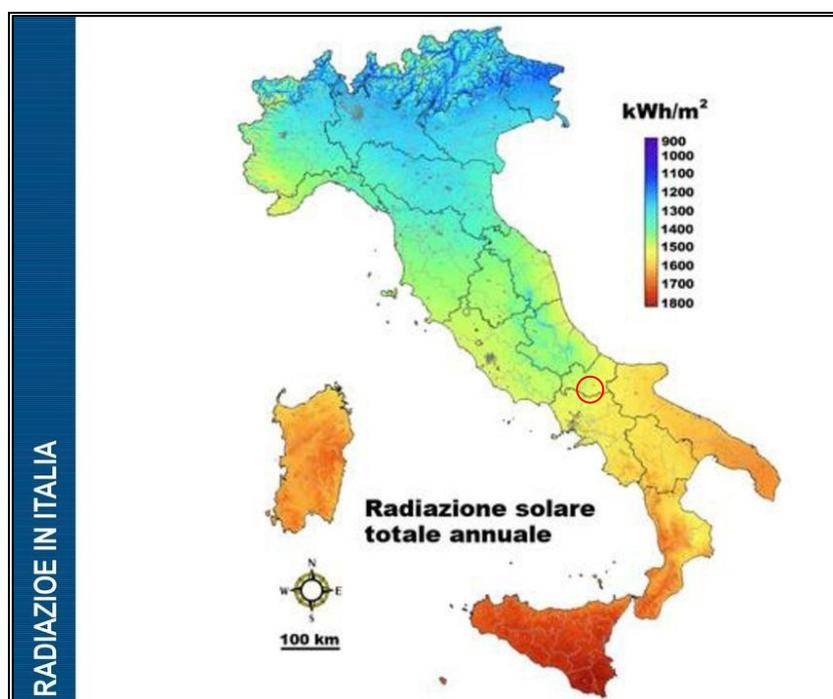


Figura 2 Mappa della radiazione solare totale annuale di Italia e localizzazione sito di interesse progettuale

La proposta progettuale si inserisce nel contesto nazionale ed internazionale come uno dei mezzi per contribuire al raggiungimento degli obiettivi che gli stessi strumenti di pianificazione nazionale ed internazionale si pongono, contribuendo in particolar modo alla riduzione delle emissioni atmosferiche nocive, come previsto dal protocollo di Kyoto del 1997 che anche l'Italia, come tutti i paesi della Comunità Europea, ha ratificato negli anni passati, e contribuendo agli obiettivi di decarbonizzazione prefissati.

Inoltre, per la sua peculiarità della tipologia agro voltaica, si inserisce nella più ampia ottica della conciliazione fra la produzione energetica da fonte rinnovabile con la tutela dell'ambiente e delle sue diverse componenti, la conservazione delle potenzialità del territorio e la produzione agricola.

Un parco fotovoltaico, quale impianto tecnologico su terra, ha la caratteristica di potersi adattare alle condizioni orografiche e morfologiche del terreno: il suo sviluppo è orizzontale, e si adatta al meglio alle condizioni orografiche e morfologiche del terreno, seguendone l'andamento, la morfologia e l'orografia.

Per l'impianto di progetto, in particolare, è previsto l'utilizzo di moduli fotovoltaici della più moderna tecnologia su supporto del tipo ad inseguimento solare: questi ultimi dispositivi, denominati tracker, sono liberi di ruotare attorno al proprio asse, in direzione est – ovest, e saranno dotati di un motore e di un orologio solare, tale per cui i moduli modificheranno il proprio orientamento in modo da seguire il sole durante la giornata, massimizzando la radiazione solare incidente sulla propria superficie.

Inoltre, si inserirà nel contesto territoriale di interesse rispettandone le caratteristiche e la naturalità: l'installazione dei moduli seguirà l'andamento naturale del terreno, non interferirà negativamente con il territorio e con l'attuale assetto idro-geomorfologico del sito in quanto non occuperà gli alvei dei corsi d'acqua presenti e rispetterà il naturale deflusso delle dinamiche idrauliche presenti.

## 4.2 Analisi della Producibilità attesa

Le opere di progetto sono finalizzate a consentire la produzione di energia elettrica da sorgente fotovoltaica, nel rispetto delle condizioni per la sicurezza delle apparecchiature e delle persone.

Il parco fotovoltaico, della potenza complessiva totale di **14,33 MW**, è suddiviso in sottocampi aventi moduli fotovoltaici a struttura ad inseguimento solare.

Esso è costituito da stringhe. Una stringa è formata da 14 moduli collegati in serie, pertanto, la tensione di stringa è data dalla somma delle tensioni a vuoto dei singoli moduli, mentre la corrente di stringa coincide con la corrente del singolo modulo.

Moduli per stringa	Vmp (V)	Imp (A) - STC	Tensione stringa
14	38,4	14,26	510,7,8 V

Il rendimento di un pannello (modulo) è la quantità di energia solare che un pannello riesce a convertire in energia elettrica per unità di superficie, ed è sempre il massimo rendimento alle condizioni standard STC (Standard Test Condition).

La produzione di energia elettrica è stimata considerando una vita utile dell'impianto pari a 30 anni, sulla base delle simulazioni condotte utilizzando il database PVgis:



Pertanto, considerando una producibilità attesa di 1569 kWh/kWp/anno, la produzione di energia elettrica si attesta in **22,48 GWh/anno**, per una produzione complessiva attesa in 30 anni che si attesta attorno ai 674,51 GWh.

## 5 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO, DELLE FASI, DEI TEMPI E DELLE MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI

La realizzazione del progetto proposto richiederà l'esecuzione di alcune opere civili, quali le opere di recinzione, le opere di basamento delle cabine/prefabbricati/shelter, accessi, cunicoli per cavi, ecc., oltre alla realizzazione/installazione dell'impianto fotovoltaico nel senso stretto del termine. Per quest'ultimo, invece, le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici non richiederanno particolari opere civili, in quanto la struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà ancorata a terra mediante pali battuti fino a profondità idonee.

Pertanto, la realizzazione del progetto, nella sua totalità delle opere, prevede una serie articolata di lavorazioni che sono complementari fra di loro, e che possono essere sintetizzate mediante una sequenza di fasi di lavorazione che risulta determinata dall'evoluzione logica, ma non necessariamente temporale.

- 1) fase iniziale: "cantierizzazione" dell'area, attraverso, innanzitutto, rilievi in sito e, successivamente, realizzazione delle piste d'accesso alle aree del campo agro-fotovoltaico. Subito dopo si realizzerà l'allestimento dell'area di cantiere recintata ed il posizionamento dei moduli di cantiere. In detta area di cantiere, sin da questa fase iniziale sarà garantita una fornitura di energia elettrica e di acqua;
- 2) realizzazione delle strade interne all'impianto (perimetrali e trasversali) e delle piazzole antistanti le cabine elettriche;
- 3) realizzazione degli scavi per le platee di fondazione delle cabine elettriche;
- 4) eventuali opere di regimazione delle acque;
- 5) trasporto delle componenti dell'impianto (moduli fotovoltaici, strutture di sostegno, cabine elettriche prefabbricate) e posa in opera ed assemblaggio dei componenti interni;
- 6) tracciamento della posizione dei pali di sostegno delle strutture metalliche dei moduli fotovoltaici (tracker);
- 7) montaggio strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici mediante l'infissione diretta dei pali di sostegno delle stesse a mezzo di idoneo mezzo battipalo;
- 8) realizzazione dei cavidotti interrati sia di Media Tensione (MT a 36 kV) che di Bassa Tensione (BT);
- 9) montaggio moduli fotovoltaici e collegamenti elettrici alle cabine di campo;
- 10) realizzazione cavidotto MT esterno di collegamento all'impianto di accumulo elettrochimico ed alla SE Terna;



- 11) realizzazione recinzione ed impianto illuminazione;
- 12) Posa in opera tubazione principale e secondaria dell'impianto irriguo;
- 13) opere di dismissione cantiere e ripristino e mitigazione ambientale: il trasporto a rifiuto degli inerti utilizzati per la realizzazione del fondo delle aree di lavoro e posa di terreno vegetale allo scopo di favorire l'inerbimento e comunque il ripristino delle condizioni ante operam;
- 14) collaudi elettrici e Start Up dell'Impianto;
- 15) messa a dimora di siepi esterne alla recinzione perimetrale; piantumazione uliveto super intensivo; posa in opera delle ale gocciolanti dell'impianto irriguo;
- 16) lavorazioni del terreno profonde propedeutiche alla successiva coltivazione (aree interne ed esterne);
- 17) operazioni di semina e/o messa a dimora delle colture previste.

Parallelamente alle fasi descritte, saranno condotte le lavorazioni di realizzazione della dell'impianto di accumulo elettrochimico e delle altre opere indispensabili alla connessione (stazione SE Terna e cavidotto di collegamento allo stallo assegnato).

## 5.1 Descrizione delle Opere di Progetto

Il progetto proposto riguarda la realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico e delle relative opere di connessione ed infrastrutture indispensabili da realizzarsi alla Località Golla del Comune di Gildone e Cercemaggiore (CB).

Più nello specifico, il progetto riguarda la realizzazione un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile con potenza complessiva pari a 14,33 MW. Le caratteristiche principali dell'impianto sono:

Estensione (ha)	Potenza (MW)	Rapporto ha / MW	Ubicazione NCT
21,41	14,33	1,50	Fogli 27 e 30 (Gildone)

Da un punto di vista elettrico, il sistema fotovoltaico all'interno dell'impianto è costituito da stringhe.

Una stringa è formata da 14 moduli collegati in serie, pertanto, la tensione di stringa è data dalla somma delle tensioni a vuoto dei singoli moduli, mentre la corrente di stringa coincide con la corrente del singolo modulo.

Moduli per stringa	Vmp (V)	Imp (A) - STC	Tensione stringa
14	38,40	14,26	510,7 V



L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici, raggruppati in stringhe (ovvero gruppi di 14 moduli collegati in serie tra loro, con tensione massima di stringa pari a circa 510,7 V), viene prima raccolta all'interno dei quadri di stringa, e da questi viene poi trasferita all'interno delle cabine di conversione e quindi successivamente nelle cabine trafo dove avviene l'innalzamento di tensione sino a 36 kV.

L'impianto è formato da 7 sottocampi di cui si riportano di seguito le caratteristiche.

Lotto FV	Ptot [MW]	Cabine di campo	N° di moduli	N° di stringhe	P [KWh]
1 e 2	4,073	1	3017	215	2031,75
		2	3017	216	2041,20
3 e 4	8,566	3	3178	227	2145,15
		4	3178	227	2145,15
		5	3178	227	2145,15
		6	3157	225	2130,98
5	1,692	7	2506	179	1691,55
<b>TOTALE</b>	<b>14,331</b>	<b>7+7 (cab. inverter + cab. trafo)</b>	<b>21231</b>	<b>1516</b>	<b>14330,93</b>

Dai sottocampi l'energia prodotta viene trasportata nella **Cabina di Raccolta (CdR)**, posizionata all'interno dell'impianto.

**Si precisa inoltre che in fase di progettazione esecutiva si potrà adottare una configurazione impiantistica differente.**

In estrema sintesi l'impianto sarà composto da:

- 1) **21231 moduli fotovoltaici** in silicio monocristallino (collettori solari) di potenza massima unitaria pari a 675 Wp, installati su inseguitori monoassiali e strutture fisse.
- 2) **1516 stringhe con moduli da 675 W.**
- 3) **7 cabine di campo prefabbricate** contenenti il gruppo conversione (inverter);
- 4) **7 cabine di campo prefabbricate** contenenti il gruppo trasformazione;
- 5) **1 Una Cabina di Raccolta e gestione impianto**, in cui viene raccolta tutta l'energia prodotta dall'impianto e gestito l'impianto;
- 6) **Cavidotti media tensione interni** per il trasporto dell'energia elettrica dalle cabine di trasformazione dai vari sottocampi alla *Cabina di Raccolta*;
- 7) **Cavidotto media tensione esterno**, per il trasporto dell'energia dalla *Cabina di Raccolta* sino all'impianto di accumulo elettrochimico e quindi alla SE Terna.
- 8) **Impianti ausiliari** (illuminazione, monitoraggio e controllo, sistema di allarme anti-intrusione e videosorveglianza, sistemi di allarme antincendio).
- 9) **Impianto di accumulo elettrochimico** della Potenza di **4 MW** e capacità **10 MWh**. L'impianto verrà realizzato in area limitrofa alla SE Terna.

L'impianto per la connessione alla rete elettrica nazionale è costituito da:

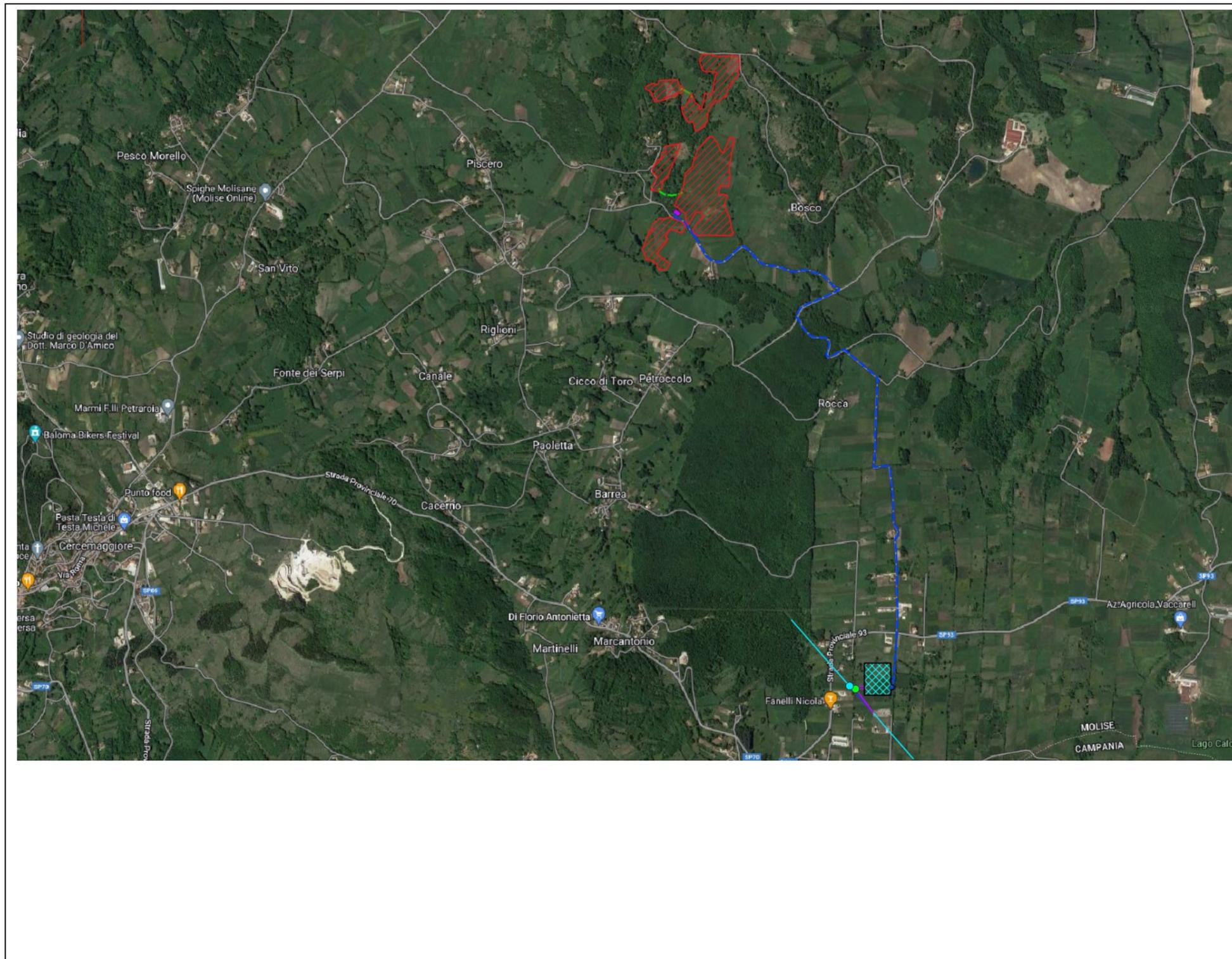
una stazione elettrica 36/150kV della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN 150 kV "Campobasso CP - Castelpagano" previa l'esecuzione delle seguenti limitazioni e potenziamenti:



- rimozione delle limitazioni della linea RTN 150 kV “Campobasso CP – Castelpagano” di cui al Piano di Sviluppo Terna.
- potenziamento/rifacimento della direttrice RTN a 150 kV “CP Campobasso – CP Ripalimosani – CP Morrone – CP Larino – Larino” e della rimozione di eventuali limitazioni delle cabine primarie interessate.

Per le opere su elencate saranno necessarie una serie di opere civili, oltre a quelle elettriche, descritte nei paragrafi successivi.





LEGENDA

-  OPERE DI PROGETTO
-  Opere impianto utente
  -  Area impianto di generazione
  -  Viabilità di accesso area impianto
  -  Cavidotto BT
  -  Cavidotto MT
  -  Impianto di accumulo elettrochimico
    -  Impianto accumulo
    -  strada di accesso
-  Opere di rete per la connessione
  -  Nuova SE Terna
  -  Viabilità accesso SE Terna
  -  Traliccio da demolire e ricostruire
  -  Traliccio di nuova realizzazione
  -  Elettrodotto aereo AT esistente
  -  Nuovi raccordi aerei AT
  -  Tratto elettrodotto AT da demolire

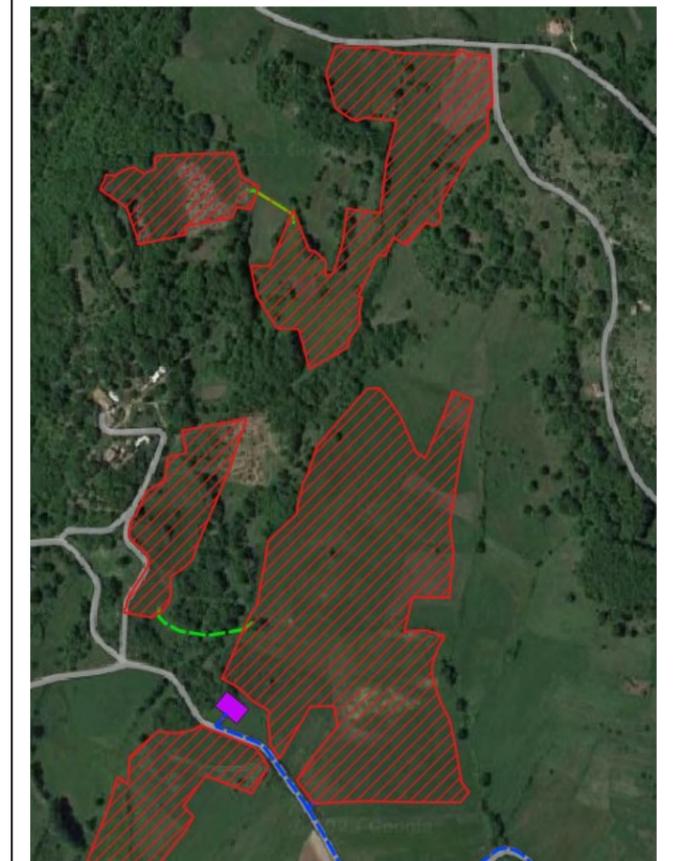


Figura 3 Inquadramento su orotofoto

Si riporta di seguito uno stralcio del layout dell'impianto di generazione.

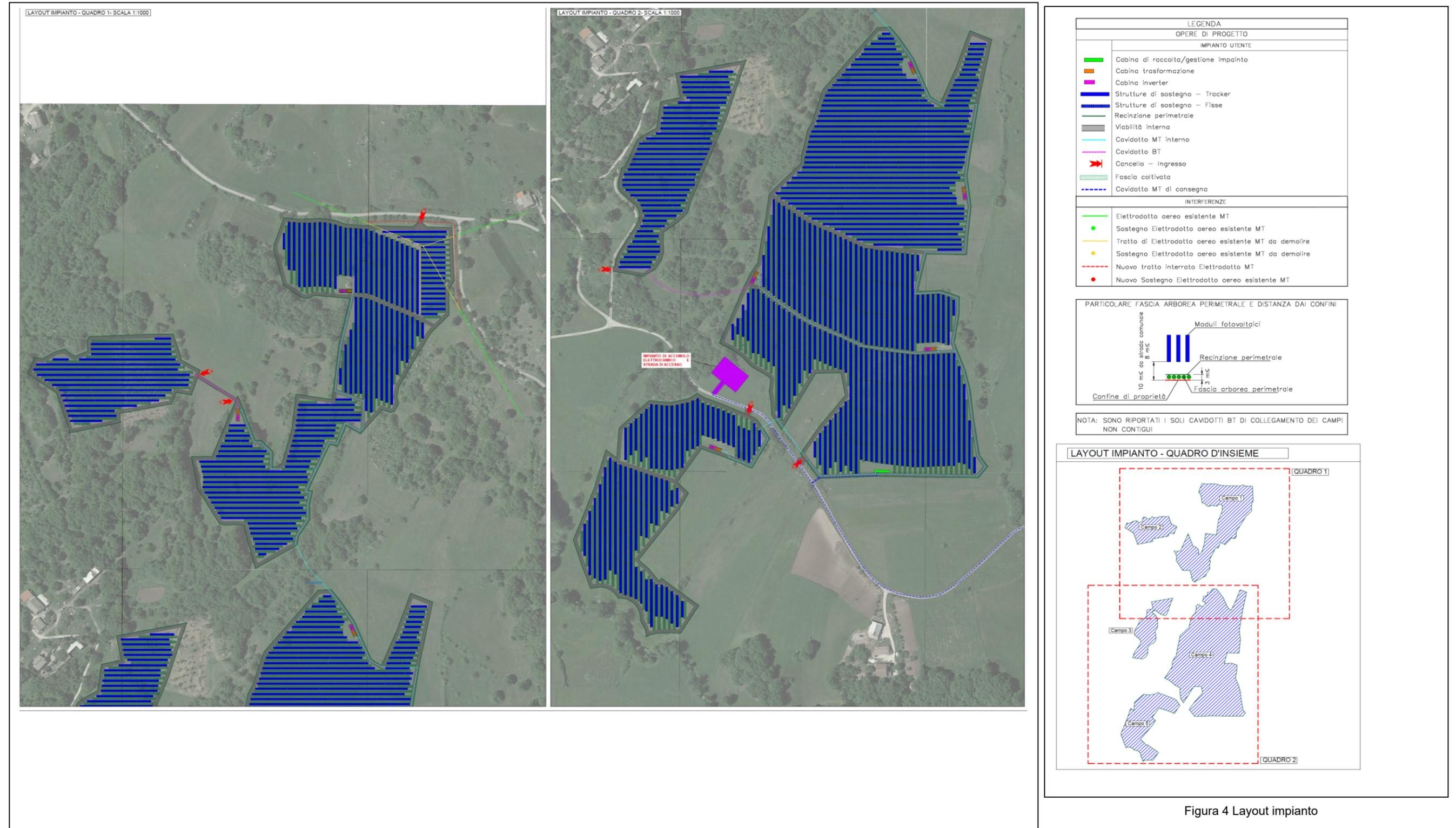


Figura 4 Layout impianto

Il Layout di impianto studiato prevede una buona fruibilità e flessibilità relativamente al profilo agricolo, sia in termini di accessibilità delle macchine agricole che di scelta delle colture e delle metodologie di coltivazione. Inoltre, il posizionamento dei pannelli secondo file parallele ed equidistanti consente di organizzare razionalmente il piano colturale e le operazioni agricole necessarie. Maggiori dettagli si possono evincere dagli elaborati grafici allegati al progetto.

### 5.1.1 Piano colturale progetto agro-voltaico

L'iniziativa prevede la realizzazione di un impianto agro-voltaico destinato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare integrato da un progetto agronomico da realizzarsi nell'agro del comune di Gildone (CB).

L'obiettivo principale dell'iniziativa è quello di ottimizzare e utilizzare in modo efficiente il territorio producendo energia elettrica pulita e garantendo, per il miglior utilizzo del suolo, una produzione agricola che ne mantenga il grado di fertilità.

Dal sopralluogo effettuato e dalla disamina delle condizioni territoriali climatiche, pedologiche, economiche e sociali, dell'area, nonché da quelle tecniche, dettate dalle caratteristiche dell'impianto, non si hanno ampie scelte sui possibili indirizzi colturali, da poter abbinare a un impianto agrivoltaico. Si ripete nella circostanza, che la zona è priva di acqua per irrigazione, l'attività agricola svolta è confinata soprattutto in essenze da foraggio, coltivate in asciutto, dove i terreni presentano caratteristiche migliori, trovano spazio seminativi a cereali, dai quali hanno origine produzioni per Ha molto scarse, ci si trova di fronte a un'agricoltura marginale di sopravvivenza.

Prendendo in considerazione le caratteristiche dell'impianto, quali esposizione, altezza minima dei moduli, larghezza tra gli stessi, si può definire la coltivazione più idonea da abbinare. Le misure dei tracker, ci forniscono un'altezza minima da terra, del pannello solare di 2,1 m. L'interasse tra le strutture di sostegno è pari a 6 m.

La scelta della coltivazione agricola, da praticare sotto i moduli fotovoltaici, ricade in colture foraggere, che siano esse leguminose o graminacee. Si riporta di seguito le superfici da coltivare e gli schemi raffiguranti la superficie coltivata tra le strutture di sostegno.

Lunghezza filari	29155 m	
Fascia coltivata	5,4 m	
Lotto	S [mq]	S [ha]
1	14.432,4	1,44
2	49.085,4	4,91
3	17.285,5	1,73
4	105.232,0	10,52
5	28.108,9	2,81
Superficie Sistema agrivoltaico		21,41
Superficie Coltivata	157437	15,74
$S_{colt}/S_{agr}$ [%]	73,52%	

Tabella 5-1 Tabella riepilogativa campi di coltivazione ed estensione



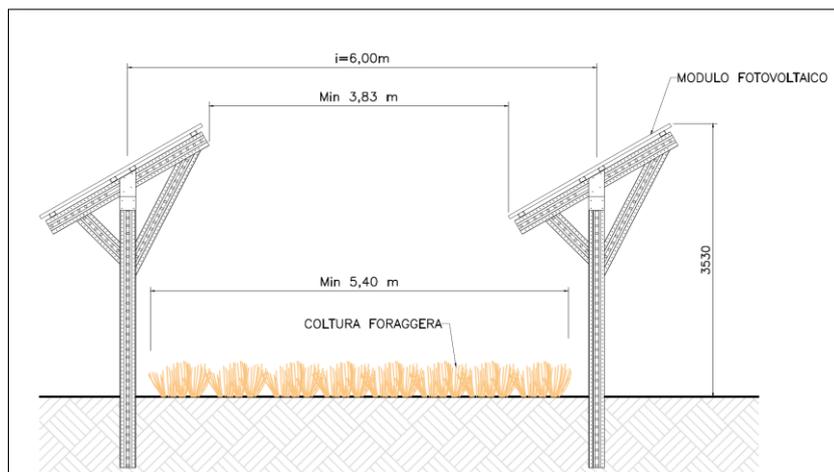


Figura 5. Strutture fisse

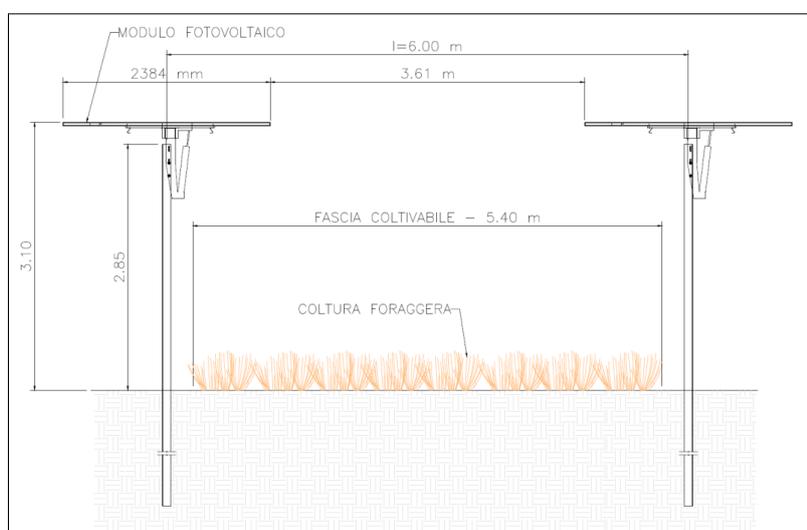


Figura 6. Tracker

Il progetto prevede anche l'introduzione di un allevamento di api, costituito da n°35 arnie. L'apicoltura è considerata a tutti gli effetti attività imprenditoriale agricola, anche se non correlata necessariamente alla gestione del terreno. L'essenza foraggera inserita nel progetto ben si allinea con il settore apistico. Il progetto Agro-voltaico sarà, in definitiva, costituito dai seguenti elementi:

- Un **impianto fotovoltaico**, descritto nei paragrafi precedenti e di cui alla relazione tecnica di dettaglio allegata al progetto;
- Coltivazione di foraggere tra i filari;
- Allevamento di api per la produzione di miele.

Per maggiori dettagli riguardanti sia il piano colturale che la relativa analisi costi/benefici si rimanda allo studio pedo-agronomico e ai relativi elaborati allegati al progetto.

## 5.2 Cronoprogramma delle Lavorazioni

La costruzione dell'impianto sarà avviata immediatamente dopo l'ottenimento dell'Autorizzazione Unica, previa redazione del progetto esecutivo, insieme con i lavori di connessione.

Si stima una durata del cantiere di circa 12 mesi, comprendendo il Commissioning, ovvero la fase dei collaudi e prove. Tale previsione è suscettibile di variazioni, conseguenti della reale forza lavoro che sarà disponibile in fase esecutiva di cantiere. Si riporta di seguito il cronoprogramma dei lavori.





## 6 OPERE CIVILI

La realizzazione del progetto proposto richiederà l'esecuzione di alcune opere civili, quali le opere di recinzione, le opere di basamento delle cabine/prefabbricati/shelter, accessi, viabilità interna, scavi trincee per cavidotti ecc. Nei paragrafi seguenti si descrivono le opere civili necessarie alla realizzazione dell'impianto.

### 6.1 Approntamento aree di cantiere

Le opere preliminari di sistemazione del suolo servono a garantire l'inquadramento dell'area di progetto, buona praticabilità del sito, stabilità al posizionamento delle strutture e ad evitare qualunque tipo di dissesto di ordine idrogeologico. Si provvederà a convogliare le acque meteoriche nei luoghi di deflusso naturale, avendo cura di non modificare il normale deflusso, sia prima che dopo l'esecuzione degli interventi, realizzando, allo stesso tempo, ove necessario, le opere di regimazione idrauliche.

Tali operazioni permetteranno di procedere con l'individuazione delle diverse aree di cantiere che sono:

- area di ingresso;
- area di stoccaggio materiali e componenti dell'impianto (da approntare all'interno dell'area dell'impianto di generazione);
- viabilità interna di servizio.

### 6.2 Fabbricati

I fabbricati/manufatti cabina si rendono necessari per alloggiare alcuni componenti elettrici che, per loro natura e costituzione non possono stare all'esterno, quali Inverter, trasformatori, quadri elettrici.

#### Area impianto di generazione

Nell'area dell'impianto di generazione verranno installati i seguenti manufatti prefabbricati in c.a.v. (cemento armato vibrato):

- cabine di trasformazione;
- cabine di conversione (Inverter);
- cabine di raccolta;

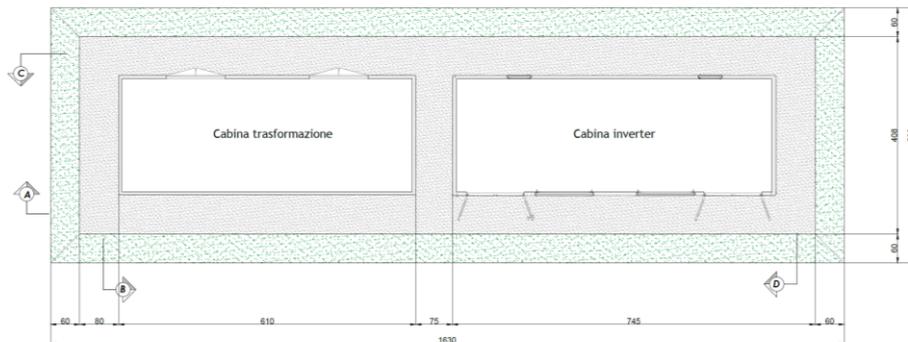
I prefabbricati in c.a.v. (cemento armato vibrato) sono strutture monolitiche a comportamento scatolare; sono realizzati con un processo di costruzione che permette un'ampia versatilità di soluzioni per ogni tipo di esigenza di installazione.

Le caratteristiche costruttive, garantendo un'elevata resistenza al carico dei pavimenti, permettono anche la movimentazione ed il trasporto dei manufatti completi delle apparecchiature.

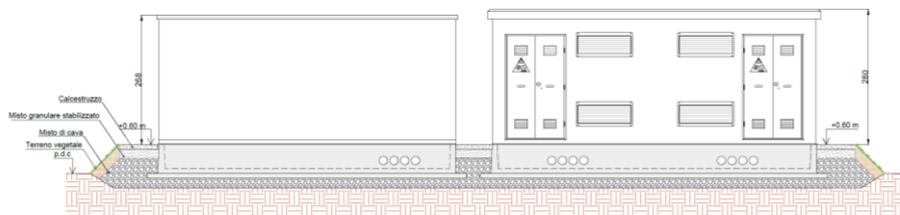


CABINA INVERTER E TRASFORMAZIONE  
Scala 1:50

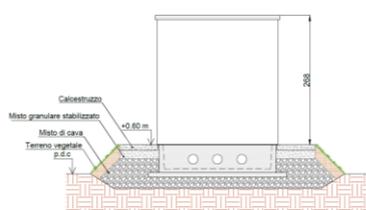
PIANTA



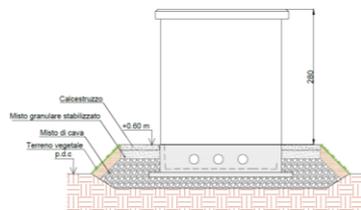
SEZIONE A



SEZIONE B



SEZIONE D



SEZIONE C

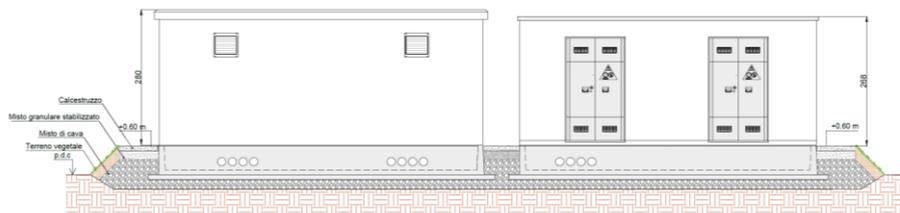


Figura 8 Planimetria e prospetto della Cabina di Trasformazione e Cabina inverter

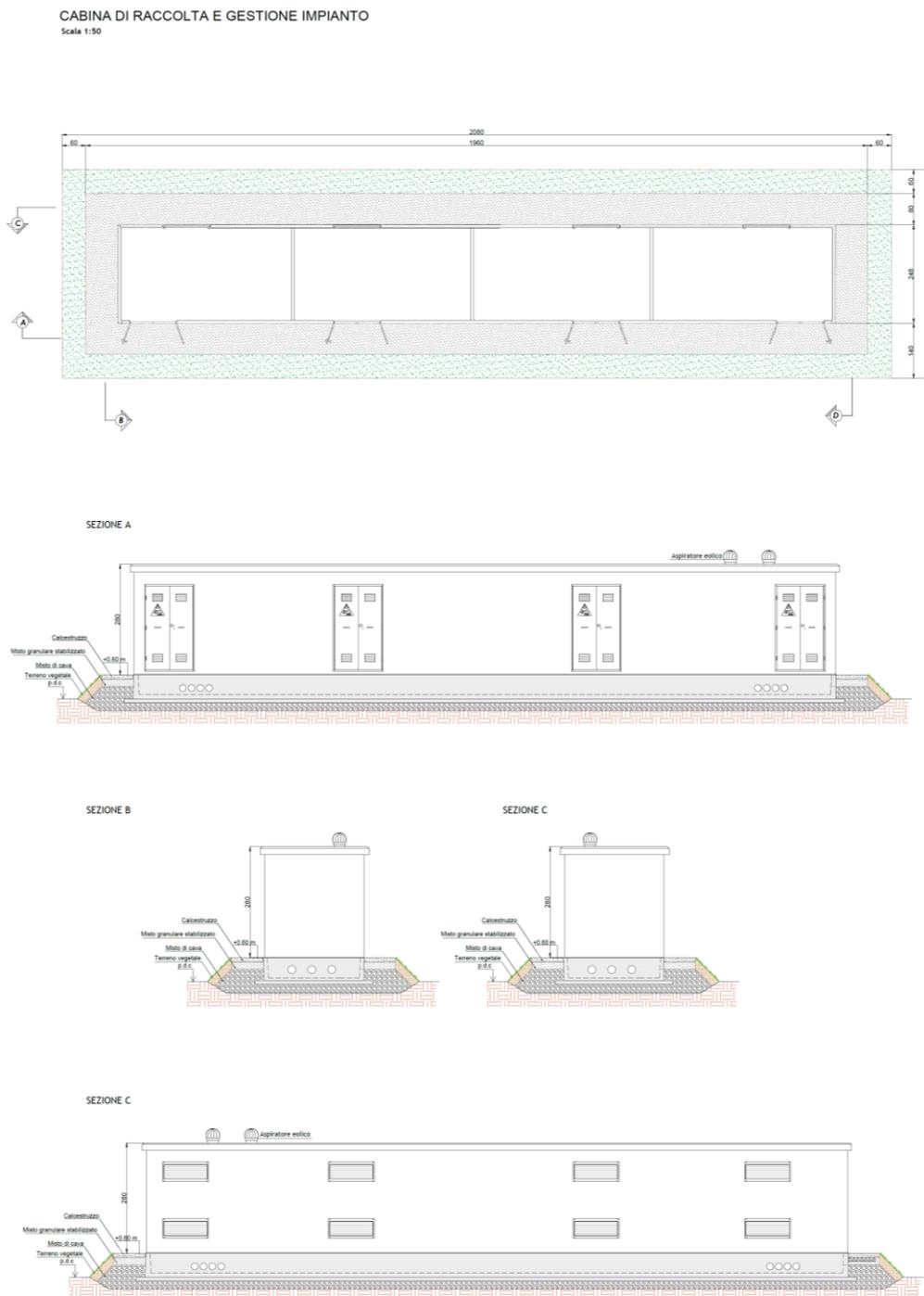


Figura 9 Planimetria e prospetto della Cabina di Raccolta R1

Le pareti delle cabine elencate avranno spessori compresi tra i 7 e gli 8 cm ed avranno le seguenti caratteristiche:

- le strutture verranno realizzate con cemento Portland 525 dosato a 350 kg additivato con fluidificanti e impermeabilizzanti; Il calcestruzzo avrà una resistenza caratteristica Rck 40 Mpa.
- l'armatura sarà costituita da una doppia maglia di rete elettrosaldata B450C con carico di snervamento superiore a 450 N/mm<sup>2</sup> in modo tale da garantire i carichi di progetto.

Il tetto, di spessore minimo pari a 8 cm, a corpo unico con la struttura del chiosco, è impermeabilizzato con guaina bituminosa in poliestere applicata a caldo. Esso verrà armato con doppia rete ed è calcolato per un carico accidentale distribuito pari 300 Kg/mq.

Il pavimento, di spessore minimo pari 10 cm, verrà calcolato per sopportare un carico accidentale (costituito dalle apparecchiature e dal personale che effettuerà le manutenzioni) uniformemente distribuito di 600 kg/mq + 3000 Kg concentrati in mezzeria. Il peso dell'intero manufatto è di circa 3000 kg/ml.

Le vasche di fondazione in CAV sono realizzate in monoblocco in modo da creare una vasca stagna sottostante tutto il locale. Esse hanno altezza esterna compresa tra 60 - 90 cm., altezza interna 50 o 75 cm. e pareti spessore 15 cm, sono fornite complete di fori a frattura prestabilita con flange stagne in pvc per il passaggio dei cavi sui quattro lati.

Il progetto standard delle strutture verrà elaborato in conformità alle prescrizioni alle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC2018 considerando i seguenti parametri di spettro:

Tipo di costruzione: Opere ordinarie - Vita nominale: 50 anni. - Classe d'uso: Classe II. - Coefficiente d'uso: 1,0 - Categoria di sottosuolo: B - Valori di accelerazione  $A_g/g$  ( $T_r=50$ ) 0.3500

Per i particolari tecnici e dimensionali di dettaglio si rimanda alla tavola contenete i dettagli architettonici delle cabine.

Di seguito vengono riportati degli esempi di cabine in CAV.



Figura 10 Vasca di fondazione in CAV



Figura 11 cabina in CAV

Si precisa che in fase di progettazione esecutiva potranno essere adottate soluzioni differenti in merito alla tipologia delle cabine, shelter anziché cabine in CAV. La cabina tipo shelter, interamente prefabbricata, verrà realizzata mediante l'utilizzo di idonei profilati ad uso strutturale (ad es. profilati di acciaio, lamiera grecata, etc.), completi di idoneo e duraturo sistema di protezione superficiale (ad es. zincatura a caldo secondo UNI ISO 1461, verniciatura, etc) opportunamente dimensionati e posti in opera, per consentire l'alloggiamento e il fissaggio delle pareti perimetrali. Si potrà altresì optare per l'impiego di power station preassemblate e poggiate su fondazioni gettate in opera.

### **Impianto di accumulo elettrochimico**

Per l'impianto di accumulo elettrochimico si adotteranno cabine tipo shelter.

I container saranno progettati per ospitare le apparecchiature elettriche, garantendo idonee segregazioni per le vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante), isolamento termico e separazione degli ambienti, spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno.

I container rispetteranno i seguenti requisiti:

- resistenza al fuoco REI 120;
- contenimento di qualunque fuga di gas o perdita di elettrolita dalle batterie in caso di incidente;
- segregazione delle vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante), adeguati spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno ai singoli compartimenti;
- isolamento termico in poliuretano o lana minerale a basso coefficiente di scambio termico;
- pareti di separazione tra i diversi ambienti funzionali (stanze o locali);
- porte di accesso adeguate all'inserimento / estrazione di tutte le apparecchiature (standard ISO + modifica fornitore) e alle esigenze di manutenzione;
- i locali batterie saranno climatizzati con condizionatori elettrici "HVAC". Ogni container sarà equipaggiato con minimo due unità condizionatori;
- particolare cura sarà posta nella sigillatura della base del container batterie. Per il locale rack batterie saranno realizzati setti sottopavimento adeguati alla formazione di un vascone di contenimento, che impedisca la dispersione di elettrolita nel caso incidentale;
- sicurezza degli accessi: i container sono caratterizzati da elevata robustezza, tutte le porte saranno in acciaio rinforzato e dotate di dispositivi antintrusione a prevenire l'accesso da parte di non autorizzati.

I container batterie e Inverter saranno appoggiati su una struttura in cemento armato, tipicamente costituita da una platea di fondazione appositamente dimensionata in base all'attuale normativa NTC 2018.

La quota di appoggio dei container sarà posta a circa 30/50 cm dal piano di campagna, al fine di evitare il contatto dei container con il suolo e con l'umidità in caso di pioggia. La superficie della stazione di accumulo verrà pavimentata con bitume e dotata di apposito impianto di trattamento delle acque di pioggia.



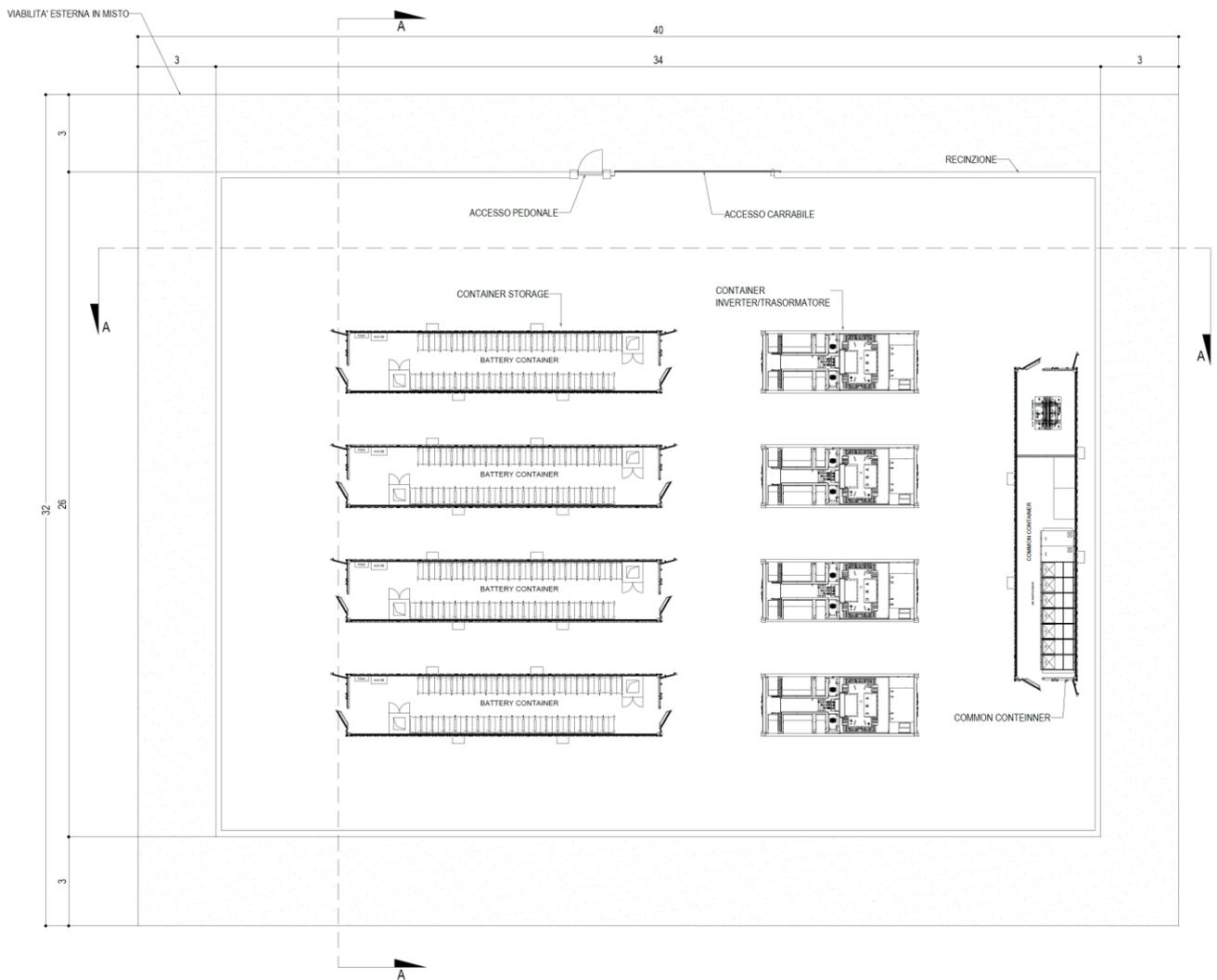


Figura 12 Planimetria impianto di accumulo elettrochimico

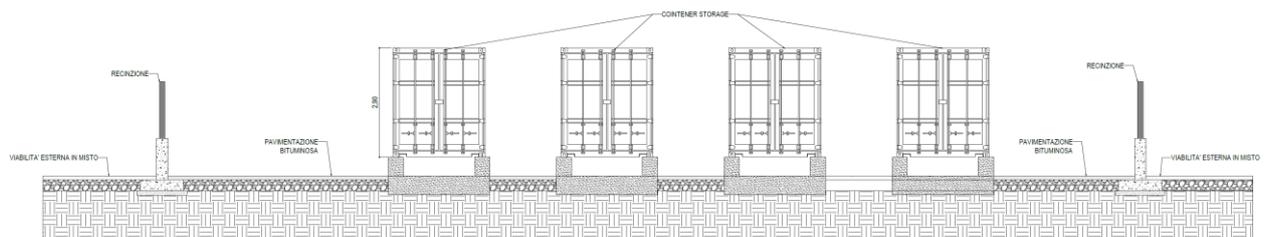


Figura 13 Sezioni B-B impianto di accumulo

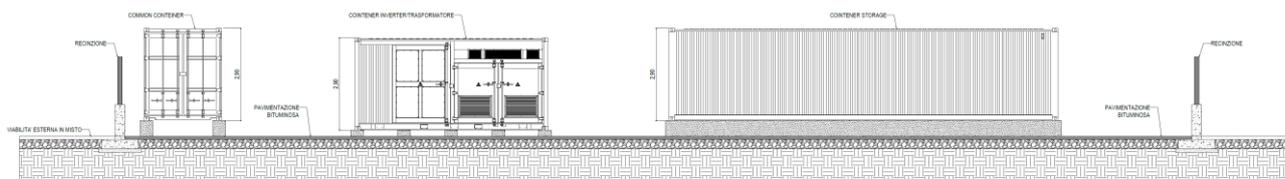


Figura 14 Sezioni A-A impianto di accumulo

L'impianto si compone di N° 4 container storage batterie; N°4 container inverter/trasformatore; N° 1 container di gestione; Nella stessa area della stazione verranno ospitati i container di un altro produttore.

## 6.3 Strutture di sostegno dei moduli

### 6.3.1 Tracker fotovoltaici

I moduli fotovoltaici verranno fissati ad una struttura di sostegno ancorata a terra nelle zone ove il terreno lo permette mediante pali battuti ad una profondità variabile a seconda delle caratteristiche di resistenza del terreno.

Il supporto a cui sono fissati di moduli fotovoltaici è libero di ruotare attorno al proprio asse, in direzione est/ovest, ed è dotato di un motore e di un orologio solare, tale per cui i moduli modificheranno il proprio orientamento così da seguire il sole durante la giornata, massimizzando la radiazione solare incidente sulla propria superficie.

Il sistema ha un movimento automatico mattina-sera (variazione dell'angolo di azimut), mentre l'inclinazione dei pannelli (angolo tilt) sarà eventualmente regolata manualmente agli equinozi in coincidenza con gli interventi di pulizia e controllo dei pannelli. L'impostazione di progetto dell'angolo di tilt è di 0° rispetto al piano orizzontale. La disposizione delle file e delle schiere all'interno delle stesse è tale da mantenere sempre un interasse costante in modo da impedire l'ombreggiamento reciproco tra i pannelli. Di seguito si riporta uno schema esplicativo del sistema di sostegno dei pannelli e dell'inseguitore solare, rimandando alle tavole di progetto per ulteriori dettagli.

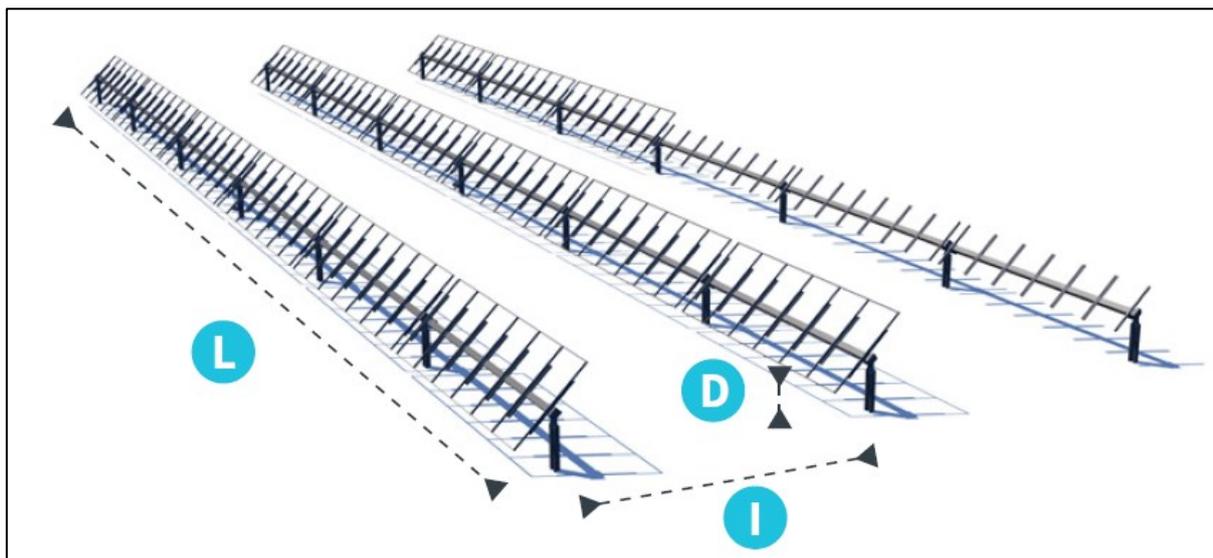


Figura 15 Schema strutture di sostegno

Si adotteranno due tipologie di tracker (mono assiali con 1 modulo disposto in verticale -1 portrait):

- Tipo A: tracker con 28 moduli;
- Tipo B: tracker con 14 moduli (permettono l'occupazione delle aree di terreno in cui il tracker Tipo A non rientra per dimensione).

Si precisa inoltre che in fase di progettazione esecutiva potranno essere adottate soluzioni/configurazioni differenti in ragione delle disponibilità e delle innovazioni tecnologiche delle componenti sul mercato.

Le strutture sono costituite da profili metallici in acciaio zincato a caldo opportunamente dimensionati, che verranno posizionati infissi nel terreno mediante battitura dei ritti di sostegno. Si riporta di seguito una sezione del tracker. Essi avranno un'altezza da suolo alla rotazione massima di 2,10 m in modo da permettere la coltivazione del terreno sottostante.

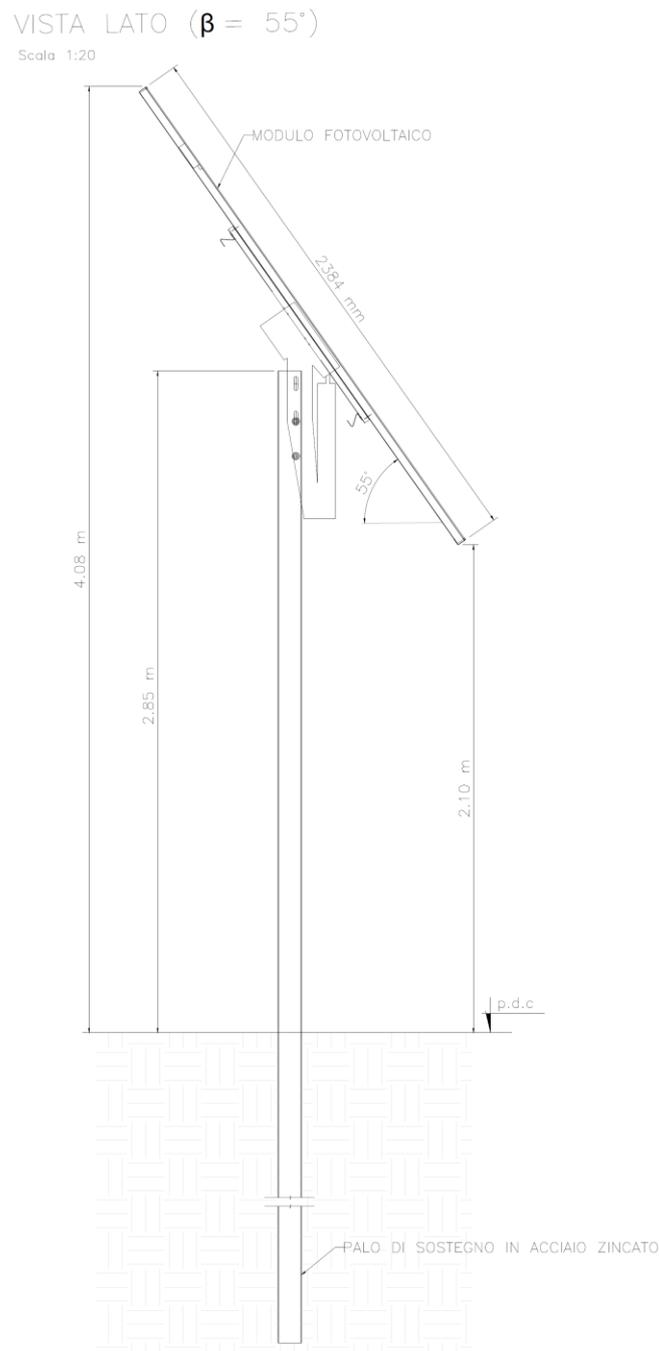


Figura 16 Sezione tracker monoassiale

L'interasse tra i tracker è pari a 6 m. Le dimensioni indicate in figura si riferiscono all'installazione del modulo GLC da 675w (dim. 1303x2384 mm); in fase esecutiva potrebbero essere adottati moduli con dimensioni differenti; pertanto le dimensioni del tracker potrebbe subire lievi incrementi; l'altezza massima con  $\beta = 55^\circ$  non potrà comunque essere maggiore di 4,20 m.

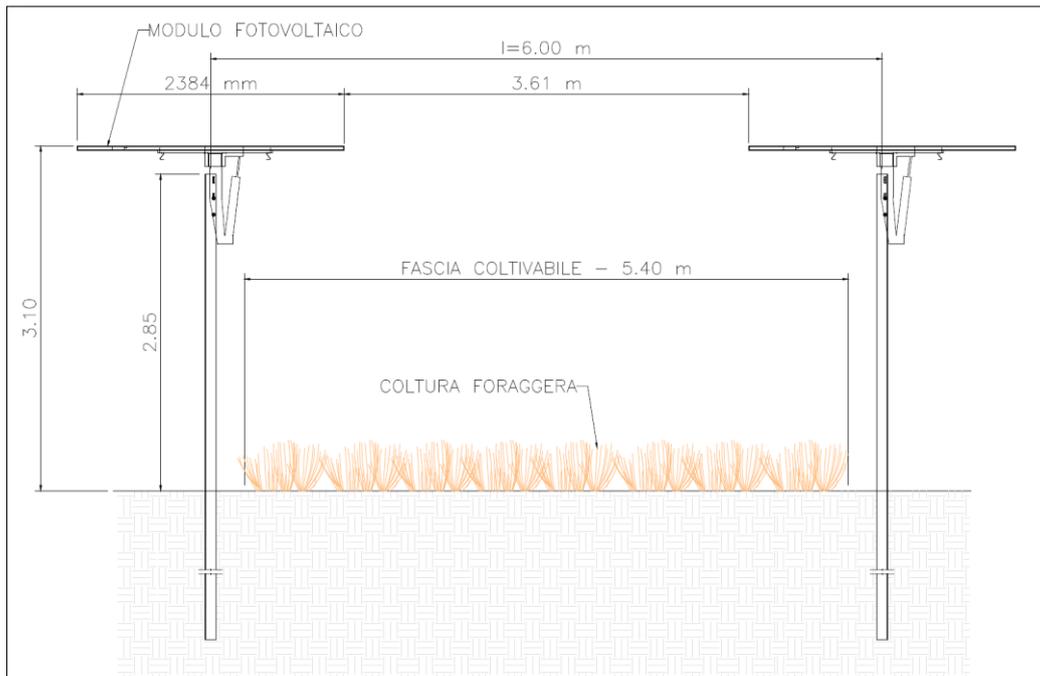


Figura 17 Interasse tra i tracker

### 6.3.2 Strutture di sostegno fisse

Parte dei moduli fotovoltaici verranno disposti su strutture del tipo fisso. Ciò è reso necessario dall'eccessiva pendenza di alcune aree; Infatti il tracker fotovoltaico non è installabile su pendenze maggiori di 5°/6°. Le strutture avranno un'inclinazione di circa 30° e saranno costituite da profili in acciaio zincato.

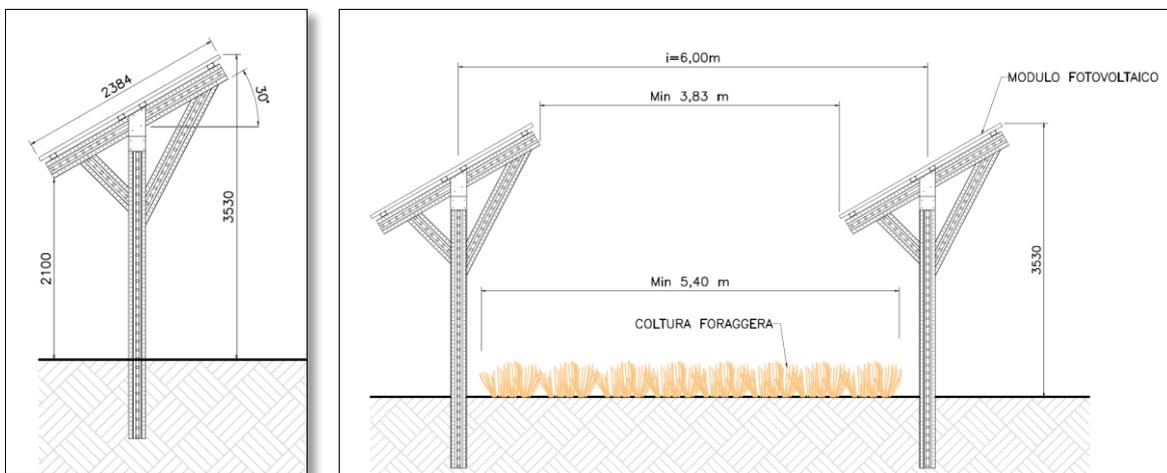


Figura 18 Struttura di sostegno di tipo fisso

Essi avranno un'altezza da suolo al punto più basso di 2,10 m in modo da permettere la coltivazione del terreno sottostante. In fase di progettazione esecutiva si potrà optare per moduli con dimensioni differenti; si potrà inoltre scegliere un angolo di tilt diverso da 30° (compreso nella fascia 25°-35°). Si garantirà comunque l'altezza minima dal suolo; inoltre, l'altezza massima non potrà superare 3,90 m.

## 6.4 Preparazione del terreno sull'area dell'impianto di generazione

L'area occupata dall'impianto di generazione sarà interessata da una minima movimentazione di terreno legata alla realizzazione della viabilità interna, alla realizzazione dei cavidotti ed al posizionamento dei manufatti cabine. I tracker saranno posizionati seguendo l'attuale andamento altimetrico del terreno, ovvero senza eseguire operazioni di livellamento. I movimenti terra sono quantificati nella relazione 'Terre e rocce da scavo'.

## 6.5 Preparazione del terreno area impianto di accumulo e nuova stazione Se Terna

L'area della stazione di smistamento e trasformazione MT/AT Terna e quella su cui verrà realizzato l'impianto di accumulo elettrochimico, si presenta nella sua configurazione naturale sostanzialmente pianeggiante. Sarà perciò necessario soltanto un minimo intervento di regolarizzazione con movimenti di terra molto contenuti per preparare l'area.

L'area sarà dapprima scoticata e livellata asportando un idoneo spessore di materiale vegetale (variabile dai 30 ai 40 cm); lo stesso verrà temporaneamente accatastato e successivamente riutilizzato in parte in sito per la risistemazione (ripristini e rinterri) delle aree adiacenti la nuova sottostazione, che potranno essere finite "a verde". Dopo lo scotico del terreno saranno effettuati gli scavi ed i riporti fino alle quote di progetto.

## 6.6 Viabilità

La viabilità interna al parco fotovoltaico è progettata per garantire il transito di automezzi sia in fase di costruzione che di esercizio dell'impianto. Le nuove strade (nella condizione di esercizio dell'impianto) avranno una lunghezza complessiva di 6436 m e saranno realizzate in misto granulare stabilizzato al fine di escludere impermeabilizzazione delle aree e quindi garantire la permeabilità della sede stradale e avranno le larghezze della carreggiata carrabile massima di 4,00 m con livelletta che segue il naturale andamento del terreno senza quindi generare scarpate di scavo o rilevato.

Il pacchetto stradale dei nuovi tratti di viabilità sarà composto da uno strato di idoneo spaccato granulometrico proveniente da rocce o ghiaia, posato con idoneo spessore, mediamente pari a 30 cm, correttamente compattato.

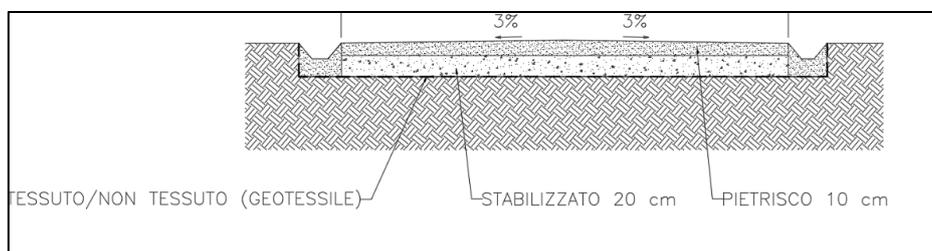
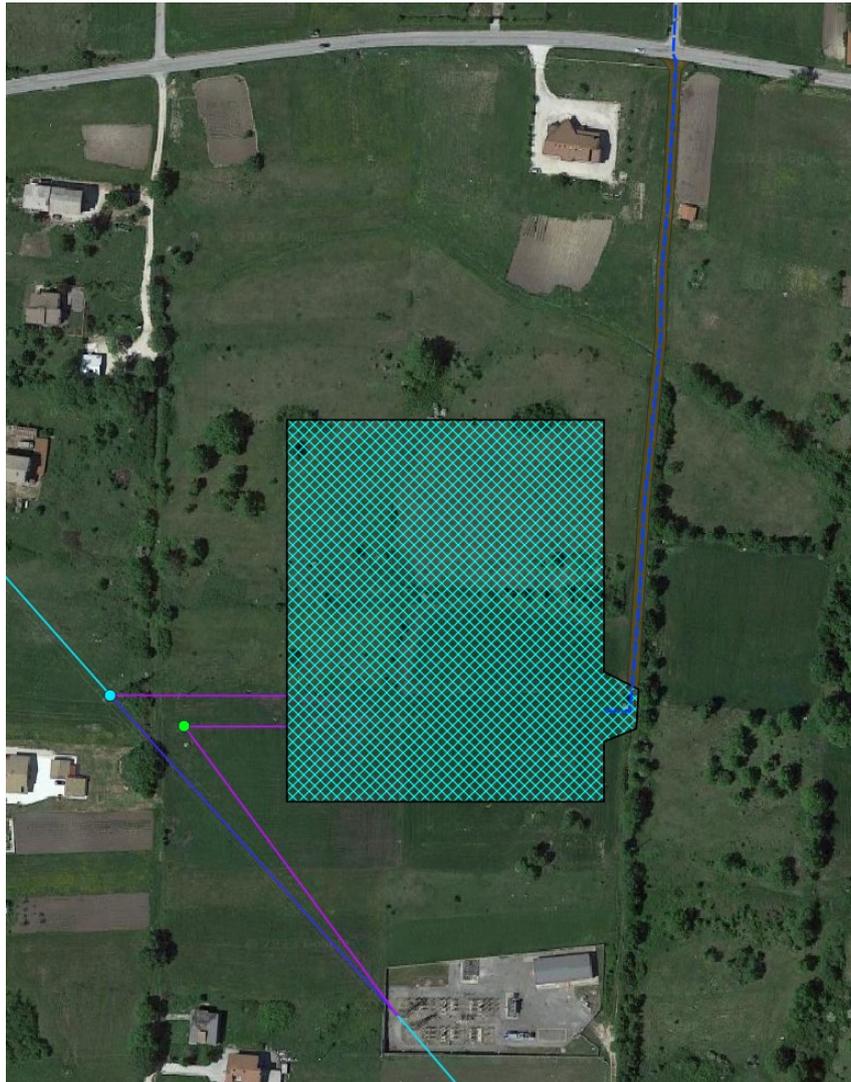


Figura 19 Sezione tipo – viabilità interna

Per il solo accesso all'area dell'impianto di accumulo elettrochimico verrà realizzata un'apposita viabilità di lunghezza pari a 50 m, il cui tracciato piano altimetrico è definito nella specifica tavola di progetto allegata; Per l'accesso alla nuova Stazione Terna verrà realizzata una strada di accesso di lunghezza pari a 322 m.



- ✓  Opere di rete per la connessione
- ✓  Nuova SE Terna
- ✓  Viabilità accesso SE Terna
- ✓  Traliccio da demolire e ricostruire
- ✓  Traliccio di nuova realizzazione
- ✓  Elettrodotto aereo AT esistente
- ✓  Nuovi raccordi aerei AT
- ✓  Tratto elettrodotto AT da demolire

Figura 20 Stralcio planimetrico SE Terna

## 6.7 Cavidotti

La posa dei cavidotti in MT di collegamento tra le cabine Inverter e di trasformazione interne alle stringhe dei sottocampi fotovoltaici fino alla cabina di raccolta e poi da queste verso l'impianto di accumulo elettrochimico e quindi allo stallo di consegna della SE Terna. Gli scavi per le trincee per la posa dei cavi MT saranno effettuati con uno scavo a sezione obbligata, fino alla profondità di 1,3 metri; successivamente sarà depositato il terreno stesso proveniente dallo scavo. Dopo la posa del cavo, lo scavo verrà riempito con lo stesso terreno di risulta; ad una profondità dello scavo di circa 1 metro verrà posto un nastro segnalatore. A distanza opportuna, lungo il percorso del cavidotto, verranno posti dei pozzetti di ispezione, al fine di poter ispezionare il cavidotto ed effettuare le manutenzioni eventualmente necessarie durante la vita utile dell'impianto fotovoltaico. Il percorso del cavidotto potrà essere segnalato con dei cartelli appositi piantati lungo il tracciato. Il residuo del rinterro del cavidotto verrà riutilizzato o smaltito in discarica secondo quanto previsto dalla relazione "terre e rocce da scavo".

Si riporta di seguito il tipologico per la posa di due terne di cavi su strada interna all'impianto.

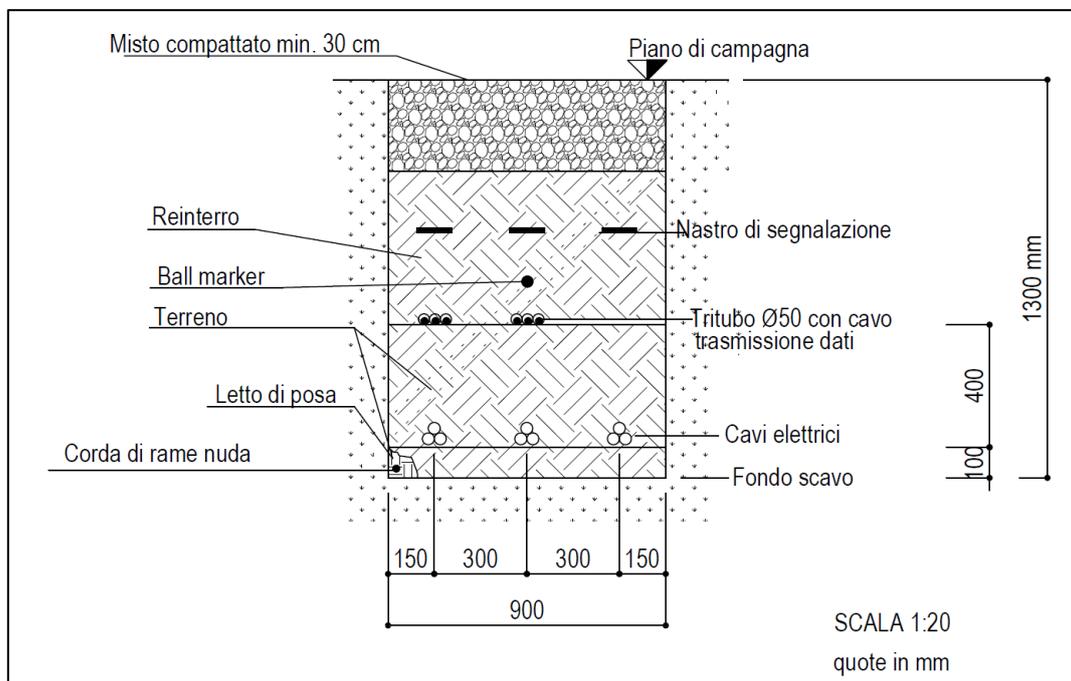


Figura 21 Tipico posa cavidotto su sterrato con 3 terne

Parte del cavidotto MT, in particolare parte del tratto che va dalla cabina di raccolta fino al punto di consegna verrà realizzato su strada asfaltata. Si riporta di seguito il tipico di posa. Per il ripristino si procederà alla fresatura di parte della corsia (in accordo secondo le specifiche imposte dall'ente gestore) ed al successivo ripristino mediante strato di binder ed usura.

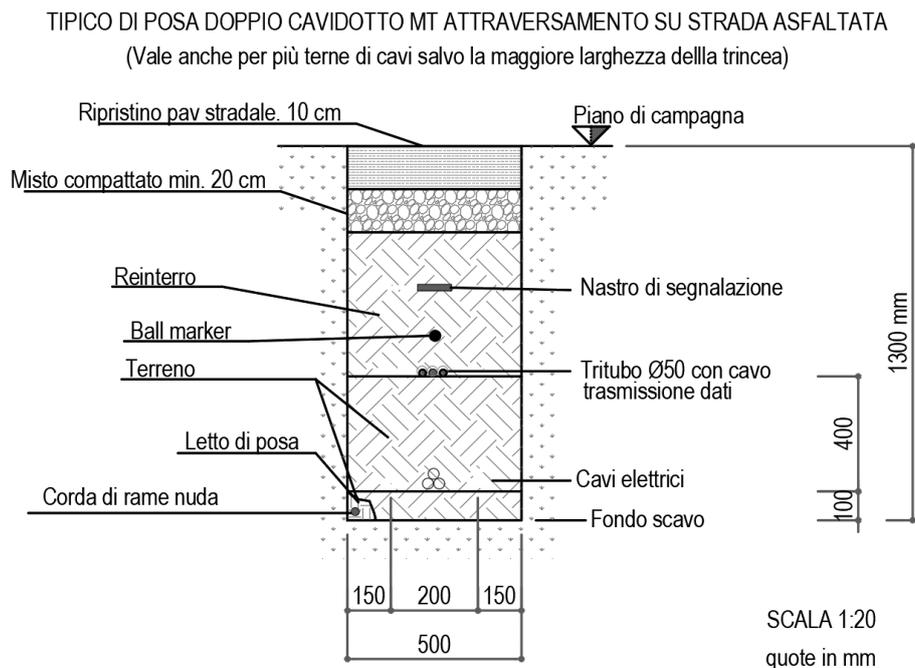


Figura 22 Tipico posa cavidotto su strada asfaltata -1 terna

La posa dei cavidotti BT avverrà con le stesse modalità descritte sopra. Tali cavidotti collegheranno i quadri di parallelo delle stringhe alloggiati sotto i moduli fotovoltaici alle cabine di conversione (Inverter).

## 6.8 Regimazione Idraulica

Per la realizzazione dell'impianto saranno operati esigui movimenti del terreno (scavi o riempimenti); le strade perimetrali ed interne saranno realizzate con materiale inerte semi permeabile e saranno mantenute alla stessa altezza del piano di campagna esistente, e la recinzione sarà modulare con pannelli a maglia elettrosaldata. Questo farà sì che non si generino alterazioni piano altimetrici del sito, il che permetterà di mantenere il naturale deflusso delle acque meteoriche. Tuttavia, qualora in alcuni punti lo si ritenga necessario, la regimazione delle acque meteoriche verrà garantita attraverso la realizzazione di fossi di guardia lungo le strade o di altre opere quali canalizzazioni passanti sotto il piano stradale.

Gli shelter saranno leggermente rialzati rispetto al piano di campagna, ma, ciononostante, data la ridotta superficie da essi occupata, si ritiene che non possano in alcun modo ostacolare il naturale deflusso delle acque.

Per ciò che concerne la stazione di smistamento Terna e l'area dell'impianto di accumulo elettrochimico, particolare cura sarà data alla realizzazione di sistemi di allontanamento delle acque in modo da raccogliere e convogliarle sui fossi di scolo esistenti.

In particolare all'interno di esse sarà realizzato un sistema di regimentazione delle acque meteoriche costituito da una rete idrica interrata che afferirà ad una vasca di trattamento. In particolare, verrà realizzato un sistema integrato per la raccolta ed il trattamento delle acque di prima pioggia.

## 6.9 Recinzioni

La recinzione perimetrale dell'impianto di generazione sarà realizzata con paletti e reti plastificate colore verde di altezza massima pari a 2,50 m e sarà dotata inoltre di apposito varco per il transito della microfauna.

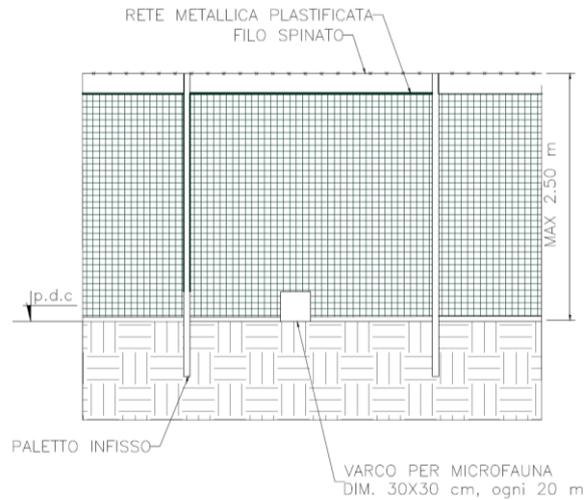


Figura 23 Tipico recinzione perimetrale area impianto di generazione

La recinzione dell'impianto di accumulo elettrochimico sarà invece realizzata in c.a gettato in opera per la parte inferiore e pilastri in c.a.v. nella parte superiore. Si riporta di seguito uno stralcio della struttura.

La stazione verrà dotata di accesso pedonale e carrabile (per maggiori dettagli si rimanda alle tavole grafiche allegato al progetto).

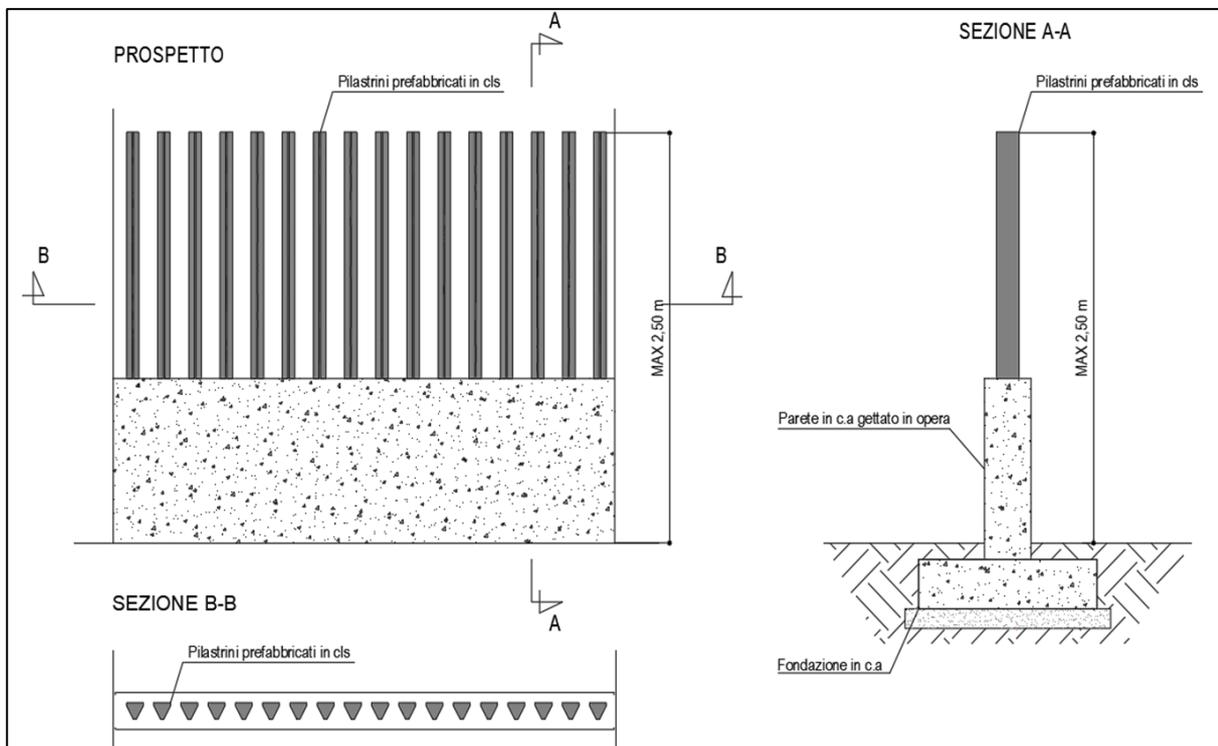


Figura 24 Tipico recinzione perimetrale impianto di accumulo elettrochimico

## 6.10 Impianti di trattamento delle acque e vasche di raccolta

L'impianto di accumulo elettrochimico sarà dotato di impianto di trattamento delle acque meteoriche.

Il funzionamento dell'impianto prevede che a seguito delle precipitazioni atmosferiche, le acque meteoriche di dilavamento del piazzale della sottostazione e dell'impianto di accumulo vengano convogliate in canalette grigliate di raccolta, da cui poi vengono canalizzate alla vasca per il trattamento depurativo di: grigliatura, accumulo, dissabbiatura e disoleazione.

In seguito a tale trattamento, le acque saranno recapitate mediante subirrigazione.

L'acqua depurata scorre in dei tubi, in PEAD, interrati disperdenti, per consentire la sua distribuzione lungo il percorso. L'acqua viene spinta nel collettore principale (mandata), tramite un'elettropompa sommersa, attualmente ubicata nella sezione finale della vasca depurativa.

Per il trattamento delle acque di lavamento del piazzale, si ritiene opportuno utilizzare il seguente schema di raccolta e trattamento delle acque:

- 1) pozzetto scolmatore (di by-pass);
- 2) vasca deposito temporaneo di prima pioggia;
- 3) sedimentatore;
- 4) disoleatore;
- 5) pozzetto d'ispezione.



## 7 OPERE ELETTRICHE

### 7.1 Moduli Fotovoltaici

Il modulo fotovoltaico trasforma la radiazione solare incidente sulla sua superficie in corrente continua che sarà poi convertita in corrente alternata dal gruppo di conversione. Esso risulta costituito dai seguenti componenti principali:

- celle di silicio monocristallino;
- diodi di by-pass e diodi di blocco;
- vetri antiriflesso contenitori delle celle;
- cornice di supporto in alluminio anodizzato;
- cavi di collegamento con connettori.

I moduli fotovoltaici garantiranno una idonea resistenza al vento, alla neve, agli sbalzi di temperatura, in modo da assicurare un tempo di vita di almeno 30 anni. Ogni modulo sarà inoltre dotato di scatola di giunzione stagna, con grado di protezione IP 65, contenente i diodi di by-pass ed i morsetti di connessione. I moduli fotovoltaici avranno una garanzia sul decadimento delle prestazioni che sarà non superiore al 10% nell'arco di almeno 20 anni.

Si riportano, nelle seguenti figure, le caratteristiche tecniche e dimensionali del modulo scelto in fase di progettazione definitiva. **Si precisa inoltre che in fase di progettazione esecutiva potranno essere adottate soluzioni/configurazioni impiantistiche differenti in ragione delle disponibilità e delle innovazioni tecnologiche delle componenti sul mercato. Si potrà quindi optare per la scelta di moduli differenti in potenza e dimensioni.**



# GCL-M12/66H

## Monocrystalline Module 640-675 W

### Electrical Specification (STC\*)

	P <sub>max</sub> [Wp]	640	645	650	655	660	665	670	675
Maximum Power	P <sub>max</sub> [Wp]	640	645	650	655	660	665	670	675
Maximum Power Voltage	V <sub>mp</sub> [V]	37.00	37.20	37.40	37.60	37.80	38.00	38.20	38.40
Maximum Power Current	I <sub>mp</sub> [A]	17.30	17.34	17.38	17.42	17.46	17.50	17.54	17.58
Open Circuit Voltage	V <sub>oc</sub> [V]	44.80	45.00	45.20	45.40	45.60	45.80	46.00	46.20
Short Circuit Current	I <sub>sc</sub> [A]	18.36	18.41	18.46	18.50	18.55	18.60	18.65	18.70
Module Efficiency	[%]	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4	21.6	21.7
Power Output Tolerance	[W]	0~+5							

\* Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5

### Electrical Specification (NMOT\*)

	P <sub>max</sub> [Wp]	483.4	488.0	491.8	495.6	499.4	503.1	506.9	510.7
Maximum Power	P <sub>max</sub> [Wp]	483.4	488.0	491.8	495.6	499.4	503.1	506.9	510.7
Maximum Power Voltage	V <sub>mp</sub> [V]	34.46	34.70	34.89	35.08	35.26	35.45	35.64	35.82
Maximum Power Current	I <sub>mp</sub> [A]	14.03	14.06	14.09	14.13	14.16	14.19	14.22	14.26
Open Circuit Voltage	V <sub>oc</sub> [V]	42.20	42.39	42.58	42.77	42.96	43.14	43.33	43.52
Short Circuit Current	I <sub>sc</sub> [A]	14.80	14.84	14.88	14.92	14.96	15.00	15.04	15.08

\* Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s

### Mechanical Data

Number of Cells	132 Cells (6x22)
Dimensions of Module L*W*H (mm)	2384x1303x35mm (93.86x51.30x1.38 inches)
Weight (kg)	34.0 kg
Glass	High transparency solar glass 3.2mm (0.13 inches)
Backsheet	White
Frame	Silver, anodized aluminium alloy
J-Box	IP68 Rated
Cable	4.0mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ), Portrait: 280/280mm (11.02inches)
Number of diodes	3
Wind/ Snow Load	2400Pa/ 5400Pa*
Connector	MC Compatible

\* For more details please check the installation manual of GCLSI

### Temperature Ratings

Nominal Module Operating Temperature(NMOT)	43±2°C
Temperature Coefficient of I <sub>sc</sub>	+0.05%/°C
Temperature Coefficient of V <sub>oc</sub>	-0.28%/°C
Temperature Coefficient of P <sub>MAX</sub>	-0.36%/°C

### Maximum Ratings

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC
Max Series Fuse Rating	30A

### Optional

Connector:  Original MC4

### Packaging Configuration

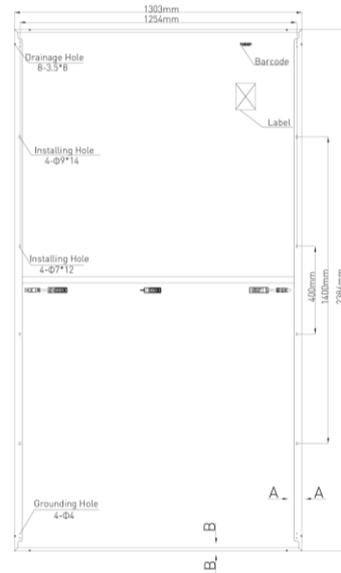
Module per box	31 pieces
Module per 40' container	527 pieces



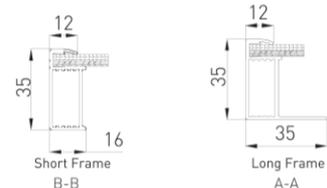
Contact Us for More Information

website: [www.gclsi.com](http://www.gclsi.com) email: [gclsisales@gclsi.com](mailto:gclsisales@gclsi.com)

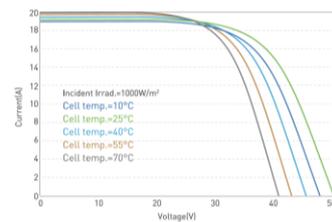
### Module Dimension



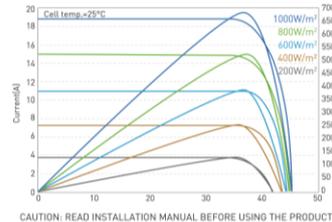
### Back View



### I-V Curve at Different Temperature (675W)



### I-V/P-V Curve at Different Irradiation (675W)



CAUTION: READ INSTALLATION MANUAL BEFORE USING THE PRODUCT

Figura 25 Caratteristiche tecniche moduli fotovoltaici



## 7.2 Inverter Fotovoltaici

L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici, raggruppati in stringhe (ovvero gruppi di 14 moduli collegati in serie tra loro), viene prima raccolta all'interno dei quadri di stringa, e da questi viene poi trasferita all'interno dei gruppi di conversione (shelter) dove avviene:

- la conversione della corrente da continua in corrente alternata a 800 V – 50 Hz trifase;
- l'innalzamento di tensione sino a 36 kV.

Il gruppo di conversione o Inverter sarà idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione saranno compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita saranno compatibili con quelli del trasformatore presente nelle cabine di trasformazione MT/BT installati nelle cabine di sottocampo. L'autoconsumo degli Inverter sarà minimo, massimizzando pertanto il rendimento di conversione e sarà assorbito dalla rete elettrica nel caso in cui il generatore solare non sia in grado di fornire sufficiente energia elettrica.

L'Inverter non solo regolerà la potenza in uscita del sistema fotovoltaico ma servirà anche come controllo del sistema e come mezzo di ingresso dell'energia elettrica prodotta dal sistema FV dentro la rete in bassa tensione della centrale. Il gruppo di conversione sarà basato su Inverter a commutazione forzata, con tecnica PWM (Pulse Width Modulation), privi di clock e/o riferimenti interni, in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT: maximum power point tracker) del generatore fotovoltaico. L'Inverter sarà in ogni caso in grado di sostenere un sovraccarico di almeno 20% rispetto alla potenza nominale (di picco) del generatore fotovoltaico.

L'Inverter avrà i seguenti requisiti:

- funzionamento completamente automatico;
- facilità di gestione, di verifica e di visualizzazione dei guasti;
- elevata affidabilità di servizio anche con temperatura ambiente elevate;
- raffreddamento a ventola.

Il gruppo di conversione sarà provvisto di tutte le protezioni previste dalla normativa vigente e di tutte le funzioni di misura, automazione, controllo, diagnostica e del sistema di tele-gestione. Difatti l'Inverter avrà un sistema d'acquisizione dati e visualizzazione di produzione e dati d'esercizio oltre che a messaggi di errore. In alternativa consentirà il collegamento e/o l'interfaccia con un computer per registrare dati sull'energia istantanea e media prodotta dal sistema fotovoltaico, sarà quindi fornito software adatto ad acquisire, immagazzinare ed analizzare i dati in uscita dall'Inverter.

Nel progetto in esame è prevista l'installazione di 13 cabine contenenti i gruppi conversione (Inverter); le prestazioni dell'Inverter saranno certificate da Ente accreditato da uno stato Europeo e garantiranno le seguenti caratteristiche:



- rendimento massimo sarà superiore a 99%;
- rendimento euro sarà superiore a 98,6%;
- alta efficienza anche a carico parziale;
- minimo consumo durante le fasi di avviamento, standby e di spegnimento;
- sistema di protezione dalle sovratensioni lato corrente continua;
- sistema di protezione dall'inversione di polarità.

Il gruppo di conversione sarà comunque conforme a quanto stabilito dalla Direttiva Europea 89/336 sulla compatibilità elettromagnetica, ed in particolare dovrà soddisfare i requisiti stabiliti dalle norme CEI 110-1, 110-7, 110-8, 110-31.

Di seguito si riassumono le caratteristiche indicative che potrebbero avere gli Inverter previsti, precisando che **in fase di progettazione esecutiva potranno essere adottate soluzioni/configurazioni impiantistiche differenti in ragione delle disponibilità e delle innovazioni tecnologiche delle componenti sul mercato.**

In questo livello di progettazione si opta per un inverter centralizzato SUNWAY TG 1800 -1500 TE - 680. In ogni cabina inverter (totale 7 cabine) verrà quindi alloggiato un inverter centralizzato.



Main Features			
Number of Independent MPPTs	2		
Static / Dynamic MPPT efficiency	99.8 % / 99.7 %		
Maximum open-circuit voltage	1500 V		
Rated output frequency	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)		
Power Factor <sup>(3)</sup>	Circular Capability		
Operating temperature range	-25 ÷ 62 °C		
Application / Degree of protection	Outdoor / IP54 or Indoor / IP20		
Maximum operating altitude <sup>(4)</sup>	4000 m		
Maximum short circuit PV input current	2 x 1500 A		
Voltage Ripple	< 1%		
Rated output current (@ ambient temperature)	1800 A (@ 25°C)	1600 A (@ 45°C)	1500 A (@ 50°C)
Power threshold	1% of Rated output power		
Total AC current distortion	≤ 3%		
Efficiency Max / EU / CEC <sup>(1) (5)</sup>	98.7 % / 98.4 % / - %		
Dimensions (W x H x D)	Outdoor: 3224 x 2470 x 1025 mm	Indoor: 3000 x 2100 x 800 mm	
Weight	Outdoor: 2930 kg	Indoor: 2700 kg	
Stop mode losses / Night losses	90 W / 90 W		
Auxiliary consumptions	1800 W		

Main Configurations								
Model	Min MPPT Voltage <sup>(1)</sup>	Max MPPT Voltage <sup>(1)</sup>	Min Extended MPPT Voltage <sup>(1)(2)</sup>	Max Extended MPPT Voltage <sup>(1)(2)</sup>	Rated AC voltage (± 10%)	Rated output power @ 25°C	Rated output power @ 45°C	Rated output power @ 50°C
	V	V	V	V	V	kVA	kVA	kVA
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 600	880	1200	860	1500	600	1870	1662	1558
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 610	890		870		610	1902	1690	1584
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 620	910		880		620	1932	1718	1610
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 630	920		900		630	1964	1746	1636
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 640	935		910		640	1996	1774	1662
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 650	950		930		650	2026	1802	1688
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 660	960		940		660	2058	1830	1714
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 670	980		960		670	2088	1856	1740
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 680	990		970		680	2120	1884	1766
SUNWAY™ TG 1800 - 1500V TE - 690	1000		980		690	2152	1912	1792

Figura 26 Caratteristiche tecniche inverter di campo

La stazione di accumulo elettrochimico della potenza di 4 MW verrà dotato di 4 inverter del tipo SUNWAY TG900 -1500V TE -690. Ogni container conterrà un inverter per un totale di 4 inverter.

Main Features			
Number of Independent MPPTs	1		
Static / Dynamic MPPT efficiency	99.8 % / 99.7 %		
Maximum open-circuit voltage	1500 V		
Rated output frequency	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)		
Power Factor <sup>(3)</sup>	Circular Capability		
Operating temperature range	-25 ÷ 62 °C		
Application / Degree of protection	Outdoor / IP54 or Indoor / IP20		
Maximum operating altitude <sup>(4)</sup>	4000 m		
Maximum short circuit PV input current	1500 A		
Voltage Ripple	< 1%		
Rated output current (@ ambient temperature)	900 A (@ 25°C)	800 A (@ 45°C)	750 A (@ 50°C)
Power threshold	1% of Rated output power		
Total AC current distortion	≤ 3%		
Efficiency Max / EU / CEC <sup>(1) (5)</sup>	98.7 % / 98.4 % / - %		
Dimensions (W x H x D)	Outdoor: 2025 x 2470 x 1025 mm	Indoor: 1800 x 2100 x 800 mm	
Weight	Outdoor: 1770 kg	Indoor: 1745 kg	
Stop mode losses / Night losses	50 W / 50 W		
Auxiliary consumptions	1250 W		

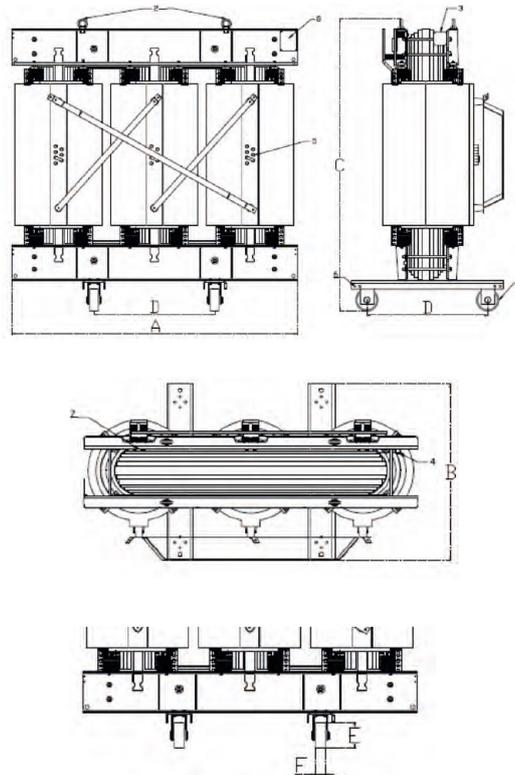
Main Configurations								
Model	Min MPPT Voltage <sup>(1)</sup>	Max MPPT Voltage <sup>(1)</sup>	Min Extended MPPT Voltage <sup>(1) (2)</sup>	Max Extended MPPT Voltage <sup>(1) (2)</sup>	Rated AC voltage (± 10%)	Rated output power @ 25°C	Rated output power @ 45°C	Rated output power @ 50°C
	V	V	V	V	V	kVA	kVA	kVA
SUNWAY™ TG 900 - 1500V TE - 600	880	1200	860	1500	600	936	832	780
SUNWAY™ TG 900 - 1500V TE - 610	890		870		610	951	846	793
SUNWAY™ TG 900 - 1500V TE - 620	910		880		620	967	860	806
SUNWAY™ TG 900 - 1500V TE - 630	920		900		630	983	873	819
SUNWAY™ TG 900 - 1500V TE - 640	935		910		640	998	887	832
SUNWAY™ TG 900 - 1500V TE - 650	950		930		650	1014	901	845
SUNWAY™ TG 900 - 1500V TE - 660	960		940		660	1029	915	858
SUNWAY™ TG 900 - 1500V TE - 670	980		960		670	1045	929	871
SUNWAY™ TG 900 - 1500V TE - 680	990		970		680	1061	943	884
SUNWAY™ TG 900 - 1500V TE - 690	1000		980		690	1076	957	897

### 7.3 Trasformatori

In ogni sottocampo sarà installato un trasformatore elevatore di potenza, del tipo in resina ed avranno le seguenti specifiche:

Potenza nominale	1.600/2500kVA
Tensione lato primario	36.000V
Caduta di tensione in corto circuito	6%,

Tensione primaria (kV)	Potenza (kVA)	Perdite a vuoto (W)	Perdite a carico a 120°C (W)	Tensione di Cortocircuito (%)	Livello di rumorosità (dB)	Lunghezza A (mm)	Larghezza B (mm)	Altezza C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Peso totale (kg)
36	250	1280	4.000	6	67	1510	750	1470	520	125	40	1370
	400	1650	5.700	6	69	1560	950	1660	670	160	50	1760
	630	2200	8000	6	71	1660	950	1790	670	160	50	2330
	800	2.700	9600	6	72	1730	1100	1910	670	160	50	2730
	1000	3100	11500	6	73	1770	1100	2030	820	160	50	3120
	1250	3600	14000	6	75	1810	1100	2120	820	160	50	3620
	1600	4.200	17000	6	76	1870	1100	2270	820	160	50	4280
	2000	5000	21000	6	78	1980	1200	2380	1070	200	70	5090
	2500	5800	25.000	6	81	2080	1200	2470	1070	200	70	6010
	3150	6700	30000	6	83	2240	1200	2480	1070	200	70	7230



L'impianto di accumulo elettrochimico sarà invece dotato di 4 trasformatori di potenza 1000 KVA. In fase di progettazione esecutiva si potrà optare per diminuire il numero di trasformatori installando trasformatori di potenza più elevata (2 trasformatori da 2000 KVA).

La stazione elettrica di smistamento e trasformazione Terna sarà invece dotata di trasformatori di potenza 36/150KV (si considerano 3 trasformatori da 125 MVA).

## 7.4 Cavidotti MT

Gli elettrodotti MT interni realizzano il collegamento dei sottocampi alla Cabina di Raccolta: gli shelter raccolgono l'energia prodotta dai moduli per convertirla da c.c. a c.a. e poi trasformarla da BT in MT. Saranno collegati con la Cabina di Raccolta in configurazione a "stella", cioè ognuno di essi avrà una linea dedicata. Un tale tipo di circuito ha il vantaggio, nel caso di guasto su parte dell'impianto, di perdere solo l'energia prodotta dalla parte di impianto in questione. Si formeranno così **7 sottocampi elettrici con 7 cabine di campo ed 1 cabina di raccolta**. Questa rete di collegamenti costituisce quello che in precedenza abbiamo definito **rete di cavidotti interni**. I cavi utilizzati saranno del tipo RG7H1R unipolare ad isolamento con elastomero termoplastico con conduttori di alluminio, aventi una sezione nominale adatta al trasporto dell'energia prodotta. Di seguito è riportato il dimensionamento dei tratti finali di ciascun sottocampo.

ID	Potenza [kW]	Corrente - Ib [A]	Lunghezza linea [m]	Sezione cavo [mmq]	Portata cavo interrato [A]	Reattanza di fase a 50 Hz [omega/km]	Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz [omega/km]	Ktot	Portata ridotta - Iz [A]	VERIFICA Ib-Iz
TR_01	2031,75	33,25	1268,00	3x1x70	255	0,15	0,342	0,70	178,50	VERIFICATO
TR_02	2041,20	33,40	1098,00	3x1x70	255	0,15	0,342	0,70	178,50	VERIFICATO
TR_03	2145,15	35,10	750,00	3x1x70	255	0,15	0,342	0,70	178,50	VERIFICATO
TR_04	2145,15	35,10	563,00	3x1x70	256	0,15	0,342	0,70	179,20	VERIFICATO
TR_05	2145,15	35,10	545,00	3x1x70	257	0,15	0,342	0,70	179,90	VERIFICATO
TR_06	2130,98	34,87	302,00	3x1x70	258	0,15	0,342	0,70	180,60	VERIFICATO
TR_07	1691,55	27,68	265,00	3x1x70	259	0,15	0,342	0,70	181,30	VERIFICATO
CC - STORAGE	14330,93	234,52	270,00	3x1x240	510	0,12	0,0985	0,85	433,50	VERIFICATO
STORAGE- CONSEGNA	18.331	299,98	3864,00	3x1x240	510	0,12	0,0985	0,85	433,50	VERIFICATO

Tabella 7-1 Caratteristiche linea MT interna

### 7.4.1 Cavidotto MT Esterno

Il cavidotto di media tensione esterno collegherà la cabina di raccolta posta all'interno dell'area dell'impianto di generazione allo storage e quindi allo stallo di arrivo della futura SE Terna. Il cavidotto è lungo circa 3864 m (dallo storage fino alla Se Terna). I cavi utilizzati saranno del tipo RG7H1R unipolare ad isolamento con elastomero termoplastico con conduttori di alluminio, aventi una sezione nominale di 240 mm<sup>2</sup>. I conduttori saranno posati a trifoglio.

## 7.5 Impianti ausiliari

A servizio dell'impianto di produzione verranno installati gli impianti tecnologici necessari al suo funzionamento, tra cui:

- impianto di illuminazione;
- impianto telefonico;
- impianto di monitoraggio e telecontrollo;
- sistema di allarme antintrusione e videosorveglianza;
- sistema di allarme antincendio.

Per l'illuminazione esterna invece l'Impianto in progetto prevede un impianto di illuminazione perimetrale predisposto su torri faro lungo il perimetro dell'impianto e della sottostazione elettrica; esso sarà costituito da:



- tipo lampada: Proiettori LED,  $P_n = 250W$ ;
- tipo armatura: proiettore direzionabile;
- funzione: illuminazione interno impianto notturna e antintrusione;
- distanza tra i pali: circa 40 m.

Il suo funzionamento sarà **esclusivamente legato alla sicurezza dell'impianto**. Ciò significa che qualora dovesse verificarsi una intrusione durante le ore notturne, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori a led, installati sugli stessi pali montanti le telecamere dell'impianto di videosorveglianza. Quindi sarà a funzionamento discontinuo ed eccezionale. Inoltre, la direzione di proiezione del raggio luminoso sarà verso il basso, senza quindi oltrepassare la linea dell'orizzonte o proiettare la luce verso l'altro.

L'impianto di illuminazione sarà conforme alle normative previste, ed in particolare a quanto riportato all'art.6 della **L.R. N.15/05 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico", ed in particolare al comma 1, lettere a), b), e) ed f).**

L'impianto di allarme antintrusione e videosorveglianza consisterà di barriere perimetrali e sensori di movimento installati lungo la recinzione. Inoltre, verranno installate telecamere di videosorveglianza lungo il perimetro dell'impianto ed all'interno dei locali.

L'impianto di allarme antincendio consisterà di sensori ottici per la rilevazione fumi ed installati all'interno dei locali.

Tutti questi impianti verranno realizzati, se all'interno ei fabbricati generalmente con tubazioni posate a vista sulle strutture, mentre se all'esterno verranno per quanto possibile interrati. Pertanto, i materiali avranno le seguenti caratteristiche:



- tubazioni in PVC rigido colore grigio RAL 7035 tipo pesante con Marchio Italiano di Qualità, autoestinguento e con livello di isolamento come previsto dalle Norme CEI 23-8 e 23-25; dimensioni come da tabella UNEL 37118; posato a vista sulle strutture, compreso accessori di fissaggio e giunzione, con particolare riferimento ai manicotti e ai raccordi e ghiera per ottenere un grado di protezione minimo IP40 oppure IP44;
- cassette di derivazione da esterno in resina autoestinguento colore grigio, con coperchio fissato con viti e grado di protezione minimo IP55, fissate alle strutture con viti;
- guaina flessibile in PVC autoestinguento con spirale rigida in PVC, superficie interna liscia, completa di appositi raccordi fissati alla guaina mediante dadi a pressione ed alle cassette o apparecchiature con dadi filettati;
- cavi tipo FG7(O)R, uni/multipolari flessibili in rame con isolamento in gomma HPR e guaina in resina PVC di colore grigio tipo antifiamma (non propagante l'incendio);
- cavi tipo FROR, multipolari flessibili in rame con isolamento in PVC e guaina in resina PVC di colore grigio chiaro tipo antifiamma (non propagante l'incendio), a Norme CEI 20-20 e CEI 20-22;
- frutti di comando del tipo protetto IP40, fissati alle strutture, tipo modulare componibile in cassette portafrutto di resina autoestinguento;
- prese CEE 17, interbloccate e con valvole fusibili, installate singolarmente o in composizione con altre, grado di protezione minimo IP44, corpo in materiale isolante autoestinguento, fissaggio a parete su apposite basi componibili in materiale isolante autoestinguento;
- sezionatori e/o salvamotori ed altre apparecchiature simili in esecuzione protetta minimo IP44, altre caratteristiche come le prese CEE.

## 7.6 Opere di Connessione

L'impianto per la connessione alla rete elettrica nazionale è costituito da:

una stazione elettrica 36/150kV della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN 150 kV "Campobasso CP - Castelpagano" previa l'esecuzione delle seguenti limitazioni e potenziamenti.

- rimozione delle limitazioni della linea RTN 150 kV "Campobasso CP – Castelpagano" di cui al Piano di Sviluppo Terna.
- potenziamento/rifacimento della direttrice RTN a 150 kV "CP Campobasso – CP Ripalimosani – CP Morrone – CP Larino – Larino" e della rimozione di eventuali limitazioni delle cabine primarie interessate.

Si procederà a fornire il piano tecnico delle opere di connessione all'ottenimento del benessere da parte di Terna.

## 7.7 L'impianto di accumulo elettrochimico

Di seguito si definiscono le caratteristiche tecniche del sistema di accumulo di energia a batterie (da qui in avanti indicato come BESS – Battery Energy Storage System) destinato ad essere installato nell'area dell'impianto fotovoltaico.



Il trend di crescita degli ultimi anni del settore delle energie rinnovabili ha richiesto l'integrazione con sistemi di regolazione costituiti da sistemi di stoccaggio dell'energia, fra i quali i BESS.

L'integrazione dei sistemi di accumulo (BESS) con i grandi sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili, eolico e solare, permette di garantire un'elevata qualità dell'energia immessa in rete, evitando in primis la possibile naturale oscillazione di potenza, intrinseca dei tali sistemi.

Di conseguenza i sistemi BESS integrati con i sistemi di produzione energia solare ed eolica, contribuiscono quindi a sostanziale incremento nella diffusione degli impianti di produzione energia da fonti rinnovabili, migliorandone le performance tecniche ed economiche.

Il sistema di stoccaggio di energia che si intende installare (BESS) fornirà servizi di regolazione primaria di frequenza, servizi di regolazione secondaria e terziaria e riduzione degli sbilanciamenti.

Il sistema BESS verrà collegato in rete attraverso un collegamento in MT 30KV in parallelo con l'impianto fotovoltaico.

Il sistema BESS avrà una potenza di **4 MW** ed una capacità di **10 MWh** e sarà costituito da batterie del tipo a litio.

La planimetria relativa allo storage, allegata al progetto, rappresenta la soluzione di ingombro con valori medi unitari di potenza e densità di capacità rappresentativi dei prodotti esistenti oggi sul mercato.

L'altezza dei container, di tipo standard (40'), sarà di circa 3 m e sollevati da terra tra i 10 e 15 cm.

Sono inoltre previsti i container per l'alloggiamento degli inverter e trasformatori, nonché un common container per la gestione dell'impianto.



# Energy Storage Components

- Typical composition of Battery Container

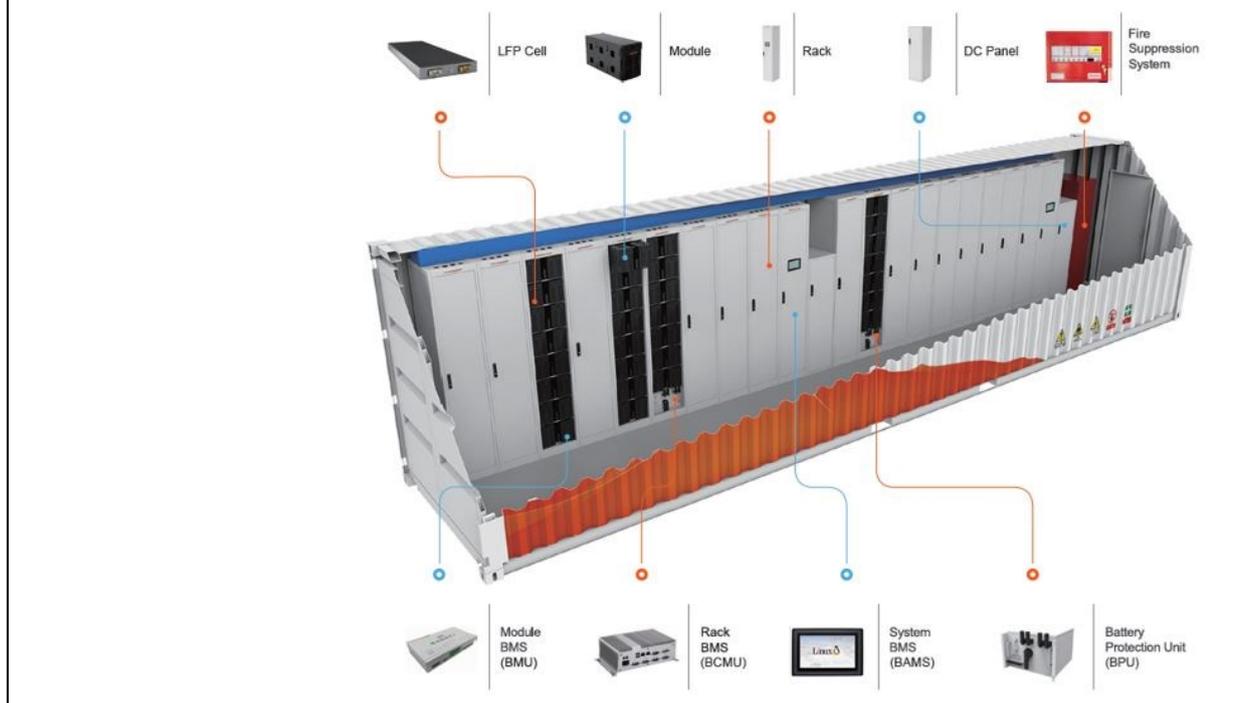


Figura 27 Componenti principali dell'impianto di accumulo

## 7.7.1.1 Definizioni

- BESS: Battery Energy Storage System – Sistema di accumulo di energia a batterie
- MSDS: Material Safety Data Sheet – Scheda tecnica di sicurezza
- MSD: Mercato dei Servizi di Dispacciamento
- PCS: Power Conversion System – Sistema di conversione della corrente (AC-DC e viceversa)
- BMS: Battery Management System – Sistema di controllo batterie
- SCI: Sistema di Controllo Integrato
- Plant SCADA Sistema Centrale di Controllo Integrato
- ES: Capacità nominale del sistema BESS
- SOC: Stato di Carica – rappresenta il rapporto tra energia immagazzinata nel sistema e la rispettiva energia nominale.
- SOH: State of Health – rappresenta in % le condizioni di una batteria/cella comparate alle condizioni ideali
- DOD: Profondità di Scarica – rappresenta la variazione subita dal SOC 100% durante una fase di scarica
- $\Delta Pe$ : Variazione della potenza elettrica [MW]
- THD: Total Harmonic Distortion – distorsione armonica totale
- MT: Media tensione
- BT: Bassa tensione
- AC: Corrente alternata
- DC: Corrente continua
- TSO: Transmission System Operator (TERNA)
- LPS: Lightning Protection System (sistemi protezione da scariche atmosferiche)
- RUP: Registro Unità Produttive
- SLMM: Sul Livello Medio Marino

### 7.7.1.2 Descrizione dei componenti del BESS

Il sistema BESS è un impianto di accumulo elettrochimico di energia, ovvero un impianto costituito da sottosistemi, apparecchiature e dispositivi necessari all'immagazzinamento dell'energia ed alla conversione bidirezionale della stessa in energia elettrica in media tensione.

La tecnologia di accumulatori (batterie al litio) è composta da celle elettrochimiche. Le singole celle sono tra loro elettricamente collegate in serie ed in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli, a loro volta, vengono elettricamente collegati in serie ed in parallelo tra loro ed assemblati in appositi armadi in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente.

Ogni “assemblato batterie” è gestito, controllato e monitorato, in termini di parametri elettrici e termici, dal proprio sistema BMS.

Di seguito è riportata la lista dei componenti principali del sistema BESS:



- Sistema di accumulo (BESS) composto da:
- Celle elettrochimiche assemblate in moduli e racks (Assemblato Batterie)
- Sistema bidirezionale di conversione dc/ac (PCS)
- Trasformatori di potenza MT/BT
- Quadri Elettrici di potenza MT
- 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 anche chiamato EMS (Energy Management System)
- Sistema di Supervisione Plant SCADA
- Servizi Ausiliari
- Sistemi di protezione elettriche
- Cavi di potenza e di segnale
- Container o quadri ad uso esterno equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi.

La configurazione del sistema BESS, in termini di numero di PCS e di numero di moduli batteria, sarà effettuata in funzione delle scelte progettuali che verranno condivise con il fornitore del sistema, così come il numero di PCS che saranno connessi al quadro MT.

### **7.7.1.3 Caratteristiche dei containers**

La struttura dei containers sarà del tipo autoportante metallica, per stazionamento all'aperto, costruita in profilati e pannelli coibentati.

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.

La verniciatura esterna dovrà essere realizzata secondo particolari procedure e nel rispetto della classe di corrosività atmosferica relativa alle caratteristiche ambientali del sito di installazione.

Sarà previsto un sistema antieffrazione con le relative segnalazioni.

La struttura sarà antisismica, nel rispetto delle norme tecniche per le costruzioni NTC 2018.

Tutti i container batterie, convertitori, quadri elettrici saranno dotati di rivelatori incendi. I container batterie saranno inoltre equipaggiati con relativo sistema di estinzione automatico specifico per le apparecchiature contenute all'interno.

Estintori portatili e carrellati saranno, inoltre, posizionati in prossimità dei moduli batterie, dei convertitori di frequenza e dei quadri elettrici.

Le segnalazioni provenienti dal sistema antiincendio vengono inviati al sistema di controllo di impianto e alla sala controllo.



#### 7.7.1.4 Caratteristiche delle batterie

Le batterie sono costituite da celle agli Ioni di Litio (Li-Ion) con chimica Litio Ferro Fosfato (LFP) o NMC assemblate in serie/parallelo in modo da formare i moduli. Più moduli in serie vanno infine a costituire il rack.

#### 7.7.1.5 Collegamento sistema conversione in MT

In riferimento al paragrafo precedente relativo al sistema di conversione mediante valvole IGBT da corrente continua a corrente alternata in Bassa Tensione, si è menzionata la necessità di elevare, mediante trasformatori, la tensione in Media Tensione. Tali trasformatori saranno collegati tra di loro in configurazione entra esci e avranno il compito di distribuire la potenza erogata/assorbita dalle batterie verso i quadri di media tensione. Da un punto di vista funzionale i quadri avranno quindi il compito di:

- Dispacciare la totale potenza erogata/assorbita dal sistema di stoccaggio mediante un pannello dedicato che, in assetto classico, viene identificato come “montante di generazione”.
- Alimentare i servizi ausiliari di tutti i container che alloggiavano le batterie e i PCS mediante un pannello dedicato che, in assetto classico, viene identificato come “distributore”.
- Garantire la funzione di misura e protezioni per il sistema BESS.

#### 7.7.1.6 Funzionalità del sistema BESS

Il sistema BESS potrà fornire servizio per la regolazione primaria di frequenza, secondaria e terziaria di rete ed altri servizi ancillari di rete, oltre a coprire e ridurre gli sbilanciamenti dell'impianto fotovoltaico

Il PCS comprende l'insieme dei dispositivi e delle apparecchiature necessarie alla connessione delle batterie assemblate al punto di connessione AC, installati in apposito container.

Il sistema risulterà equipaggiato con i seguenti componenti principali:

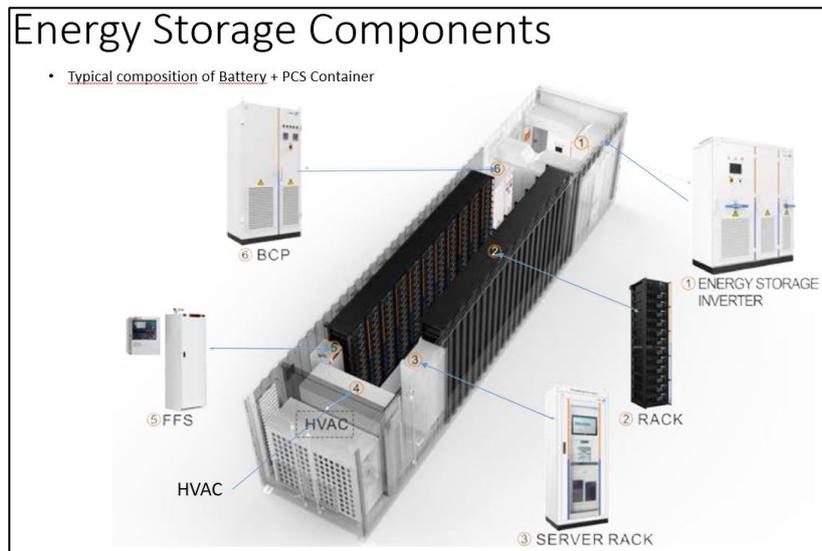
- Trasformatori MT/BT isolati
- Ponti bidirezionali di conversione statica dc/ac
- Filtri sinusoidali di rete
- Filtri RFI
- Sistemi di controllo, monitoraggio e diagnostica
- Sistemi di protezione e manovra
- Sistemi ausiliari (condizionamento, ventilazione, etc.)
- Sistemi di interfaccia assemblati batterie.

La tensione denominata “BT” sarà determinata in base alla proposta del fornitore del sistema BESS.

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

Il PCS sarà dotato di un sistema di supervisione con funzioni di protezione, controllo e monitoraggio, dedicato alla gestione locale dello stesso e delle batterie assemblate da esso azionate.





Le principali funzioni del BMS (Battery Management System) saranno:

- Monitoraggio e gestione del SoC e del SoH;
- Monitoraggio e gestione del bilanciamento delle celle;
- Monitoraggio e diagnostica delle batterie assemblate;
- Gestione dei segnali di allarme/anomalia;
- Supervisione e controllo delle protezioni con eventuale azione di disconnessione/connessione delle batterie in caso di necessità;
- Gestione dei segnali di sicurezza delle batterie con il monitoraggio fino alle singole celle dei valori quali tensioni, temperature, correnti disperse;
- Invio segnali di soglia per la gestione delle fasi di carica e scarica;
- Elaborazione dei parametri per la gestione delle fasi di carica e di scarica;
- Elaborazione dei parametri necessari ad identificare la vita utile residua delle batterie;
- Elaborazione dei parametri necessari alla stima dello Stato di Carica delle batterie;

Le principali funzionalità del sistema di monitoraggio del BMS saranno:

- Calcolare ed inviare ai sistemi locali (SCI) lo stato di carica (SOC)
- Fornire ai sistemi locali (SCI) i parametri di valutazione dei programmi di produzione e erogazione ammissibili
- Fornire ai sistemi locali (SCI) i segnali di allarme/anomalia
- Confermare la fattibilità di una richiesta di potenza in assorbimento o in erogazione.

Le principali funzioni di competenza del sistema di controllo del PCS saranno:

- Gestione della carica/scarica delle assemblate batterie
- Gestione dei blocchi e interblocchi delle assemblate batterie
- Protezione delle assemblate batterie
- Protezione dei convertitori.

Le principali funzioni di competenza del sistema integrato SCI saranno:

- Consentire l'esercizio in locale dei singoli moduli batteria, mediante funzioni di protezione, comando e interblocco
- Operare l'esercizio remoto dell'impianto

Comunicazione con il Plant Scada che, che coordina le attività di gestione del BESS in interazione con le funzionalità e la produzione di energia dell'impianto fotovoltaico.

#### **7.7.1.7 Smaltimento a fine vita impianto**

Il processo di decommissioning, riciclaggio e smaltimento dei materiali costituenti il sistema BESS verrà attuato in conformità alle leggi nazionali, europee ed internazionali vigenti (tra le quali European Directive on batteries and accumulators 2006/66/EC), assicurandone il rispetto anche nel caso di modifiche e/o integrazioni di quest'ultime dal momento in cui l'impianto verrà messo in esercizio.

Il fornitore del sistema BESS fornirà idonea documentazione nella quale verranno descritte le modalità gestionali e gli aspetti di sicurezza.

Dal 1° gennaio 2009, in virtù del D.Lgs. 188, datato 20 novembre 2008, è stato esteso in Italia l'obbligo di recupero alle pile e agli accumulatori non basati sull'uso di piombo bensì sull'impiego di altri metalli o composti. Tale decreto recepisce e rende effettiva la direttiva europea 2006/66/CE.

A fine vita il sistema di accumulo sarà disassemblato e, in conformità alle leggi vigenti, trasportato verso un centro autorizzato di raccolta e riciclaggio.

## **8 INTERFERENZE**

La zona di interesse progettuale è ubicata nella zona a sud del territorio del Comune di Gildone, nella parte meridionale del Molise, a Sud del territorio provinciale di Campobasso.

Il cavidotto corre su strade comunali e provinciali.

Durante i sopralluoghi sono state censite le interferenze. Esse sono tutte relative all'attraversamento del reticolo idrografico sul corpo stradale.

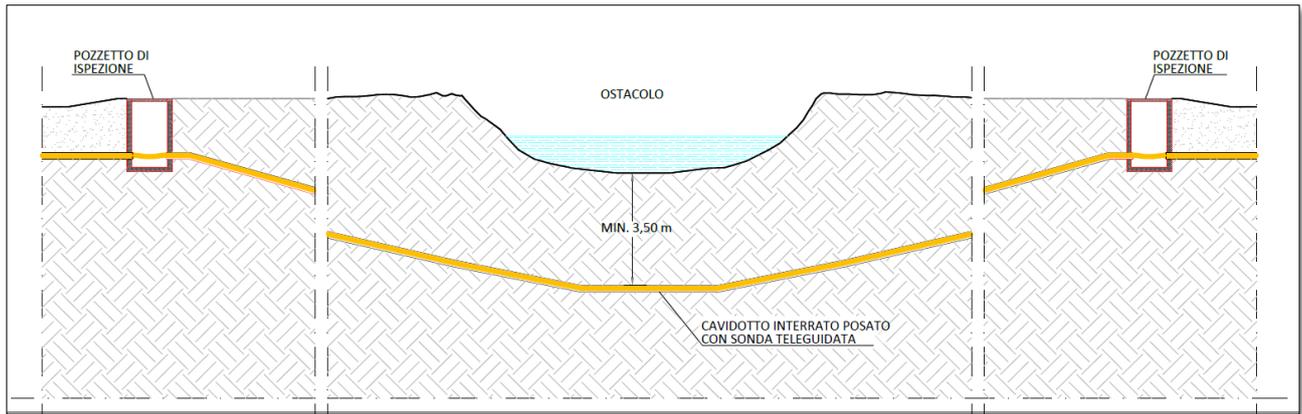
In corrispondenza di tali attraversamenti sono presenti opere in c.a. o in terra battuta (tombini, scatolari, viadotto, cunette/fossi).

Le interferenze dell'impianto sono indicate nella tavola allegata al progetto.

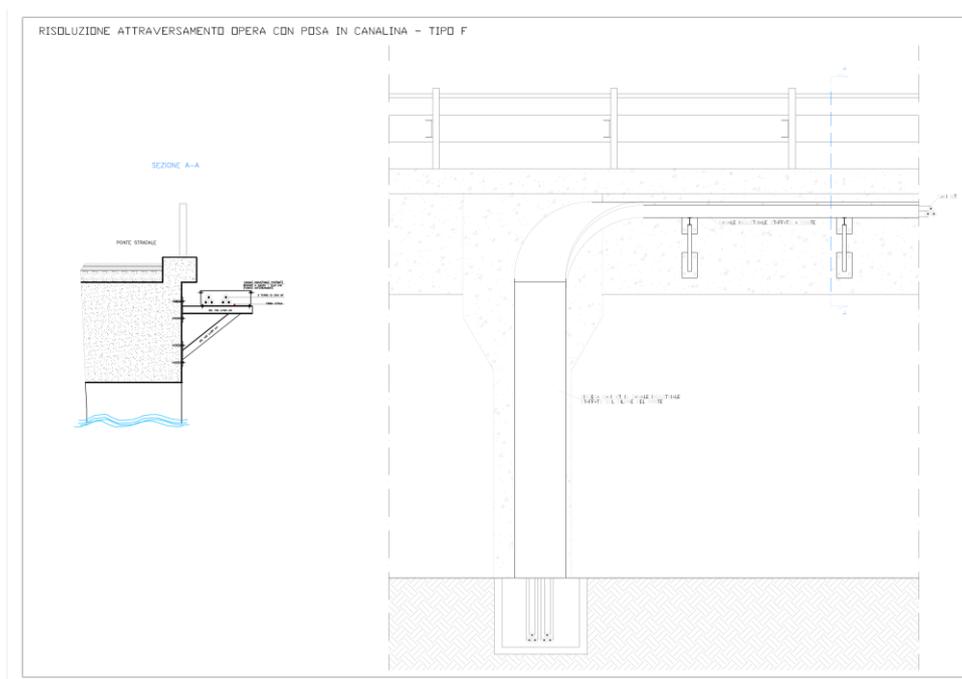
Le interferenze verranno risolte mediante trivellazione orizzontale controllata (T.O.C) oppure passaggio con canaletta su opere esistenti o normale posa in trincea.



### Tipologico T.O.C (Trivellazione orizzontale controllata)



### Tipologico attraversamento bordo opera esistente



## 9 RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

Ad opere di realizzazione dell'impianto ultimate, i terreni eventualmente interessati dall'occupazione temporanea dei mezzi d'opera o dal deposito provvisorio dei materiali di risulta o di quelli necessari alle varie lavorazioni, saranno ripristinati.

Nel dettaglio, tali operazioni interesseranno le superfici destinate all' area principale di cantiere, ove sarà ripristinata tutta la superficie interessata, ed altre superfici quali le aree interessate dal deposito dei materiali rivenienti dagli scavi e dai movimenti materie.

Le opere di ripristino consisteranno nelle seguenti operazioni:

- 1) rimozione del terreno di riporto o eventuale rinterro, fino al ripristino della geomorfologia preesistente;
- 2) finitura con uno strato superficiale di terreno vegetale;
- 3) idonea preparazione del terreno per l'attecchimento;
- 4) eliminazione dalla superficie della pista e/o dell'area provvisoria di lavoro, ogni residuo di lavorazione o di materiali;
- 5) ripristino del regolare deflusso delle acque di pioggia attraverso la rete idraulica costituita dalle fosse campestri, provvedendo a ripulirle ed a ripristinarne la sezione originaria;
- 6) ripristinare la naturale pendenza originaria del terreno al fine di evitare ristagni.

## 10 PIANO DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO

Il Piano di Dismissione è il documento che descrive il processo di dismissione di tutte le attività e fornisce una quantificazione dei relativi costi inerenti alle attività di dismissione e le modalità di gestione del materiale dismesso, utilizzando le più recenti modalità di smaltimento e privilegiando il recupero e riciclo dei materiali, da svolgersi a "fine vita impianto", per riportare lo stato dei luoghi alla condizione ante-operam.

Tuttavia, al termine della vita utile dell'impianto agri voltaico, l'attività agricola potrebbe non cessare, per cui alcune opere, quali la recinzione, l'impianto di video sorveglianza ed illuminazione, parte della viabilità interna utile al proseguo delle attività colturali, potrebbero non essere rimosse.

L'impianto sarà dismesso trascorso il periodo di autorizzazione all'esercizio previsto dalle normative di settore ed in particolare dalla **regione Molise**, seguendo le prescrizioni normative in vigore a quella data.

Le fasi principali del piano di dismissione sono riassumibili nelle seguenti fasi:



- 1) smantellamento impianto fotovoltaico e cavidotto:
  - a) sezionamento impianto lato DC e lato AC (Dispositivo di generatore), sezionamento in BT e MT (locale cabina di trasformazione);
  - b) scollegamento serie moduli fotovoltaici mediante connettori tipo multi contact;
  - c) scollegamento cavi lato c.c. e lato c.a.;
  - d) smontaggio moduli fotovoltaici dalla struttura di sostegno (tavole);
  - e) impacchettamento moduli mediante appositi contenitori;
  - f) smontaggio sistema di illuminazione;
  - g) smontaggio sistema di videosorveglianza;
  - h) sfilaggio cavi BT e MT da canali / trincee interrati;
  - i) rimozione tubazioni interrate;
  - j) rimozione pozzetti di ispezione;
  - k) rimozione parti elettriche;
  - l) smontaggio struttura metallica (inseguitori monoassiali);
  - m) rimozione del fissaggio al suolo;
  - n) rimozione degli Shelter contenenti il gruppo conversione / trasformazione;
  - o) rimozione manufatti prefabbricati e/o demolizione manufatti gettati in opera;
  - p) rimozione recinzione;
  - q) rimozione ghiaia dalle strade;
  - r) consegna materiali a ditte specializzate allo smaltimento;
  - s) ripristino stato dei luoghi alle condizioni ante-operam mediante apporto di materiale inerte e terreno vegetale a copertura di scavi e/o trincee.
- 2) Smantellamento impianto di accumulo elettrochimico:
  - a) Rimozione cabine shelter;
  - b) Rimozione delle tubazioni interrate (vie cavi) e dei cavi elettrici (AT, MT, BT e di segnale) in esse contenuti;
  - c) Rimozione del piazzale con finitura in asfalto;
  - d) Rimozione della recinzione, ivi compreso il cordolo di fondazione e i cancelli;
  - e) Consegna materiali a ditte specializzate allo smaltimento;
  - f) Riempimento dei volumi occupati dalle fondazioni con terreno idoneo;
  - g) Apporto di terreno vegetale sugli strati superficiali.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica relativa al piano di dismissione.

Dall'analisi effettuata, dalla relazione specifica allegata al progetto e dalla stima dei costi effettuata con relativo computo dei costi di Dismissione e Ripristino dell'Impianto, si ha che la stima dei costi per la dismissione e ripristino dell'impianto ammonta ad **€ 296.401,65**.



## 11 RICADUTE ECONOMICHE E SOCIALI

Nel campo delle energie rinnovabili, la trasformazione dell'energia solare in elettricità costituisce uno dei settori più promettenti a livello globale, interessato in questi ultimi anni da un boom senza precedenti e che appare ben lontano dallo stabilizzarsi.

La realizzazione dell'Impianto proposto apporterà vantaggi sia a livello globale che a livello locale, contribuendo, a livello globale, al raggiungimento degli obiettivi mondiali, europei e nazionali di "risparmio" di emissioni nocive nell'atmosfera e di decarbonizzazione, oltre alla produzione autonoma dell'energia da una fonte di tipo rinnovabile, ma contribuendo, anche e soprattutto con opportunità occupazionali e di introiti a livello locale.

A livello occupazionale, le figure professionali più richieste appartengono a tre tipologie:

- tecnici dotati di forte professionalità, per le attività di progettazione e sviluppo delle iniziative;
- impiegati commerciali, per la vendita sul mercato retail di impianti per l'autoconsumo;
- operai per la manutenzione e gestione degli impianti.

La ricaduta positiva non si limita alla sola occupazione, dovendo considerare anche i proventi per i proprietari terrieri dall'utilizzo delle aree, i benefici per gli utenti dovuti ai miglioramenti infrastrutturali connessi all'iniziativa (strade, reti elettriche) e le imposte che l'attività genererà per l'erario.

Inoltre, il rapporto benefici/costi ambientali è nettamente positivo dato che il rispetto della natura e l'assenza totale di scorie o emissioni fanno dell'energia solare la massima risposta al problema energetico in termini di tutela ambientale.

Verrà effettuata, di seguito, un'analisi dei costi di realizzazione del progetto rapportata all'analisi dei benefici derivanti dalla realizzazione dell'iniziativa proposta, sia a livello globale (considerando i flussi di benefici e costi che si verificano a livello globale) che a livello locale (considerando solo i flussi di benefici e costi esterni che si verificano localmente).

### 11.1 Costo di produzione dell'Energia da Fonte Rinnovabile

L'effettivo costo dell'energia prodotta con una determinata tecnologia è dato dalla somma dei *costi industriali e finanziari* sostenuti per la generazione elettrica lungo l'intero arco di vita degli impianti (*LCOE - Levelized COSt of Electricity*) e dei *Costi Esterni* al perimetro dell'impresa sull'ambiente e sulla salute.

Il valore di LCOE sarà paragonato al prezzo di vendita dell'energia in Italia, per verificare il discostamento esistente fra il prezzo di vendita dell'energia ed il costo di produzione.

*Il valore medio europeo del LCOE del fotovoltaico nel 2020* è stimato in 63,3 €/MWh per gli impianti commerciali e in 53,5 €/MWh per quelli utility scale (Fonte: Irex Report di Althesys, 2021).

Per il calcolo del LCOE si tengono in conto i costi industriali di realizzazione dell'impianto, i costi finanziari, i costi operativi e i costi di manutenzione dell'impianto che si ripetono annualmente.

Inoltre, tale valore tiene in conto anche il tasso di rendimento netto (depurato dall'inflazione), che remunera il capitale dell'investimento iniziale.



In definitiva il valore del LCOE tiene in conto anche la remunerazione della società che detiene l'impianto.

Paese	Taglia impianto	LCOE (€/MWh)	LEOE (€/MWh)	Δ (€/MWh)	Δ%
Francia (Sud)	100 kW	58,5	84,9	26,4	45%
Germania	100 kW	60,0	69,6	9,5	16%
Italia (Nord)	100 kW	68,1	93,0	25,0	37%
Italia (Sud)	100 kW	56,3	93,0	36,7	65%
Paesi Bassi	100 kW	70,4	68,2	-2,2	-3%
Spagna	100 kW	47,3	34,0	-13,4	-28%
UK	50 kW	82,4	77,0	-5,5	-7%
<b>Media commerciali</b>		<b>63,3</b>	<b>74,2</b>	<b>10,9</b>	<b>17%</b>

Paese	Taglia impianto	LCOE (€/MWh)	LEOE (€/MWh)	Δ (€/MWh)	Δ%
Francia (Sud)	1 MW	53,1	55,7	2,6	5%
Germania	1 MW	53,5	49,7	-3,8	-7%
Italia (Sud)	1 MW	50,5	63,3	12,8	25%
Polonia	1 MW	57,8	49,0	-8,8	-15%
Spagna	1 MW	38,7	27,9	-10,8	-28%
UK	1 MW	67,2	60,6	-6,6	-10%
<b>Media Utility Scale</b>		<b>53,5</b>	<b>51,0</b>	<b>-2,4</b>	<b>-5%</b>

Tabella 2 – Sintesi dei risultati dell'Irex Report di Althesys

Per l'impianto in esame si ha che l'LCOE è basso rispetto alla media europea, in quanto l'impianto è localizzato nel sud Europa, in un'area in cui il livello di irraggiamento è di molto superiore alla media. Inoltre, le dimensioni dell'impianto permettono di avere economie di scala nei costi di costruzione, gestione e manutenzione dell'impianto.

### 11.1.1 Prezzo Di Vendita dell'Energia in Italia

Dall'analisi dell'andamento del prezzo di vendita dell'energia di seguito riportati:

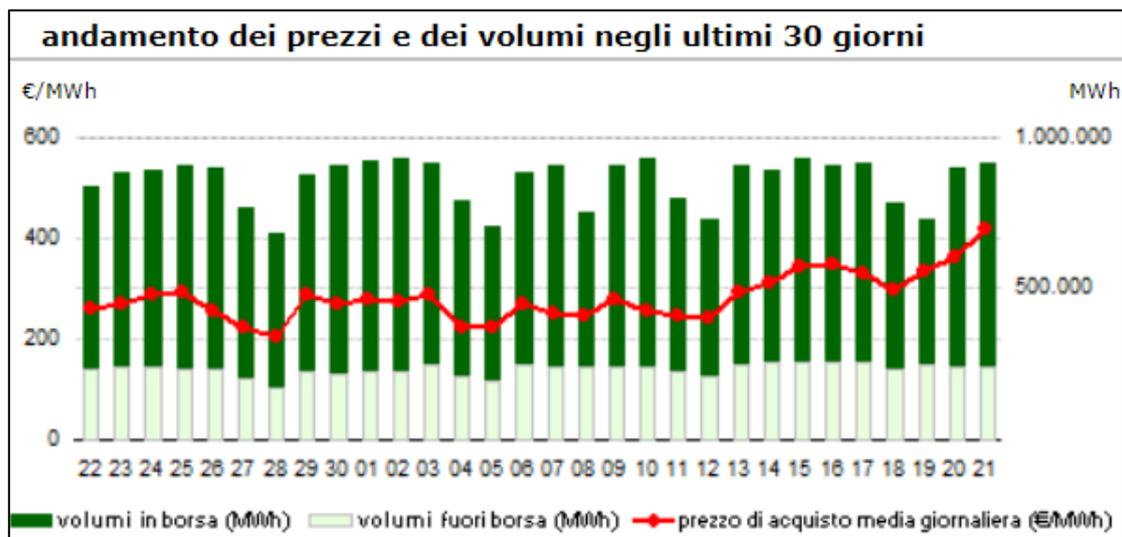


Figura 28 - Andamento grafico del prezzo di vendita dell'energia – Dicembre 2021

Fonte: sito internet Gestore Mercato Elettrico, gme.it



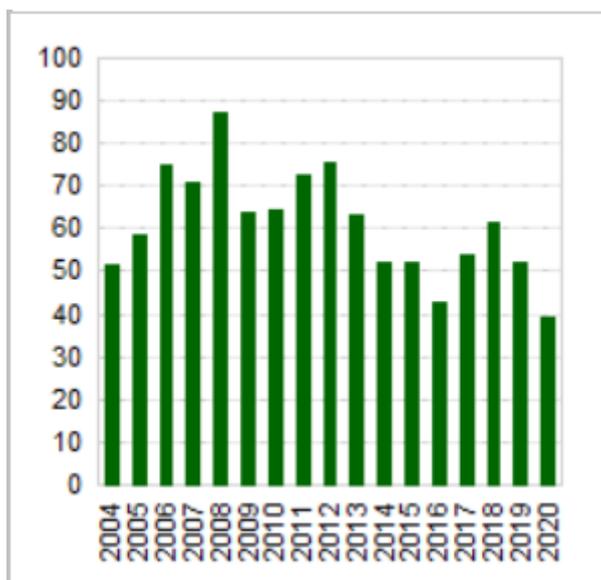


Figura 29 - PUN – Prezzo Unico Nazionale - Periodo 2004-2020 - Prezzo medio di vendita dell'energia in Italia in €/MWh  
Fonte: sito internet Gestore Mercato Elettrico, gme.it

si evince che **la produzione di energia da fonte solare fotovoltaica è remunerata dal prezzo di vendita sul mercato dell'energia**: il prezzo medio di vendita dell'energia per il 2020, infatti, è superiore a 40 €/MWh, a fronte di un LCOE medio per il fotovoltaico che è inferiore a 59 €/MWh.

## 11.2 Costi Esterni

In economia, un “costo esterno”, chiamato anche “esternalità”, si manifesta quando l'attività di produzione (o di consumo) di un soggetto influenza, negativamente o positivamente, il benessere di un altro soggetto, senza che chi ha subito tali conseguenze riceva una compensazione (nel caso di impatto negativo) o paghi un prezzo (nel caso di impatto positivo) pari al costo o al beneficio sopportato/ricevuto.

I “costi ambientali”, che non rientrano nel prezzo di mercato e pertanto non ricadono sui produttori e sui consumatori, vengono globalmente imposti alla società, in quanto sono “esternalità negative” o “diseconomie”, ed anche il **solare fotovoltaico**, come tutte le energie rinnovabili, ha il suo “costo ambientale”, che rappresenta perciò un “costo esterno” non considerato nel valore dell'LCOE di cui al paragrafo precedente, e che andremo a stimare.

Le esternalità rilevanti nel caso di impianti per la produzione di energia da **fonte fotovoltaica** sono dovute a:

- 1) sottrazione di suolo, in particolare sottrazione di superfici coltivabili (che, nella fattispecie del caso in esame, è ridotta, data la tipologia di impianto agrovoltico proposto);
- 2) effetti sulla Idrogeologia;
- 3) effetti microclimatici;
- 4) effetti sull'attività biologica delle aree;
- 5) fenomeno dell'abbagliamento;
- 6) impatto visivo sulla componente paesaggistica;

7) costo dismissione degli impianti.

Altri costi esterni potrebbero essere ricondotti all'impatto su flora, fauna, avifauna ed in generale sull'ecosistema ma solo nel caso in cui le aree interessate siano di particolare valore naturalistico.

Nel caso in esame l'impianto non ricade in un'area di particolare valore naturalistico, di conseguenza, questi costi esterni sono trascurabili.

Inoltre, nella quantificazione dei costi esterni si dà anche una quantificazione monetaria alle seguenti variabili:

- a) emissioni generate nella costruzione dei componenti di impianto;
- b) residui ed emissioni generate durante la costruzione dell'impianto (utilizzo di mezzi pesanti per la costruzione e per il trasporto dei componenti, che generano ovviamente emissioni inquinanti in atmosfera;
- c) ai residui ed emissioni nella fase di esercizio degli impianti (rumore, campi elettromagnetici, generazione di olii esausti);
- d) ad eventi accidentali quali incidenti durante l'esercizio dell'impianto e incidenti sul lavoro durante la costruzione.

Per la stima dei costi esterni associati alla produzione di energia da **fonte solare** sono stati condotti diversi studi, di cui si riportano i dati nella seguente tabella:

Studi condotti	Costi esterni fotovoltaico (€/MWh)
RSE, 2014	2,00
Ecofys, 2014	14,20
REN 21, 2012	7,69
ExternE, 2005	6,11
<b>MEDIA</b>	<b>7,5</b>

Pertanto, assumeremo come “**costo esterno**” derivante **dall'impianto fotovoltaico di progetto** il valore di **7,5 € per MWh** prodotto, e considerando che il nostro impianto da **14,33 MW** ha un **valore di produzione annua stimata di 22,48 GWh/anno** di energia elettrica; si ha che i costi esterni imputabili all'impianto di progetto ammontano al seguente valore:

$$22.480.000 \text{ kWh} \times 0,0075 \text{ €/kWh} = 168.600 \text{ €/anno}$$

**(COSTI ESTERNI)**

### 11.3 Benefici Globali

I principali benefici derivanti dalla produzione di energia da fonti rinnovabili a livello globale consistono principalmente alla mancata emissione di CO<sub>2</sub> ed altri gas inquinanti che, emessi in atmosfera, sono nocivi per la salute umana, oltre a rappresentare una delle principali cause del cosiddetto cambiamento climatico.

Nei costi esterni evitati grazie alla mancata produzione di CO<sub>2</sub> si considerano le esternalità connesse ai seguenti fattori:

- cambiamenti climatici;
- crescita dei costi sanitari per i cittadini;
- minor produttività dei lavoratori;
- costi di riparazione dei danni ambientali generati da fenomeni meteo climatici estremi.

Per la valutazione dei benefici (globali) derivanti dalla mancata emissione di CO<sub>2</sub> per ogni kWh prodotto da fonte rinnovabile, prendiamo in considerazione:

- il costo utilizzato negli USA pari a **33 €/t di CO<sub>2</sub>** emessa in atmosfera (come costo esterno);
- uno studio dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale) del 2015 che valuta che la sostituzione di un kWh prodotto da fonti fossili con uno prodotto da fonti rinnovabili consente di evitare l'emissione di **554,6g CO<sub>2</sub>**. Tale valore tiene anche in conto il fatto che sebbene nella fase di esercizio le fonti rinnovabili non producano emissioni nocive, nella fase di costruzione dei componenti di impianto (p.e. moduli fotovoltaici), si genera una pur piccola quantità di emissioni di gas nocivi con effetto serra.

In riferimento alle considerazioni sopra riportate, possiamo considerare che per ogni kWh prodotto dall'impianto fotovoltaico in oggetto sia abbia una mancata emissione di CO<sub>2</sub> in atmosfera quantificabile, da un punto di vista monetario in:

$$0,033 \text{ €/kg} \times 0,5546 \text{ kg/kWh} = 0,018 \text{ €/kWh}$$

L'impianto proposto ha una potenza installata di **14,33 MWp** ed una produzione annua attesa di circa **1.569 kWh/kWp/anno**, per cui la produzione di energia elettrica si attesta in **22.480.000 kWh** all'anno, quantificato in un beneficio annuo per mancata emissione di CO<sub>2</sub> pari a:

$$22.480.000 \text{ kWh} \times 0,018 \text{ €/kWh} = \underline{404.640 \text{ €/anno}} \quad \textbf{(BENEFICI GLOBALI)}$$

Questo risultato va confrontato con il "**costo esterno**" generato dalla produzione di energia da fonte solare fotovoltaica precedentemente quantificato in **7,5 €/MWh (0,0075 €/kWh)** e che aveva portato al seguente risultato:

$$22.480.000 \text{ kWh} \times 0,0075 \text{ €/kWh} = \underline{168.600 \text{ €/anno}} \quad \textbf{(COSTI ESTERNI)}$$

**con evidente bilancio positivo in termini di benefici globali.**

Altri benefici globali, difficilmente quantificabili in termini monetari se rapportati ad un singolo impianto, sono i seguenti:

- riduzione del prezzo dell'energia elettrica, che è andato via via diminuendo grazie alla crescita di impianti eolici e fotovoltaici che hanno contribuito a far abbassare i prezzi sul mercato dell'energia, portando a forti riduzioni del PUN (Prezzo Unico Nazionale);



- riduzione del “fuelrisk” e miglioramento del mix e della sicurezza nazionale nell’approvvigionamento energetico, dato che la crescente produzione da fonti rinnovabili comporta una minore necessità di importazione di combustibili fossili, riducendo la dipendenza energetica dall’estero;
- esternalità evitate: oltre alla evitata emissione di CO<sub>2</sub> viene evitata anche l’emissione di altri agenti inquinanti quali NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, PM e SO<sub>2</sub>, che generano aumento delle malattie, danni all’agricoltura, e danni agli edifici, e che generano ulteriori costi esterni, ovvero costi sociali;
- ricadute economiche dirette, derivanti dal fatto che la realizzazione di iniziative quali quello in progetto generano un valore aggiunto innescando tutta la filiera di finanziamento, progettazione, esecuzione e manutenzione dell’impianto;
- ricadute economiche indirette, quali l’aumento del PIL concretizzato con ricchezza pubblica e privata del Paese, con effetti positivi sui consumi, sulla creazione di nuove attività economiche e nei servizi;
- possibilità del conseguimento degli obiettivi imposti dalle normative comunitarie e nazionali, grazie alla decarbonizzazione, all’aumento di competitività e all’aumento della sicurezza nell’approvvigionamento e nella fornitura dell’energia.

Si può concludere, quindi, che la realizzazione dell’impianto in progetto porterebbe benefici globali ben superiori al costo esterno generato dalla realizzazione dell’impianto stesso.

## 11.4 Benefici Economici - Locali

Per quanto riguarda i benefici economici a livello locale in fase di esercizio dell’impianto si può dire quanto di seguito.

Gli introiti del Comune di **Gildone**, in quanto Amministrazione, sono riconducibili al *contributo IMU* derivante dalla realizzazione dell’impianto.

Facendo una stima di massima quantificata in un introito pari a **€ 5.000 /MW** dall’impianto si ha che:

$$14,33 \text{ ha} \times 5000 = \underline{71.650 \text{ €/anno}} \quad \underline{\text{(INTROITO IMU-TASI/anno)}}$$

Inoltre, quale beneficio locale derivante dalla realizzazione dell’iniziativa si possono esplicitare:

- misure di compensazione per il comune di **Gildone**;

Attività che comportano ricadute sul territorio:

- manutenzione ordinaria impianto;
- attività di sorveglianza dell’impianto;
- attività di monitoraggio ambientale che impiegherà tecnici ed altri addetti del settore;
- affitti per i proprietari dei terreni sui quali ricade l’impianto;

Ci si può riferire ad una percentuale economica calcolata sul valore complessivo dell’opera; tale percentuale si assume pari al **15 ‰** del valore complessivo dell’opera escluso IVA.

Pertanto, nella fattispecie, considerando che il valore complessivo dell'opera, da quadro economico generale, risulta pari ad **€ 9.314.698,42 (IVA esclusa)**, ne deriva un vantaggio economico a livello locale pari a:

**€ 9.314.698,42 x 15‰ ≈ 139.720 €/anno (BENEFICI ECONOMICI DIRETTI ED INDIRETTI)**

Per quanto concerne i **lavori di costruzione** dell'impianto e delle relative opere di connessione, si stima un costo complessivo (opere civili ed opere elettriche) pari a circa **609.000 €/MWp**.

A livello locale, si tratta essenzialmente dell'esecuzione dei lavori relativi alle opere civili e alla movimentazione terre (fondazioni cabine, viabilità di accesso, opere in c.a. previste, scavi per posa cavidotti).

Come da computo metrico, tali opere ammontano a circa **584.000 €**.

Cautelativamente si assume una percentuale pari a **60%** a favore di imprese locali; quindi, pari a circa **350.000 €**.

## 11.5 RICADUTE OCCUPAZIONALI LOCALI

Abbiamo sin ora visto che la realizzazione dell'Impianto proposto apporterà vantaggi sia a livello globale che a livello locale, contribuendo, a livello globale, al raggiungimento degli obiettivi mondiali, europei e nazionali di "risparmio" di emissioni nocive nell'atmosfera e di decarbonizzazione, e contribuendo, a livello locale, con opportunità occupazionali e di introiti per l'Amministrazione Comunale (in termini di IMU, ad esempio).

In una visione globale del comparto, l'associazione Elettricità Futura stima un aumento di occupati nel settore delle fonti rinnovabili dal 2019 al 2030 di 37.000 unità.

Secondo un'analisi del Worldwatch Institute, l'occupazione diretta creata per ogni miliardo di kWh prodotto da fonte rinnovabile è di 542 addetti, mentre quella creata, per la stessa produzione di elettricità, dal nucleare e dall'utilizzo del carbone (compresa l'estrazione del minerale) è, rispettivamente, di 100 e 116 addetti.

Anche il rapporto benefici/costi ambientali abbiamo visto essere nettamente positivo, dato che il rispetto della natura e l'assenza totale di scorie o emissioni fanno dell'energia rinnovabile la massima risposta al problema energetico in termini di tutela ambientale.

L'energia solare fotovoltaica è inoltre una risorsa importante per l'economia europea in quanto, oltre a contribuire alla "ripresa economica verde", crea vantaggi significativi in termini occupazionali e di sviluppo del territorio.

Nella fattispecie del progetto in questione, per la **fase di cantiere** si stima di utilizzare, compatibilmente con il quadro economico di progetto e per le varie lavorazioni, le seguenti categorie professionali:

- lavori di preparazione del terreno e movimento terra: ruspisti, camionisti, gruisti, topografi, ingegneri/architetti/geometri;

- lavori civili (strade, fondazioni, cabine): operai generici, operai specializzati, camionisti, carpentieri, saldatori;
- lavori elettrici (cavidotti, quadri, cablaggi, rete di terra, cabine): elettricisti, operai specializzati, camionisti, ingegneri;
- montaggio moduli fotovoltaici: topografi, ingegneri, operai specializzati, saldatori;
- opere a verde e piano colturale: vivaisti, agronomi, operai generici.

Anche l'approvvigionamento dei materiali, ad esclusione delle apparecchiature complesse, quali i moduli fotovoltaici, verrà effettuato per quanto possibile nel bacino commerciale locale dell'area di progetto.

Successivamente, durante il periodo di normale **esercizio dell'impianto**, verranno utilizzate maestranze per la manutenzione, la gestione/supervisione dell'impianto, nonché ovviamente per la sorveglianza dello stesso e le attività previste dal piano colturale.

Alcune di queste figure professionali saranno impiegate in modo continuativo, come ad esempio il personale di gestione/supervisione tecnica e di sorveglianza ed il personale richiesto per le attività di monitoraggio ambientale. Altre figure verranno impiegate occasionalmente a chiamata al momento del bisogno, ovvero quando si presenta la necessità di manutenzioni ordinarie o straordinarie dell'impianto. Le altre figure occupazionali permanenti saranno quelle relative alle attività come da piano colturale previsto.

La tipologia di figure professionali richieste in questa fase sono i tecnici della supervisione dell'impianto e al personale di sorveglianza, elettricisti, operai edili, artigiani e gli operai agricoli/giardinieri dediti alla manutenzione del terreno di pertinenza dell'impianto e al piano colturale previsto (cura e raccolta delle colture previste, taglio dell'erba, sistemazione delle aree a verde ecc.).

### **11.5.1 Ricadute sociali occupazionali ed economiche a livello locale.**

Per quanto sinora esposto, si desume, di conseguenza, che la realizzazione di un impianto come quello di progetto rappresenta sicuramente un incremento dell'occupazione, sia a breve che a lungo termine; tantopiù per quelli di natura agrovoltaica quale è quello della fattispecie, in esame, che, abbinando all'impianto tradizionale la conduzione dell'attività agricola, prevede anche ulteriore offerta occupazionale nel settore agricolo, di durata pari al piano colturale previsto.

Infatti, ipotizzando di impiegare in parte, sia in fase di costruzione che in fase di esercizio e manutenzione dell'impianto, nonché per l'attività agricola prevista, la forza lavoro del posto, si avrà sicuramente un aumento del reddito locale, oltre che un arricchimento della conoscenza del settore delle energie rinnovabili che potrebbe favorire la nascita di una imprenditoria locale.

Dal bilancio degli effetti positivi e negativi derivanti dalla realizzazione dell'intervento si può concludere che, a fronte dei limitati effetti negativi derivanti dall'occupazione del suolo, dall'aumento del traffico locale (fase di costruzione) e dal trascurabile effetto visivo descritti negli elaborati progettuali a corredo della documentazione progettuale, si hanno ben più effetti positivi incidenti sia a livello occupazionale che redditizio.



### 11.5.2 Stima occupazione locale – impianto di generazione

#### FASE DI CANTIERE

In fase di cantiere si prevedono le seguenti attività:

- lavori di preparazione del terreno e movimento terra: ruspisti, camionisti, gruisti, topografi, ingegneri/architetti/geometri;
- lavori civili (strade, fondazioni, manufatti in c.a.v. lato utente e impianto di rete, nonché dell'impianto di accumulo elettrochimico): operai generici, operai specializzati, camionisti, carpentieri, saldatori;
- lavori elettrici (cavidotti, quadri, cablaggi, rete di terra, cabine): elettricisti, operai specializzati, camionisti, ingegneri;
- montaggio moduli fotovoltaici: topografi, ingegneri, operai specializzati, saldatori;
- opere a verde e piano colturale: vivaisti, agronomi, operai generici.

La ricaduta a livello locale viene riassunta nella seguente tabella.

Lavori	Durata (giornate lavorative/unità)	Unità locali totali occupate	Tecnici	Operai
Lavori di movimento terra	60	10	2	8
Opere civili	180	16	2	14
Opere elettriche	30	6	0	6
Opere a verde e colturali	40	6	0	6

#### FASE DI ESERCIZIO

La tipologia di figure professionali richieste in questa fase sono:

- Sorveglianza impianto;
- Manutenzione ordinaria area di impianto (sfalcio erba, pulizia fossi e cunette, piccole opere di sistemazione del terreno);
- Manutenzione impianti elettrici (impianti elettrici opere di connessione, verifica di legge per impianti di terra, verifica quadri elettrici);
- Manutenzione moduli fotovoltaici (controllo supporti fotovoltaici, lavaggio moduli, ecc.)

Lavori	Durata (giornate lavorative/anno/unità)	Unità locali totali occupate	Tecnici	Operai/impiegati
Sorveglianza	20	2	0	2
Manutenzione ordinaria area	20	4	0	4
Manutenzione impianti elettrici	4	3	0	3



<b>Manutenzione ordinaria moduli</b>	20	3	0	3
--------------------------------------	----	---	---	---

### 11.5.1 Stima occupazione locale – attività agricola

L'iniziativa prevede che, contestualmente alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico di progetto, sia condotta le attività agricole per la produzione di foraggiere e miele.

Complessivamente, come analizzato nella relazione agronomica, si può stimare che le pratiche agricole su dette impiegheranno 4 persone per un totale di giornate lavorativa pari a 241. Ciò si tramuta in 0,966 ULU (unità lavorativa impiegata a tempo pieno). Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione pedoagronomica.

